

614

# Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

---

K. Lønne Ingvartsen, H. Refsgaard Andersen  
og J. Foldager

## Foderoptagelse hos voksende kvæg

*Feed intake of growing cattle*

With English summary and subtitles



---

I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,  
Rolighedsvej 26, 1958 Frederiksberg C.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1986



**FORORD**

Kendskab til reguleringen af foderoptagelsen hos voksne kvæg er centralt for styringen af denne. Ligeledes vil modeller, der beskriver dyrenes foderoptagelse afhængig af egenskaber ved både dyrene og foderrationen, være værdifulde i planlægningen af den økonomisk optimale fodring af såvel opdræt som ungtyre.

Det foreliggende arbejde, der altovervejende er udført af K. Lønne Ingvartsen, er hovedsagelig baseret på udenlandsk litteratur. Modelerne er kontrolleret mod tidlige gennemførte danske produktionsforsøg med opdræt og ungtyre.

Beretningen er reviewet af vid.ass. V. Friis Kristensen og lektor Jørgen Madsen.

Beretningens manuskript er opsat og renskrevet af assistent Birthe Jensen.

København, august 1986

A. Neumann-Sørensen



**Abstract:** Ingvartsen, K. Lønne, Andersen, H. Refsgaard, Foldager J. Feed intake of growing cattle. Rep. 614 Natl. Inst. Anim. Sci., , Copenhagen, 115 pp. (English summary and subtitles).

The aim of this report has been to describe factors that affect the voluntary feed intake of growing cattle (VI) and to develop a model/ method by which the VI can be predicted. From a review of the literature it is concluded that the VI is primarily affected by sense, metabolic and physical factors via the superior control in the central nervous system. Important sense, metabolic, and physical factors affecting the feed intake are especially: taste of feed, the volatile fatty acids, hormones, volume of reticulorum, fermentation rate in the rumen, and passage rate of feed particles out of the reticulorum. Based on information from 69 experiments in the literature a mathematical model for estimating VI (dry matter) has been developed. A comparison of the estimates of the model with results from Danish experiments shows deviations of up to  $\pm$  15%. The above model is not suitable for use in practical feed planning. Consequently, an additive method for estimating VI has been developed on the basis of the results generated from the model. The method is based on the assumption that growing cattle, depending on weight and breed, have a maximum intake capacity concerning fill (Ku) and energy (FEmax). The sum of the fill and the sum of the energy content (FE = Scandinavian feed unit) cannot exceed Ku and FEmax respectively. In formulas the following has to be fulfilled:

$$\sum_{i=1}^n FE_i \times FFU_i \leq Ku \quad \& \quad \sum_{i=1}^n FE_i \leq FEmax$$

Estimates of the intake capacity for Danish dual purpose breeds and Jersey are given as well as guidelines for calculation of the FFU of the feedstuffs.

## INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD .....	3
ABSTRACT .....	5
CONTENTS .....	6
SAMMENDRAG .....	10
SUMMARY .....	14
1 INDLEDNING .....	19
2 REGULERING AF FODEROPTAGELSEN HOS VOKSENDE KVÆG .....	20
2.1 Den overordnede styring af foderoptagelsen .....	22
2.1.1 Involverede centre i CNS og deres funktion .....	22
2.1.2 Konklusion .....	24
2.2 Sanse- og stofskiftefaktorer .....	25
2.2.1 Foderets palabilitet .....	25
2.2.2 Stofskifteprodukter .....	28
2.2.3 Hormonal regulering .....	33
2.2.4 Konklusion .....	36
2.3 Fysiske faktorer .....	37
2.3.1 Faktorer ved dyret: Formavnernes ud- vikling i relation til fodring, alder og genotype .....	39
2.3.2 Faktorer ved foderet, der påvirker nedbrydningen og passagen gennem vommen .	43
2.3.3 Konklusion .....	49
2.4 Andre forhold, der påvirker foderoptagelsen .....	51
2.4.1 Drægtighed .....	51
2.4.2 Fedningsgrad .....	51
2.4.3 Mangel på næringsstoffer .....	52
2.4.4 Sygdom og forgiftning .....	52
2.4.5 Temperatur .....	53
2.4.6 Adfærd og stress .....	54

<b>3 MODELLER TIL BESKRIVELSE AF FODEROPTAGELSEN HOS VOKSENDE KVÆG - EGNE UNDERSØGELSER .....</b>	<b>56</b>
<b>3.1 Materialer og metoder .....</b>	<b>57</b>
<b>3.2 Statistiske metoder og anvendte modeller .....</b>	<b>62</b>
<b>3.3 Resultater .....</b>	<b>63</b>
<b>3.4 Diskussion og konklusion .....</b>	<b>67</b>
<b>3.4.1 Stofskifte- kontra fysisk regulering i relation til kraftfoder/grovfoderforhold og grovfodertype .....</b>	<b>67</b>
<b>3.4.2 Tørstofoptagelsen i relation til danske forsøg .....</b>	<b>68</b>
<b>3.4.3 Tørstofoptagelsen afhængig af dyrenes køn, race og genotype .....</b>	<b>71</b>
<b>4 EN ADDITIV METODE TIL BEREGNING AF VOKSENDE KVÆGS FODEROPTAGELSE .....</b>	<b>74</b>
<b>4.1 Princip .....</b>	<b>74</b>
<b>4.2 Foderoptagelseskapacitet .....</b>	<b>77</b>
<b>4.3 Fodermidlernes fylde .....</b>	<b>81</b>
<b>4.4 Eksempler på anvendelse af metoden .....</b>	<b>83</b>
<b>5 LITTERATURLISTE .....</b>	<b>86</b>
<b>APPENDIKS .....</b>	<b>110</b>
<b>A.1 Litteraturreferencer over materiale, der indgår i undersøgelsen .....</b>	<b>110</b>
<b>A.1.1 Vedrørende hø .....</b>	<b>110</b>
<b>A.1.2 Vedrørende halm .....</b>	<b>112</b>
<b>A.1.3 Vedrørende græsensilage .....</b>	<b>113</b>
<b>A.1.4 Vedrørende majssilage .....</b>	<b>114</b>

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	3
ABSTRACT .....	5
CONTENTS (in Danish).....	6
SUMMARY (in Danish).....	10
SUMMARY .....	14
1 INTRODUCTION .....	19
2 CONTROL OF FEED INTAKE IN GROWING CATTLE .....	20
2.1 Superior control of feed intake .....	22
2.1.1 Centres involved in the CNS and their functions .....	22
2.1.2 Conclusion .....	24
2.2 Sense and metabolic factors .....	25
2.2.1 Palatability of feedstuffs .....	25
2.2.2 Metabolic products .....	28
2.2.3 Hormonal control .....	33
2.2.4 Conclusion .....	36
2.3 Physical factors .....	37
2.3.1 Animal factors: Development of forestomacs in relation to feeding age and genotype ..	39
2.3.2 Feedstuff factors affecting the breaking down and the passage through rumen .....	43
2.3.3 Conclusion .....	49
2.4 Other factors affecting feed intake .....	51
2.4.1 Pregnancy .....	51
2.4.2 State of fattening .....	51
2.4.3 Lack of nutrients .....	52
2.4.4 Disease and poisoning .....	52
2.4.5 Temperature .....	53
2.4.6 Behaviour and stress .....	54

	Page
3 MODELS TO DESCRIBE FEED INTAKE IN GROWING CATTLE -	
OWN INVESTIGATIONS .....	56
3.1 Materials and methods .....	57
3.2 Statistical methods and models used .....	62
3.3 Results .....	63
3.4 Discussion and conclusion .....	67
3.4.1 Metabolic versus physical control in relation to concentrates/roughages and types of roughage .....	67
3.4.2 Dry matter intake in relation to Danish experiments .....	68
3.4.3 Dry matter intake dependent on the animals' sex, breed and genotype .....	71
4 AN ADDITIVE METHOD FOR ESTIMATION OF VOLUNTARY FEED INTAKE OF GROWING CATTLE .....	74
4.1 Principle .....	74
4.2 Feed intake capacity .....	77
4.3 Fill of feedstuffs .....	81
4.4 Examples of the use of the system .....	83
5 LITERATURE .....	86
APPENDIX .....	110
A.1 Literature references of materials forming part of the investigation .....	110
A.1.1 Concerning hay .....	110
A.1.2 Concerning straw .....	112
A.1.3 Concerning grass silage .....	113
A.1.4 Concerning corn silage .....	114

**SAMMENDRAG**Kapitel 1. Indledning

Baggrunden for dette arbejde er behovet i kvægbruget for at kunne planlægge/optimere fodringen af ungdyr. Foderstyringen, defineret som en metode hvor foderoptagelsen styres gennem fodringsprincip og fodersammensætning, indgår som en vigtig faktor heri.

For at foderstyringen kan anvendes til økonomisk optimering i ungdyrproduktionen, er det imidlertid nødvendigt, at man kan forudsige foderoptagelsen. Formålet med dette arbejde er derfor:

- 1) at beskrive kvalitative faktorer af betydning for foderoptagelsen hos voksne kvæg,
- 2) at beskrive matematisk, hvorledes kraftfoder/grovfoderforholdet påvirker foderoptagelsen, når der fodres efter ædelyst,
- 3) at opstille principper for en additiv metode til beregning af foderoptagelsen under forskellige fodringsforhold. Herunder at estimere voksne kvægs foderoptagelseskapacitet og bestemme/skønne nogle vigtige fodermidlers fylde til ungdyr.

Kapitel 2. Regulering af foderoptagelsen hos voksne kvæg

På grundlag af litteraturstudier er det beskrevet, hvordan en række faktorer påvirker foderoptagelsen via den overordnede styring i centralnervesystemet, hvor især hypothalamus, det limbiske system og storhjernen medvirker. Hypothalamus er et vigtigt afsnit af CNS i denne forbindelse, idet den indeholder sult- og mæthedsscentret. Det limbiske system kontrollerer emotionelle fænomener/drifter, mens storhjernen styrer dyrenes ædeadfærd.

Dyrenes foderoptagelse påvirkes via såvel deres sanse- og stofskiftefaktorer som via fysiske faktorer. Foderets udseende synes ikke at påvirke foderoptagelsen, men dets lugt kan påvirke dyrenes lyst til foderet. Lugteindtrykket har dog næppe så stor indflydelse på foderoptagelsen som foderets smag. I præferencen af foder spiller foderets fysiske karakteristika ligeledes en vigtig rolle. Ungt plante-

materiale foretrækkes således frem for ældre.

En række produkter fra omsætningen af foderet er sat i forbindelse med sult- og mæthedsfølelsen hos drøvtyggere. De flygtige fedtsyrer synes vigtigst for den kemostatiske regulering på kort sigt, idet de bevirker, at foderoptagelsen afbrydes, når koncentrationen af disse bliver høj. Laktat, formiat og citronsyre kan hæmme foderoptagelsen, men kun under specielle forhold. Derimod menes glukose, amminosyrer, FFA og chylomicroner ikke at indgå i reguleringen af foderoptagelsen.

Hverken insulin, glukagon eller væksthormon synes at have en direkte indflydelse på reguleringen af foderoptagelsen. Det kan dog ikke udelukkes, at disse hormoner indirekte kan påvirke foderoptagelsen via deres store indflydelse på energiomsætningen. Glucocorticoider har stimuleret optagelsen i nogle forsøg men ikke i andre. Cholecystokinin og gastrin har tilsyneladende en effekt på foderoptagelsen. Effekten af disse hormoner kan være både direkte som mæthedssignaler registreret i hjernen og indirekte via deres indflydelse på mave-tarmmotiliteten og udskillelsen af andre hormoner. Progesteron påvirker tilsyneladende ikke foderoptagelsen, mens østrogen kan reducere denne betydeligt under brunst og i den sidste del af drægtigheden.

Når foderoptagelsen er fysisk reguleret, er den generelt begrænset af vom-netmavens fysiske kapacitet. Fodring af kalve med fyldende foder giver større volumen og højere vævsvægt af vom-netmaven end fodring med energirigt foder. Det er dog næppe muligt at præge dyrene til senere at blive gode "grovfoderomsættere" gennem fodringen i opvækstperioden.

To centrale begrænsninger i den fysiske regulering af foderoptagelsen er forgæringshastigheden i vommen og passagen af foderpartikler ud af vom-netmaven. Letomsættelige dele af foderet forgøres hurtigt og begrænser ikke optagelsen, med mindre den hurtige forgæring medfører pH-fald, der hæmmer aktiviteten af de cellulolytiske bakterier og dermed indirekte nedbrydningen af de tungtomsættelige cellevægsbestanddele. For at opnå maksimal tørstofoptagelse er det vigtigt, at vommiljøet favoriserer aktiviteten af de cellulolytiske mikroorganismes, så forgæringen af cellulose og hemicellulose, der har en lang opholdstid i vommen, forløber optimalt. Dette sikres ved at fodre dyrene således, at pH i vommen er ca. 6,5, og ved at forsyningen af især energi, kvælstof og mineraler er optimal. Et godt vom-

miljø sikres bl.a. ved at fodre med godt strukturrigt grovfoder. Store mængder strukturrigt foder begrænser imidlertid foderoptagelsen på grund af foderets fylde i vommen og dyrenes begrænsede tyggekapacitet. Optagelsen kan dog øges væsentligt, hvis foderet findeles. Herved øges passagehastigheden af foderpartiklerne gennem vommen, men samtidig opnås også en lavere fordøjelighed, specielt af de langsomt nedbrydelige fraktioner af foderet. Hvorledes foderets fordøjelighed, dyrenes foderoptagelse og -udnyttelse påvirkes kvantitativt af ændringer i foderets struktur og fysiske form, bør yderligere studeres.

Af andre forhold, der er diskuteret, og som menes at kunne påvirke foderoptagelsen, kan nævnes drægtighed, fedningsgrad, mangel på næringsstoffer, sygdom og forgiftning, temperaturforhold samt dyrenes adfærd og stress.

### Kapitel 3. Modeller til beskrivelse af foderoptagelsen hos voksende kvæg - egne undersøgelser

Den teoretiske viden omkring sansernes og stofskiftefaktorers indflydelse på foderoptagelsen kan kun til en vis grad udnyttes i praksis til tolkning af, hvorfor foderoptagelsen afviger fra det forventede. Derimod er det vanskeligt at inddrage disse faktorer i modeller til beregning af foderoptagelsen hos voksende kvæg. Man ved nemlig sjældent, hvorledes de enkelte faktorer påvirker hinanden, og hvad de betyder kvantitativt for foderoptagelsen. Fysiske faktorer - f.eks. foderets kemiske sammensætning og fysiske form - kan i højere grad anvendes i praksis og inkorporeres i modeller.

På grundlag af 69 udenlandske forsøg er der opstillet en model til estimering af voksende kvægs tørstofoptagelse. I modellen indgår dyrenes vægt og vekselvirkninger mellem denne og kraftfoder/grovfoder-forholdet. En sammenligning af modellens estimerater med resultater fra danske produktionsforsøg viser, at den modelberegnede tørstofoptagelse afviger med ca.  $\pm 15\%$ . Årsagen til disse afvigelser skyldes hovedsagelig forskelle i fodermidernes energikoncentration, fysiske form og tørstofindhold - faktorer som ikke indgår i modellen.

Foruden ovennævnte model er der opstillet en logaritmisk funktion, der beskriver optagelsen, når voksende kvæg fodres efter ædelyst med næsten udelukkende kraftfoder. Desuden er foderoptagelsen afhængig af dyrenes vægt, køn, race og genotype diskuteret.

#### Kapitel 4. En additiv metode til beregning af voksende kvægs foderoptagelse

Modellen omtalt i kapitel 3 er vanskelig at gennemske og for kompliceret til anvendelse i praksis. I stedet er modellen anvendt til at udvikle en simplere og additiv metode.

Metoden er imidlertid mere kompliceret, end den der anvendes til beregning af malkekøernes foderoptagelse. Dette skyldes, at der ved beregningen af foderoptagelsen hos ungdyr skal tages hensyn til, at optagelsen er stofskiftereguleret ved tildeling af store mængder kraftfoder og fysisk reguleret ved fodring med større mængder grovfoder.

Ved metoden antages det, at ungdyrenes foderoptagelse begrænses enten af optagelseskapaciteten med hensyn til fylde ( $K_u$ ) eller af optagelseskapaciteten med hensyn til energi ( $F_{Emax}$ ). Metoden kræver således at  $K_u$  og  $F_{Emax}$  samt foderets energiindhold og fylde er kendt.

$F_{Emax}$  og  $K_u$  (se henholdsvis tabel 4.1 og 4.2) er fastlagt ud fra en lang række produktionsforsøg.  $F_{Emax}$  og  $K_u$  afhænger især af dyrenes vægt, men også af deres race. Skelnen i optagelseskapaciteten mellem forskellige kombinationsracer synes dog ikke relevant, da forskellene mellem racerne i forhold til variationen i øvrigt er ret beskedent. Ligeledes skelnes der ikke mellem optagelseskapaciteten hos ungtyre og kvier.

Fyldeværdierne som anvendes til forudsigelse af køernes foderoptagelse kan ikke anvendes til ungdyr. Det har kun været muligt at beregne fylde til ungdyr ( $FF_u$ ) for ret få fodermidler. For at metoden skal kunne anvendes i praksis, har det derfor været nødvendig at give skønnede sammenhænge mellem  $FF_u$  og fodermidernes energikoncentration og findelingsgrad og for ensilage også mellem  $FF_u$  og ensilagens tørstofindhold.

Sidst i kapitel 4 er vist 3 eksempler på, hvorledes ungdyrs foderoptagelse bestemmes.

## SUMMARY

### Chapter 1 Introduction

The background of this report is the need within cattle husbandry to be able to plan/optimize the feeding of young cattle. Feed management, defined as a method to control feed intake through feeding principle and feed composition, is an important factor.

In order to utilize feed management for an economic optimization of the production of young cattle, a possibility to predict the feed intake is, however, necessary. The purpose of this report is therefore:

- 1) to describe qualitative factors of importance to the feed intake of growing cattle,
- 2) to describe mathematically how the concentrates/roughage ratio affects the feed intake when the cattle are fed ad libitum,
- 3) to present principles for an additive method for the calculation of feed intake during various feeding conditions, for instance to estimate the feed intake capacity of growing cattle and decide/estimate the fill of some important feed-stuffs for young cattle.

### Chapter 2 Regulation of feed intake of growing cattle

Based on literature studies it has been described how a number of factors affect the feed intake via the superior control in the central nervous system, where especially hypothalamus, the limbic system and cerebrum contribute. Hypothalamus is an important part of CNS in this connection, because it contains the center of hunger and satiety. The limbic system controls emotional phenomena/instincts, whereas the cerebrum controls the eating behaviour of the animals.

The feed intake of the cattle is influenced by sensoric and metabolic factors as well as by physical factors. The appearance of a feed-stuff does not seem to affect the feed intake, but its smell can affect the voluntary intake. However, the impression of smell hardly has as great influence on the feed intake as the taste of the feed. In the

feed preference the physical characteristics of the feed also play an important part. Young plants are thus preferred to older plants.

A number of products from the transformation of the feed have been related to the sense of hunger and satiety in ruminants. The volatile fatty acids seem to be most important to the chemostatic regulation on a short term basis, due to the fact that the feed intake of animals is interrupted when the concentration of volatile fatty acids becomes high. Lactate, formic acid, and citric acid can inhibit feed intake, but only under certain circumstances. Glucose, amino acids, FFA, and chylomicrones are not believed to take part in the regulation of the feed intake.

Neither insulin nor glucogen nor growth hormone seem to be directly involved in the control of the feed intake. However, it is not known if these hormones are indirectly involved due to their important role in the metabolism. Glucocorticoids have stimulated the intake in some experiments but not in others. Apparently, cholecystokinin and gastrin affect the feed intake. The effect of these hormones can be direct as satiety signals registered in the brain. It may also be indirect through their influence on the excretion of other hormones and on the motility of the reticulorum and the intestine. Apparently, progesteron does not influence feed intake, whereas estrogen can reduce the intake considerably during heat and in the late part of pregnancy.

When the feed intake is physically controlled, it is generally limited by the physical capacity of the reticulorum. Feeding of calves with roughage results in a larger volume and higher weight of the reticulorum than feeding with energy rich feedstuffs. However, it is hardly possible to turn the animals into good "transformers of roughage" through the feeding in the growth period.

The rate of fermentation in the rumen and the passage of feed particles out of the reticulorum are two important limitations in the physical regulation of feed intake. Easily digestible parts of the feedstuffs are rapidly fermented and do not limit the intake unless the rapid fermentation leads to a decrease in the pH. Such a decrease can inhibit the activity of the cellulolytic micro organisms and indirectly the degradability of the slowly digestible cell wall components. In order to achieve maximum intake of dry matter it is

important that the environment in the rumen favours the activity of the cellulolytic micro organisms, so that the fermentation of cellulose and hemicellulose, which have a long turn over rate, will take an optimum course. To secure this the animals have to be fed in such a way that the pH in the rumen is around 6.5. Furthermore, the supply of, especially, energy, nitrogen, and minerals in the rumen has to be optimum for the micro organisms in question. A good environment in the rumen is secured by feeding a good roughage rich in physical structure. Such feedstuffs will, however, limit the intake due to the fill of the feedstuffs in the rumen and the restricted chewing capacity of the animals. The feed intake can, however, be increased considerably if the feedstuff is divided into finer particles. Hereby, the passage rate of the feed particles through the rumen is increased, but simultaneously the digestibility is reduced, especially of the slowly degradable fractions of the feedstuff. The question of how the digestibility of the feedstuff, and how the feed intake/feed utilization is affected quantitatively by changes in the physical structure and form should be further investigated.

Other factors which have been discussed and which are believed to influence the feed intake are as follows: pregnancy, degree of fattening, lack of nutrients, illness and poisoning, environmental temperature and the behaviour and stress of the animals.

### Chapter 3 Models to describe feed intake in growing cattle - own investigations

The theoretical knowledge of the influence on the feed intake of the senses and the metabolic factors can to a certain degree be used practically to interpret the deviations of the feed intake. On the other hand it is difficult to include these factors in models for estimating feed intake of growing cattle, because it is rarely known how the different factors affect the feed intake quantitatively. Physical factors, e.g. the chemical composition of the feedstuff and physical structure and form can to a larger degree be used in practice and be incorporated into models.

On the basis of 69 foreign experiments a model for estimating the dry matter intake of growing cattle has been set up. The model includes the weight of the animals and interactions between this and the

concentrate/roughage ratio. It was not possible to include the energy content and quality of the feedstuffs in the model. A comparison between estimates of the model with results from Danish experiments shows that the dry matter intake calculated by the model deviates  $\pm 15\%$ . The reason for these deviations is mainly differences in the energy concentration of the feedstuffs, physical form and dry matter content - factors which are not included in the model.

Besides the above model, a logarithmic function has been set up which describes the feed intake, when growing cattle are fed ad libitum with concentrates. Furthermore, the feed intake dependent on animal weight, sex, breed and genotype is discussed.

#### Chapter 4 An additive method for estimation of voluntary feed intake of growing cattle

The model mentioned in chapter 3 is difficult to see through and too complicated to handle in practice. Instead the model has been used to develop a simpler and additive method.

The principle of the method is that growing cattle have a maximum feed intake capacity concerning fill ( $K_u$ ) and energy ( $FF_{max}$ ), which especially depends on the weight of the animals, but also on their breed. Animals which are fed ad libitum are assumed to consume such quantities of food that the sum of the fill ( $FF_u$ ) and the feedstuffs or the sum of FE (Scandinavian feed units) becomes less or equal to  $K_u$  or FE respectively. In formulas the following has to be fulfilled:

$$\sum_{i=1}^n FE_i \times FF_{ui} \leq K_u \quad \& \quad \sum_{i=1}^n FE_i \leq FEmax$$

The intake capacity concerning fill as well as energy is determined and controlled if possible. Differentiation between intake capacity of different dual purpose breeds does not seem relevant, due to the fact that the difference between breeds compared to the variation within breeds is quite moderate. Results from Danish experiments suggest that heifers above 250 kg liveweight have a smaller intake capacity than bulls. The difference is, however, small and because no difference is found in the literature, it is assumed that the intake capacity is independent of sex.

It has not been possible to calculate the relation between  $FF_u$  and

the characteristics of the feedstuffs, because FFu has only been found for a few feedstuffs. In order to use the method in practice it has been necessary to estimate a relation between the energy concentration (FE per 100 kg DM) and the FFu. The FFu calculated by means of the above relation is assumed to be valid for chopped roughage containing more than 40% dry matter. Long hay or straw is assumed to have a FFu about 20% higher. A correction has to be made for feedstuffs containing less than 40% dry matter. This correction can be estimated by means of a quadratic function based on literature. The fill of concentrate per kg dry matter is assumed to be almost equal. By definition it has been given the value 1.05.

The development of the method mentioned above has raised questions concerning intake capacity of growing cattle and the fill of some important feedstuffs. Some of these questions demand that new experiments/studies are started, whereas others are expected to be solved in experiments in progress.

## 1 INDLEDNING

Baggrunden for dette arbejde er det store behov i kvægbruget for at kunne planlægge og optimere fodringen af opdræt og ungtyre. En meget vigtig faktor i denne planlægningsoptimering er foderstyringen, der her defineres som en metode, hvor foderoptagelsen styres gennem fodringsprincip og fodersammensætning.

Restriktiv tildeling af alle fodermidler er et fodringsprincip, der kræver, at dyrene kan fodres individuelt. I moderne produktions-systemer er dette ofte umuligt på grund af, at dyrene går i løsdrift-systemer. I de senere år er det derfor blevet meget almindeligt at fodre kvier og ungtyre efter ædelyst med ét eller flere fodermidler. Dette fodringsprincip er endvidere blevet aktuelt, fordi det er fordelagtigt at optimere anvendelsen af billigt grovfodér, og fordi det ofte er mest rationelt kun at udfodre grovfoder én gang daglig.

En vigtig faktor i foderstyringen er fodersammensætningen, fordi dyrenes evne til at optage foder især afhænger af forholdet mellem kraftfoder og grovfoder, fodermidernes fysiske form og fodermidernes kemiske sammensætning.

For at foderstyringen bl.a. kan anvendes til økonomisk optimering af produktionen af kvier og ungtyre, er det imidlertid nødvendigt, at man kan forudsige foderoptagelsen. Formålet med beretningen er derfor:

- 1) at beskrive kvalitative faktorer af betydning for foderoptagelsen hos voksende kvæg.
- 2) at beskrive matematisk, hvorledes kraftfoder/grovfoderforholdet påvirker foderoptagelsen, når der fodres efter ædelyst,
- 3) at opstille principper for et additivt system, der gør det muligt at beregne foderoptagelsen under forskellige fodringsforhold. Herunder at estimere voksede kvægs foderoptagelseskapacitet og bestemme/skønne nogle vigtige fodermidlers fylde til ungdyr.

## 2 REGULERING AF FODEROPTAGELSEN HOS VOKSENDE KVÆG

Mange faktorer medvirker ved reguleringen af foderoptagelsen hos voksende kvæg, og nogle af disse er vist i figur 2.1 og figur 2.2.

Faktorer ved foder og  
produktionssystemet  
*Feed and management  
factors*

Art og kvalitet af grovfoder  
*Type and quality of  
roughage*

Kvalitet og mængde af kraft-  
foder  
*Quality and amount of  
concentrate*

Fodringshyppighed  
*Frequency of feeding*

Forudgående fodring  
*Previous feeding history*

Miljø  
*Environment*

Fordøjelseskanals  
kapacitet og  
passagehastighed

*Capacity of  
digestive tract  
and rate of  
passage*

Faktorer ved  
dyrene  
*Animal factors*

Genotype  
*Genotype*

Vægt og kropsstørrelse  
*Weight and body size*

Fedningsgrad  
*Fatness*

Foster - størrelse og  
vækst  
Fetus - size and growth

Appetit

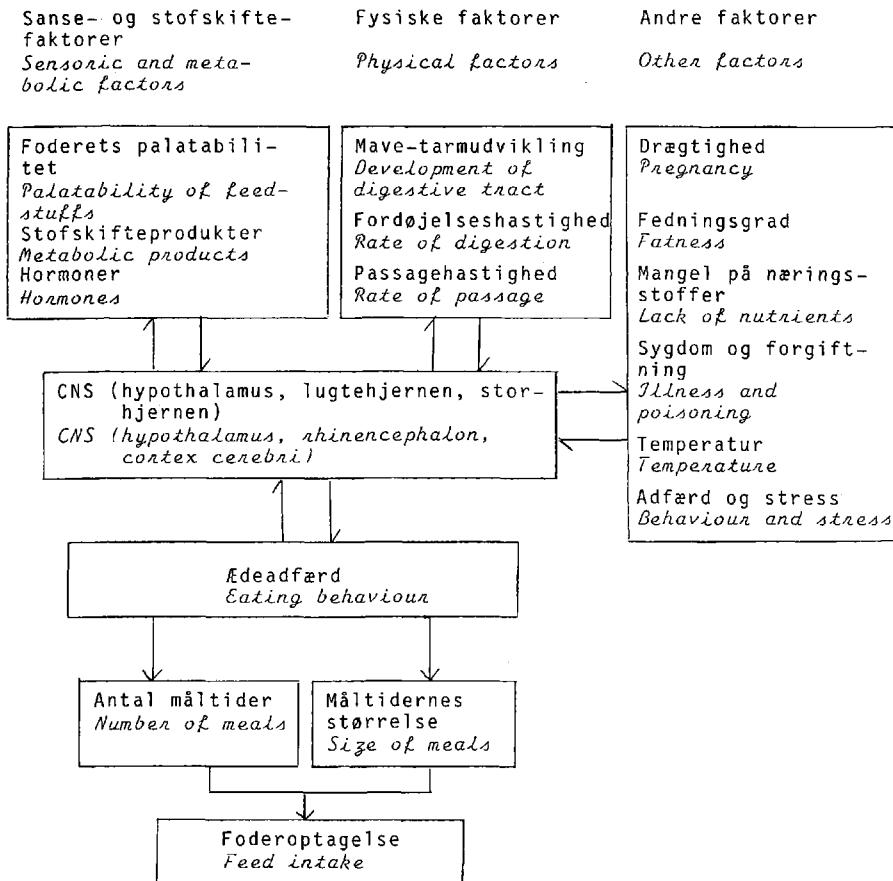
Appetite

Daglig optagelse af tørstof  
*Daily intake of dry matter*

Figur 2.1 Praktiske faktorer som påvirker foderoptagelsen hos voksende kvæg.

Figure 2.1 Factors affecting the influence of feed intake by growing cattle.

Figur 2.1 illustrerer foderoptagelsen i relation til faktorer, der kan påvirkes i praksis. Nogle af disse behandles i kapitel 3. Figur 2.2 illustrerer i højere grad det fysiologiske i reguleringen af foderoptagelsen, som behandles i kapitel 2. Begge figurer viser, hvor kompleks reguleringen af foderoptagelsen er, idet mange faktorer og disses indbyrdes samspil er involveret i reguleringen.



Figur 2.2 Fysiologiske faktorer som påvirker foderoptagelsen hos voksende kvæg via den overordnede styring i centralnervesystemet (CNS).

Figure 2.2 Physiological factors affecting feed intake by growing cattle through the regulation by the central nervous system (CNS).

I figur 2.2 er den daglige foderoptagelse specifiseret i antal måltider og disses størrelse. Denne skelnen er foretaget, fordi mange sanse- og stofskiftestimuli påvirker frekvensen af måltider, mens andre stimuli især påvirker måltidernes størrelse.

For overskuelighedens skyld er beskrivelsen opdelt i følgende:

- (a) den overordnede styring i centralnervesystemet
- (b) sanse- og stofskiftefaktorer
- (c) fysiske faktorer
- (d) andre faktorer

Litteraturgennemgangen afsluttes med en vurdering af mulighederne for at anvende den teoretiske viden om foderoptagelsens regulering i praksis.

### 2.1 Den overordnede styring af foderoptagelsen

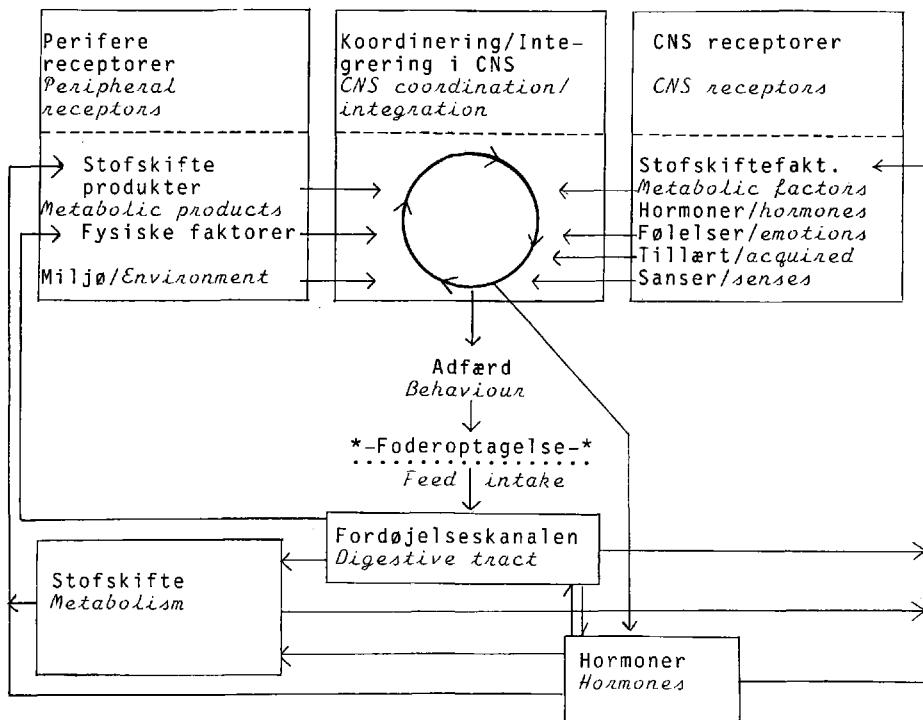
Det antages, at hjernen koordinerer og kontrollerer langt største-  
parten af dyrenes fysiologiske og adfærdsmæssige aktiviteter. Disse  
aktiviteter er af stor betydning for foderoptagelsen.

Det centrale nervesystems (CNS) rolle i reguleringen af foderopta-  
gelsen, der er vist skematisk i figur 2.3, er tidligere omtalt i en  
række oversigtsartikler (Balch & Campling, 1962; Conrad, 1966; Baum-  
gardt, 1969; Balch & Campling, 1969; Baumgardt, 1969; Baile, 1970;  
Baile & Forbes, 1974; Rohr, 1977; Baile & McLaughlin, 1979; Baile,  
1979; Kolb, 1971; Forbes, 1980b; Baile & Della-Fera, 1981; Kissileff  
& Van Itallie, 1982).

I det følgende gives en kort omtale af involverede centre i cen-  
tralnervesystemet og deres funktion.

#### 2.1.1 Involverede centre i CNS og deres funktion

Centre i hypothalamus spiller en meget vigtig rolle i reguleringen af foderoptagelsen. Centrene i hypothalamus er funktionelt tæt forbundet med det limbiske afsnit, som igen vekselvirker med andre cen-  
tre i CNS. Det limbiske system står således i forbindelse med andre  
afsnit i storhjernebarken, thalamus og midthjernen.



Figur 2.3 Skitse over reguleringen af foderoptagelsen via den centrale koordinering/integrering i centralnervesystemet (CNS).

Figure 2.3 Outline of the regulation of the feed intake by coordination/integration in the central nervous system (CNS).

**Hypothalamus:** Hypothalamus er blevet identificeret som en af de vigtigere dele af CNS i reguleringen af foderoptagelsen. Hypothalamus er således ansvarlig for koordineringen og integreringen af mange af de sensoriske signaler, som den modtager fra perifere receptorer og receptorer i CNS (jf. figur 2.3). Hypothalamus er direkte involveret i reguleringen af foderoptagelsen gennem to centre - den ventromediale del (VMH) og den laterale del (LH) af hypothalamus. VMH er mæt-hedscentret, og LH er sultcentret.

Elektrisk stimulering af VMH reducerer foderoptagelsen hos geder (Wyrwicke & Dobzecka, 1960), og læsioner af samme område medfører hyperphagia, overdreven æden (Baile et al., 1967b; Baile et al., 1969). Imidlertid har Baile & Mayer (1966) vist, at bedøvelse af det ventriculociternale system med pentobarbital bevirket en fortsat æden. Dette synes at vise, at den ventromediale kerne hæmmer den laterale region af hypothalamus hos drøvtyggere, ligesom det er tilfældet hos enmavede.

Elektrisk eller kemisk stimulering af LH resulterer til tider i stærk forøgelse af foderoptagelsen hos mølle geder (Wyrwicka & Dobrzeecka, 1960; Baile et al., 1967a; Baile et al., 1967b). Læsioner af LH hos geder resulterer i hypophagia (mindsket æden) eller total fodervægring (Baile et al., 1968).

Det limbiske system: Det limbiske system kaldes også for rhinencephalon (lugtehjernen). Det omfatter højere hjerneafsnit (septum, hippocampus, amygdala) samt dele af storhjernebarken. Mange detaljer om det limbiske systems virkemåde og funktion er endnu uafklarede. Imidlertid ved man, at lugte opfattes og bearbejdes i det limbiske system, og at dette system kontrollerer emotionelle fænomener som appetit, tørst, raseri, frygt og seksuelle lyster (Adey & Tokizame, 1967 cf. Klemm, 1977). Det er også det limbiske system, der prioriterer forskellige drifter - eksempelvis vil et sultent dyr, der også er tørstigt, måske drikke, før det æder, og en sulten ko, der er i brunst, vil "opsøge tyren" i stedet for at æde.

Storhjernen: Storhjernebarken (cortex cerebri) kan påvirke foderoptagelsen. Det antages nemlig, at storhjernebarken er stedet, hvor den karakteristiske ædeadfærd dannes. De karakteristiske ædevaner skabes på grundlag af ydre påvirkninger - således kan staldforhold og fodringsprincip påvirke disse.

I storhjernebarken dannes endvidere indtryk af foderets palatabilitet. Det er således sandsynligt, at storhjernebarken bestemmer præferencen af foder.

### 2.1.2 Konklusion

Koordinering og integrering af sensoriske impulser fra perifere receptorer og receptorer i CNS er involveret i den overordnede styring af foderoptagelsen. Vigtigst er hypothalamus, der indeholder sult- og

mæthedscentret. Men også det limbiske system og storhjernebarken har betydning. Det limbiske system kontrollerer emotionelle fænomener som f.eks. appetit og tørst samt prioriterer forskellige drifter. Storhjernebarken er stedet, hvor dyrenes karakteristiske ædeadfærd dannes.

## 2.2 Sanse- og stofskiftefaktorer

Foderoptagelsen påvirkes af sanse- og stofskiftefaktorer, som jf. figur 2.2 omfatter foderets palatabilitet, stofskifteprodukter og hormoner. Disse faktorer har længe været af stor interesse og er behandlet i en række oversigtsartikler (Balch & Campling, 1962; Conrad, 1966; Baumgardt, 1969; Balch & Campling, 1969; Baile, 1970; Baumgardt, 1970; Forbes, 1970; Goatcher & Church, 1970e; Bines, 1971; Kolb, 1971; Jones, 1972; Baile & Forbes, 1974; Journet & Remond, 1976; Rohr, 1977; Baile, 1979; Baile & McLaughlin, 1979; Church, 1979; Forbes, 1980a b; Ames et al., 1981; Baile & Della-Ferra, 1981; Kissileff & Van Itallie, 1982), som danner baggrunden for dette afsnit.

### 2.2.1 Foderets palatabilitet

Ved foderets palatabilitet forstås det samlede indtryk, dyret får gennem faktorer som foderets udseende, lugt, smag og fysiske egenskaber.

Foderets udseende: Indflydelsen af foderets udseende på kvægs foderoptagelse er forsøgt klarlagt ved at farve foderet. Direkte farvning eller belysning af foderet med blåt, grønt og rødt har ikke påvirket foderoptagelsen hos kalve (Wallace & Riggs, 1967), stude (Putnam & Richardson, 1968) og får (Tribe & Gordon, 1949). Det er derfor nærliggende at antage, at foderets udseende kun har minimal eller ingen indflydelse på foderoptagelsen.

Foderets lugt: Kvæg er i stand til at opfatte lugte, men den eksisterende viden om forskellige lugtes indflydelse på foderoptagelsen er begrænset.

Hos får (Arnold, 1970) havde tilsatte lugtstoffer imidlertid en ikke uvæsentlig indflydelse på foderoptagelsen. Effekten var forskellig afhængig af, om der var frit valg mellem fodermidlerne eller ej (tabel 2.1).

Det antages, at et fodermiddels lugt kan påvirke ædelysten og dermed foderoptagelsen. Lugten er nemlig det første indtryk, dyret får,

og kan derfor påvirke selektionen af og ædelysten til foderet. Lugt-indtrykket har næppe så stor betydning som smagen (Krueger, 1974 cf. Church, 1979).

Tabel 2.1 Effekten af lugtstoffer i foderet på foderoptagelsen hos får (Arnold, 1970).

Table 2.1 The effect of odour contamination on feed intake of sheep (Arnold, 1970).

Tilsat lugtstof Odour added	Ændring i foderoptagelsen, % Change in feed intake, %		
	Intet valg mellem fodermidler		Frit valg mellem fodermidler
	No choice of feedstuffs	Free choice of feedstuffs	
Smørsyre	- Butyric acid	+11	+20
Amylacetat	- Amyl acetate	+ 8	-13
Coumarin	- Coumarin	- 9	+17
Glycin	- Glycin	-19	-15
Butanol	- Butanol	0	-13
Glutaminsyre	- Glutamic acid	0	+11

Foderets smag: Smag opfattes ved, at forskellige smagsstoffer påvirker receptorer på tungen. Fra receptorerne sendes impulser via sensoriske nervebaner til CNS, hvor smagsindtrykket dannes. Den eksisterende viden om mekanismerne i CNS er sparsom.

Ved forsøg med mennesker og mindre forsøgssdyr som f.eks. rotter er det vist, at forskellige faktorer ved dyret (alder, race, køn, drægtighed, sygdom) og forudgående fodring påvirker evnen til at smage. Unge og gamle dyr er normalt mindst følsomme over for forskellige smagsstoffer.

Goatcher & Church (1970a, b, c, d) har i forsøg med får, geder og kvæg vist, at alle tre dyrearters smagsreceptorer påvirkes af de fire primære smagsfaktorer bittert, surt, salt og sødt. Kvæg har en moderat til stærk præference for opløsninger af sukrose og melasse, hvormod de viser en moderat negativ respons på lave koncentrationer af eddikesyre og afviser opløsninger af kogsalt og quinin, der smager

bittert. Kvæg reagerer på lavere koncentrationer end geder og får.

Foderets fysiske karakteristika: Planters fysiske karakteristika som f.eks. saftighed, løv/stængelforholdet, udviklingstrin og findeling påvirker foderets palatabilitet. Generelt foretrækkes saftige planter fremfor tørt eller gammelt materiale. Planter på et tidligt udviklingstrin foretrækkes fremfor planter på et sent udviklingstrin - d.v.s. at dyrene foretrækker løvdele fremfor stængeldele. Findeling af et plantemateriale antages at modifcere dyrenes følsomhed over f.eks. løv/stængelforholdet, men foderet må imidlertid heller ikke findeles for meget. Foder med grovere struktur ædes nemlig hellere end fint formalet foder (Krohn, 1981). Der er således tale om en balance, hvad foderets findeling angår.

Kvæg foretrækker foder, der har et relativt højt indhold af kvælstof, fordøjelig energi, sukker og eventuelt fosfor. Modsat viser drøvtyggere generelt lav præference for planter, der har et højt indhold af cellulose og lignin samt lavt indhold af råprotein svarende til planter på et sent udviklingsstadium. Ovennævnte faktorer betyder relativt mest for yngre dyr, og er således kvantitativt vigtige faktorer for foderoptagelsen (afsnit 2.3).

Andre faktorer, der påvirker palatabiliteten: Planter med et højt indhold af alkaloider menes at have en negativ indflydelse på palatabiliteten. Endvidere foretrækkes planter, der har et lavt indhold af aminer (Thomas et al., 1961) og aldehyder (Neumark et al., 1964).

Sædvanligvis har drøvtyggere en højere tørstofoptagelse af hø end af en tilsvarende ensilage, hvilket bl.a. er sat i forbindelse med foderets pH (tabel 2.2). L'Estrange & McNamara (1975) fandt ved hjælp af fistulerede dyr, at pH's effekt på foderoptagelsen skyldtes ændringer i foderets palatabilitet og ikke, at forgæringen i vommen ændredes.

Tabel 2.2 Indflydelsen af foderets pH på foderoptagelsen.

Table 2.2 The influence of pH of feed on intake.

Dyre- art <sup>a)</sup>	Foder <sup>b)</sup>	Tilsat stof <sup>c)</sup>	pH før tilsat- ning	pH efter tilsat- ning	Endr. i foderopt. % af ts	Referencer
Ani- mal genus <sup>a)</sup>	Feed	Addi- tive <sup>b)</sup>	pH be- fore addi- tion	pH after addi- tion	Change in intake % DM	References
K	G	NaHCO <sub>3</sub>	4,0	5,4	+10	McLeod et al. 1970
K	G	M	5,4	3,8	-22	" " " "
F	G	HCl			-19	L'Estrange & Murphy 1972
F	G	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			-30	" " " "
F	GP	HCl	5,6	4,4	-17	" " McNamara 75
F	GP	HCl	5,6	3,2	-40	" " " "
K	GP	M	5,7	4,2	-3	Morgan & L'Estrange 1976
K	GP	M	-	4,0	-7	" " " "
K	GP	HCl	-	4,4	-22	" " " "
K	GP	HCl	-	3,8	-33	" " " "
F	GP	M	-	4,0	-16	" " " "
F	GP	M	-	4,4	-13	" " " "
F	GP	HCl	-	4,4	-13	" " " "
F	GP	HCl	-	3,8	-29	" " " "
K	C	OS	4,2	3,7	-9	Wilkinson et al. 1976

a) K = Kvæg - Cattle F = Får - Sheep

b) G = Græsensilage - Grass silage, GP = Græspiller - Grass pellets,  
C = Majsensilage - Corn silage.

c) M = Melkesyre - Lactic acid, OS = Organiske syrer - Organic acids.

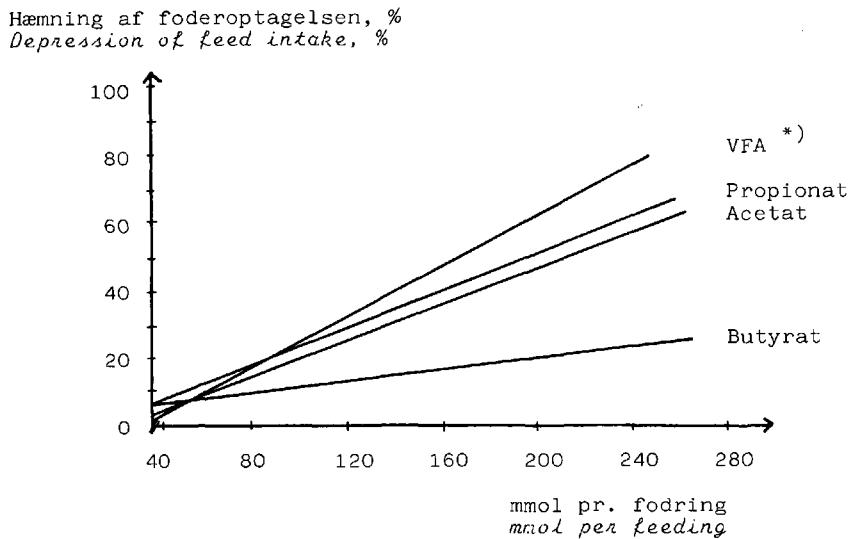
### 2.2.2 Stofskifteprodukter

De forskellige stofskifteprodukter, der er involveret i regulering af foderoptagelsen, behandles mest hensigtsmæssigt ved særskilt gen- nemgang af de flygtige fedtsyrer, andre organiske syrer, glukose, aminosyrer samt frie fedtsyrer, chylomicroner og lipoproteiner.

De flygtige fedtsyrer (VFA) dækker 50-70% af drøvtyggernes energi-behov. Koncentrationen af VFA ændres under og efter fodringen både i vomvæskeren og i blodet - en ændring som antages at påvirke måltidernes størrelse. Da forholdet mellem de flygtige fedtsyrer kan påvirkes gennem fodringen, omtales de enkeltvis i det følgende.

Acetat produceres og absorberes i størst mængde af alle VFA. Intraruminale infusioner af acetatopløsninger i forskellige koncentrationer før og under fodring hæmmer foderoptagelsen hos kvæg (Thomas et al., 1961; Montgomery et al., 1963; Simkins et al., 1965b; Bhattacharya & Warner, 1968a), får (Bergen, 1972; Bhattacharya & Alulu, 1975) og geder (Baile & Mayer, 1968; Baile & McLaughlin, 1970; Martin & Baile, 1972). Endvidere hæmmer intravenøse injektioner foderoptagelsen hos kvæg, men ikke hos får og geder (Baile & Mayer, 1970).

Infusion/injektion forskellige steder i vom og vener viser, at acetatfølsomme receptorer primært findes i den dorsale luminalside af vommen (Baile & Mayer, 1968b), men vomvenen indeholder sandsynligvis også receptorer, der er følsomme over for acetat. Iøvrigt hæmmer intraruminale infusioner af natriumacetat langt mere, end man skulle forvente på basis af de infunderede energimængder (figur 2.4). Hos stude og geder, der har fri adgang til foder hele døgnet, er der imidlertid ingen ændringer i plasmakoncentrationen af hverken acetat eller propionat omkring og efter et spontant måltid (Chase et al., 1977b; Jong, 1981b). Infusion af natriumacetat i tarmvenen hos kvæg har ikke hæmmet foderoptagelsen (Elliot et al., 1985).



\*) VFA = 55% acetat, 30% propionat og 15% butyrat.

Figur 2.4 De flygtige fedtsyrers hæmmende virkning på foderoptagelsen (korrigeret for den infunderede energimængde) (Baile & Mayer, 1970).

Figure 2.4 The depressing effect of VFA on feed intake (corrected for the infused amount of energy) (Baile & Mayer 1970).

Propionat er kvantitativt den næstvigtigste vommetabolit. Intraruminale injektioner af propionat hæmmer ligesom acetat foderoptagelsen hos kvæg (Montgomery et al., 1963; Bhattacharya & Warner, 1968a), får Martin & Baile, 1972; Bhattacharya & Alulu, 1975) og geder (Baile & McLaughlin, 1970; Martin & Baile, 1972). Endvidere hæmmer intravenøse injektioner foderoptagelsen hos kvæg (Baile & Mayer, 1970). Effekten af acetat og propionat på foderoptagelsen synes således at være meget ens. Intravenøs injektion af propionat i vomvenen hos geder hæmmer foderoptagelsen mere end intraruminal infusion eller injektioner i tarmvenen, halsvenen og halspulsåren (Baile & McLaughlin, 1970; Baile & Mayer, 1970). Propionatfølsomme receptorer antages derfor hovedsageligt at være placeret i vomvenen og på lumensiden af vommen. Forbes (1980a, 1982) mener imidlertid, at registreringen af propionat hovedsageligt sker i leveren, hvor det optages og konverteres til glukose. Eksperimentelt underbygges dette af et nyere forsøg af Elliot et al (1985), der har observeret varierende hæmning af foderoptagelsen som følge af infusion af natriumpropionat i tarmvenen.

Butyrat produceres i mindre mængder end både acetat og propionat. Intraruminal infusion af butyrat hæmmer foderoptagelsen i nogle forsøg (Montgomery et al., 1965; Simkins et al., 1965b) men ikke i andre (Simkins et al., 1965b). En formindsket foderoptagelse kan dog skyldes den ketogene effekt af butyrat, butyratets hæmmende effekt på vommotorikken og/eller dets effekt på centralnervesystemet.

Papas & Hatfield (1978) har imidlertid vist, at en reduceret foderoptagelse i tidligere forsøg med intraruminal og intravenøse infusionser af VFA oftest skyldtes, at der skabtes ufysiologiske tilstande og forstyrrelser af syre-base balancen.

Valeriane- og kapronsyre påvirker sandsynligvis ikke foderoptagelsen.

Andre organiske syrer: Mælkesyre dannes under visse omstændigheder i store mængder i vommen. Herved kan dyrene få sygdommen laktacidose (Dirkens, 1970; Huber, 1976; Counotte & Prins, 1979). Sygdommen opstår som regel, når der fodres med store mængder letfordøjelige kulhydrater uden forudgående tilvænning, og den medfører nedgang i foderptagelsen.

I duodenum findes receptorer, der er specielt følsomme over for mælkesyre. Høje, men fysiologiske koncentrationer i duodenum af lak-

at reducere optagelseren af kraftfoder hos får (Bueno, 1975). Dette skylde sandsyntigvis en direkte effekt på centrale hypothalamus, men en del af den negativt inddelte på foderoptagelser i ensilagelse skylde, at laktat hemmer formavnerne motilicer. Melkesyre i ensilagelse synes dog ikke at påvirke foderoptagelseren særligt markant (Thomas et al., 1961; McLeod et al., 1970).

Mysesyre kan dannes mikrobielt i vommen ud fra pyruvat, men kun i små koncentrationser, da det under normalt omstændigheder hurtigt omstærer til metan. Myresyre anvendes imidlertid som ensileringssmiddelet dannedes til metan. Myresyre anvendes imidlertid som ensileringssmiddelet støtterles hos får og geder. Det kan derfor ikke udelukkes, at formiat interruminalt infusioneer af formiat reducerer imidlertid mæltidernes spiller en rolle i reguleringen af foderoptagelseren.

Reduktion af indholdet af uheldige forgæringsprodukter i ensilaglen er effektat iingen negativt virker. Ifølge Papas & Hatfield (1978) kan citronsyre reducere foderoptagelseren. Samme betydning af glukose har gulerende faktor for foderoptagelseren. Samme betydning af glukose har ikke central rølle i reguleringen af både kulhydrat-, protein og fedstofskifte. Modsat forholdene hos enmavede af fåd der glukose-

Glukose: Hos enmavede af har glukose længe varet kendt som en reaktion af citronsyre dog skyldes, at syren har stresset dyrene ved at påvirke syre-base balancen.

Citronsyre reducere foderoptagelseren hos kvæg, hvorimod natrum-

glukosetoleransen hos får og høne er vedvarende (Mikkelsen, 1977a; Jong, 1981b).

Ikke foderoptagelseren hos kvæg (Dowden & Jacobsen, 1969; Simkines et al., 1965b; Thueurer et al., 1968) og får (Mannring et al., 1959;

Intravenøse injektioner af glukose før og under fødning påvirker ikke foderoptagelseren hos kvæg (Hokanson et al., 1979). Ligeledes har insulin-induceret hypoglycemia ikke påvirket foderoptagelseren hos får (Mueller & Colenbrander, 1970; Hikosaka et al., 1971) og geder (Baille & Meyer, 1968a).

Aminosyre: Den kvalitative forsyning af aminoesyre afhænger af tidsrummet foderoptagelseren hos får (Mueller & Colenbrander, 1970;

Baille & Martini, 1971) og geder (Baille & Meyer, 1968a).

elle omsætning i vommen.

Sammensætningen af det mikrobielle protein i vommen er ret konstant (Bergen et al., 1968; Purser, 1970; Hvelplund & Møller, 1980). På trods heraf er det muligt at påvirke koncentrationen af de fleste plasmaaminosyrer (PAA) gennem fodringen (Theurer et al., 1968; Nimric et al., 1971; Bergen, 1979). Undtaget herfra er kun de svovlholdige aminosyrer og histidin, der derfor muligvis kan være begrænsende syrer (Nimric et al., 1971).

Vommens koncentration af aminosyrer øges væsentligt inden for en time efter fodringen hos får (Liebholz, 1969) og geder (Cook et al., 1965). Liebholz (1969) har også fundet en øget koncentration af PAA efter fodringen, mens andre finder faldende PAA koncentration (Theurer et al., 1966; Ely et al., 1969, cf. Jones, 1972; Basset, 1974, cf. Riis, 1980) eller uændret PAA koncentration (Cook et al., 1965). PAA er maximal 24 timer efter fodringen (Purser et al., 1966, cf. Baile & Forbes, 1974).

Baile & Martin (1971) fandt, at kun ufysiologiske store koncentrationer af lysin, glycine og alanin giver en moderat hæmning af foderoptagelsen, når disse injiceres intravenøst.

Frie fedtsyrer, chylomikroner og lipoproteiner: Koncentrationen af frie fedtsyrer (FFA) i plasmaet hos drøvtyggere er negativt korreleert med koncentrationen af VFA i vommen og portåreblood (Trenkle & Kuhlemeier, 1966; Chase et al., 1977b). Ved to gange daglig fodring stiger koncentrationen af FFA 4-6 timer efter fodring (Radloff et al., 1966; Trenkle & Kuhlemeier, 1966; Basset, 1974), hvorimod variationerne i FFA koncentrationen er minimale hos stude, der har fri adgang til foder hele døgnet (Chase et al., 1977a). Stress (Slee & Halliday, 1968), adrenalin, noradrenalin, cortisol og væksthormon (Baile & Martin, 1971) øger FFA koncentrationen uden at øge optagelsen af foder.

Chylomikroner (syntetiseret i tyndtarmen) har sandsynligvis ingen direkte effekt på foderoptagelsen, da mængden varierer med foderets sammensætning og ikke nødvendigvis med energibalancen.

Lipoproteiner (hovedsageligt "very low density lipoproteins", VLDL) syntetiseres i leveren. VLDL koncentrationen mindskes langsomt ved faste og varierer kun lidt mellem spontane fodringer hos rotter og får. VLDL er foreslæbt som en mulig faktor i reguleringen af energibalancen og derigennem også af foderoptagelsen på langt sigt (Baile, 1970).

### 2.2.3 Hormonal regulering

Der eksisterer kun begrænset viden om hormoners indflydelse på foderoptagelsen. Det er dog meget sandsynligt, at hormoner indgår i regulering af foderoptagelsen, fordi de koordinerer og regulerer en lang række processer i forskellige organer og væv, som indirekte må formodes at påvirke foderoptagelsen. Energiomsætningen styres således i høj grad af hormoner, og i det følgende gives der derfor en kort gennemgang af de hormoner, der hovedsageligt er involveret heri. Desuden diskuteres mave-tarmkanalens hormoner samt enkelte andre i relation til foderoptagelsen.

Hormoner involveret i energiomsætningen: Insulinudskillelsen stimuleres under fodringen af parasympatiske refleksler (Chase et al., 1977a). Propionat og butyrat, men ikke acetat, stimulerer insulinudskillelsen hos kvæg (McAtte og Trenkle, 1971), får (Overfield og Trenkle, 1975; Thompson et al., 1978) og geder (Jong, 1979) og er sandsynligvis årsag til stigningen under og specielt 1-2 timer efter foderoptagelse. (Lofgren og Warner, 1972; Basset, 1974; Chase et al., 1977a, b; Jong, 1981a, b). Det er dog også påvist, at pancreozymin øger insulinudskillelsen hos får (Trenkle, 1972) og geder (Baile et al., 1969), mens kun Trenkle (1972) har vist, at secretin stimulerer denne.

Intravenøse injektioner af insulin har imidlertid ingen effekt på foderoptagelsen hos geder (Baile & Mayer, 1968) og får (Baile & Martin, 1971; Hikosaka et al., 1979). Bines & Davey (1978) udelukker imidlertid ikke, at insulin kan have en effekt på foderoptagelsen på længere sigt.

Man ved meget lidt om glukagons indflydelse på foderoptagelsen hos drøvtyggere. VFA og sandsynligvis visse mave-tarmhormoner kan stimulere glukagonudskillelsen (Brockman, 1978). Ostaszewski & Barej (1979) mener, at det er de samme mekanismer, der stimulerer glukagon og insulinudskillelsen, da variationerne i glukagonkoncentrationen omkring fodringen hos får forløber stort set som for insulin (Basset, 1972 cf. Basset, 1975; Ostaszewski & Barej, 1979). Koncentrationen ændres imidlertid ikke i alle forsøg med geder (Jong, 1981b). På grund af de relativt små ændringer i glukagonkoncentrationen mener Jong (1981b) ikke, at glukagon spiller nogen rolle som mæthedssignal.

Det er endnu uklart hvilke mekanismer, der stimulerer sekretionen

af væksthormon (GH) (Basset, 1975; Trenkle, 1978), men den foregår tilsyneladende spontant og stødvist (Trenkle, 1978). Koncentrationen af GH i plasma hos restriktivt fodrede drøvtyggere falder sædvanligvis umiddelbart efter fodring og forbliver relativt lav i nogle få timer (Basset et al., 1971; McAtte og Trenkle, 1971; Basset, 1974, 1974a). Hos ad libitum fodrede får observeredes der ikke optagelse af foder ved høje GH koncentrationer i plasmaet, hvorimod optagelsen ofte begyndte, når koncentrationen var faldende (Driver et al., 1979 cf. Forbes, 1980a). Forbes (1980) mener dog ikke, at høj koncentration af GH i plasmaet hæmmer foderoptagelsen, men at resultatet viser, at der er en sammenhæng mellem mangel på energigivende metabolitter og igangsætningen af foderoptagelsen. Heller ikke Jong (1981a) mener, at GH virker som feed-back signal og dermed påvirker foderoptagelsen. Intravenøse injektioner af GH hos får påvirker ikke foderoptagelsen. Bines et al. (1980) har dog vist, at exogen tilført GH kan hæmme foderoptagelsen hos lakterende kødkvæg, men de fandt ingen nedgang i foderoptagelsen hos lakterende malkekvæg.

Cortisolkoncentrationen i plasma hos får varierer i løbet af en dag, men synes ikke at være påvirket af fodring (Basset, 1974). Injektioner af glukokorticoider har dog i nogle forsøg øget foderoptagelsen hos kvæg (Spurlock & Clegg, 1962) og hos får (Basset, 1963 cf. Baile & Martin, 1971). I andre forsøg med får (Baile & Martin, 1971) og lakterende køer (Head et al., 1976) har injektion af glukokorticoider ikke påvirket foderoptagelsen.

Mave-tarmkanalens hormoner og peptider: Koncentrationen af gastrin, secretin og cholecystokinin (CCK) stiger efter optagelsen af foder hos enmavede dyr og mennesker (cf. Grovum, 1981). Det har derfor været interessant at undersøge, om disse hormoner eventuelt virker som mæthedssignaler. McLaughlin (1982) omtaler andre peptider, der muligvis virker som mæthedssignaler (bombesin og pankreas polypeptid) eller som stimulerer sultfølelsen (opitates) - disse peptider skal dog ikke omtales yderligere.

Den eksisterende viden om de mekanismer, hvormed mave-tarmkanalens hormoner påvirker foderoptagelsen, er begrænset. Dafny et al. (1975) og Schanzer et al. (1978) har dog vist, at injektioner af CCK, pentagastrin og secretin i bughulen modificerede den neurale aktivitet i de dele af hjernen, der er involveret i dyrenes ædeadfærd (cf. Grovum, 1981).

Intravenøse injektioner af pentagastrin hæmmer foderoptagelsen hos får (Grovum et al., 1974; Grovum, 1981) og kontraktionsfrekvensen af netmaven (Chapman et al., 1979; Grovum, 1981). Udkillelsen af gastrin øges markant, når dyrene er inficeret med mave-tarmparasitter (Titcher & Anderson, 1977 cf. Grovum, 1981), hvilket måske er årsagen til den reducerede foderoptagelse hos parasitinficerede dyr (afsnit 2.4.4.).

Grovum (1981) har vist, at foderoptagelsen hos får reduceres, når der gives secretin intravenøst. Hos får tildelt relativt store mængder secretin intravenøst, mindskedes kontraktionsgraden af netmaven, men kontraktionsfrekvensen ændredes ikke.

CCK indsprøjet i cerebrospinalvæsken (Della-Fera & Baile, 1979) og intravenøst (Grovum, 1981) har reduceret foderoptagelsen hos får, mens andre forsøg (Baile, 1975) med intravenøse injektioner ingen effekt har haft. Bray (1978) betvivler CCK's rolle som mæthedsfaktor. Det kan imidlertid ikke udelukkes, at mave-tarmhormonerne har en indirekte indflydelse på foderoptagelsen via deres effekt på mave-tarmmotiliteten og udkillelsen af andre hormoner.

Andre hormoner: Optagelsen af en kraftfoderrig ration aftager hos kvæg (Aiten & Preston, 1964) og får (Forbes, 1970a) i den sidste del af drægtigheden. Denne nedgang i foderoptagelsen er sat i forbindelse med en øget udkillelse af både progesteron og østrogen gennem drægtigheden.

En øget progesteronudskillelse medfører større foderoptagelse hos enmavede dyr (Forbes, 1971). Dette er imidlertid ikke tilfældet for drøvtyggere, hvor progesteron tilsyneladende ingen effekt har på foderoptagelsen (Forbes, 1971). Intravenøse injektioner af østrogen hos kvæg (Muir et al., 1972), får (Forbes, 1972) og geder (Forbes & Rook, 1970) resulterede i en reduceret foderoptagelse. Effekten af østrogen på foderoptagelsen skyldes sandsynligvis receptorer i hjernen, fordi injektioner af østrogen i hjernevævet hos geder bevirkede en midlertidig reduktion i foderoptagelsen (Chowdhry, 1972 cf. Baile og Forbes, 1974). Det er således sandsynligt, at østrogen udskilt fra ovarierne reducerer foderoptagelsen hos dyr i brunst (Tarttelin, 1968), og at østrogen fra placenta hæmmer foderoptagelsen i den sidste del af drægtigheden hos får og kvæg (Forbes, 1971). Østrogens hæmmende effekt på foderoptagelsen sidst i drægtigheden kan delvis ophæves ved injektioner af progesteron (Muir et al., 1975; Bargeloh et al., 1975).

Prostaglandiner modifierer aktiviteten af adrenerge receptorer i hypothalamus (Hoffer et al., 1969) og kan derfor tænkes at påvirke foderoptagelsen. Injektioner af PGE1 i mediale og anteriore dele af hypothalamus forårsagede en reduceret foderoptagelse, hvorimod PGE2 ingen virkning havde (Baile et al., 1974).

Under spontane måltider havde adrenalin og noradrenalin kun effekt på foderoptagelsen, når de blev tildelt i koncentrationer, der var næsten letale (Baile & Martin, 1971).

#### 2.2.4 Konklusion

Både foderets palatabilitet, produkter fra omsætning af foderet og hormoner er vigtige elementer i regulering af foderoptagelsen. Hvor stor kvantitativ betydning de enkelte faktorer har i praksis er vanskeligt at bedømme, men det synes rimeligt at antage, at effekterne er additive, og at de jf. figur 2.3 koordineres i CNS.

De første indtryk af foderet, der evt. kan påvirke foderoptagelsen, får dyrene gennem syns- og lugtesansen. Foderets udseende synes dog ikke at påvirke foderoptagelsen, hvorimod foderets lugt kan påvirke dyrenes lyst til foderet. Det er dog tvivlsomt, om lugteindtrykket har så stor betydning som foderets smag. I præferencen af foder spiller, foruden lugt og smag, også foderets fysiske egenskaber en vigtig rolle. Således foretrækkes ungt plantemateriale fremfor ældre. Indhold af alkaloider eller ueheldige stoffer som aminer og aldehyder f.eks. dannet ved ensilering samt lavt pH mindsker ligeledes dyrenes ædelyst og hæmmer derved foderoptagelsen.

Ved omsætning af foderet i formaverne og intermediært dannes en række forskellige stofskifteprodukter, der er sat i forbindelse med sult og mæthedsfølelsen hos drøvtyggere. Blandt disse synes VFA at have hovedansvaret for den kemostatiske regulering på kort sigt. VFA afbryder nemlig foderoptagelsen, når koncentrationen bliver høj. Effekten på foderoptagelsen er ikke blot afhængig af mængden af de enkelte VFA, men også af vekselvirkningen mellem dem. På baggrund af Papas & Hatfields (1978) resultater bør VFA's rolle i reguleringen af foderoptagelsen måske nøje overvejes. Laktat, formiat og citronsyre kan hæmme foderoptagelsen, når de under specielle forhold optræder i

relativt høje koncentrationer i vommen. Glukose, aminosyrer, FFA og chylomikroner menes ikke at indgå i reguleringen af foderoptagelsen. Lipoproteiner er en mulig faktor i reguleringen af energibalancen.

Hverken insulin, glukagon eller væksthormon synes at have en direkte indflydelse på foderoptagelsen. Ud fra teoretiske overvejelser kan det dog ikke udelukkes, at disse hormoner indirekte kan påvirke foderoptagelsen via deres store indflydelse på energiomsætningen. Injektioner af glukokorticoider har stimuleret foderoptagelsen i nogle forsøg men ikke i andre.

Hormonerne cholecystokinin og gastrin har tilsyneladende en effekt på foderoptagelsen hos kvæg, men det vides ikke, om effekten er fremkommet som følge af injektion af disse i koncentrationer, der ligger ud over det fysiologiske område. Effekten af mave-tarmsystemets hormoner og peptider på foderoptagelsen kan være både direkte som mæthedssignaler registreret i hjernen og indirekte via deres indflydelse på mave-tarmmotiliteten og udskillelsen af andre hormoner.

Progesteron påvirker tilsyneladende ikke foderoptagelsen hos kvæg, hvorimod østrogen kan reducere foderoptagelsen betydeligt under brunst og i den sidste del af drægtigheden. Prostaglandiner kan muligvis reducere foderoptagelsen, mens adrenalin og noradrenalin kun hæmmer foderoptagelsen, når de injiceres i koncentrationer, der er næsten letale.

### 2.3 Fysiske faktorer

De fysiske faktorer er vigtige, fordi de begrænser foderoptagelsen, når der fodres med meget grovfoder. De er da også behandlet i en række oversigtsartikler, som danner baggrunden for dette afsnit (Mäkela, 1956; Balch & Campling, 1962; Kay & Hobson, 1963; Conrad, 1966; Balch & Campling, 1969; Bines, 1971; Sutton, 1971; Jones, 1972; Baile & Forbes, 1974; Bines, 1976a,b; Journet & Remond, 1976; Rohr, 1977; Baile, 1979; Bines, 1979; Wangsness & Muller, 1981).

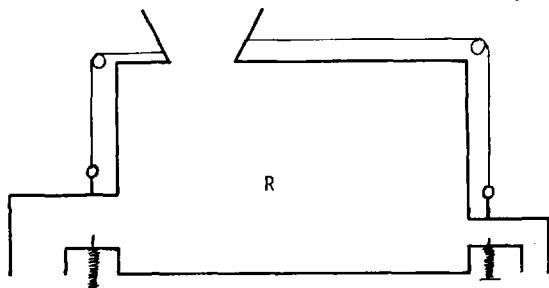
De fysiske faktorers indflydelse på foderoptagelsen er en følge af fordøjelseskanalens begrænsede kapacitet ( $K = \text{kg ts/time}$ ). Kapaciteten er hovedsagelig bestemt af vommens rumfang ( $R$ ), mængden af tørstof, der nedbrydes og absorberes fra vommen ( $kn = \text{kg ts/time}$ ) og mængden af tørstof, der passerer gennem net-bladmaven og videre i fordøjelseskanalen ( $kp = \text{kg ts/time}$ ). Dette er illustreret skematisk

i figur 2.6. R vedrører hovedsagelig dyret, hvorimod kn og kp især afhænger af faktorer ved foderet.

Vom-netmavens rumfang er i flere undersøgelser betragtet som den begrænsende faktor for foderoptagelsen, når der fodres med store mængder grovfoder (Cramton et al., 1960; Blaxter et al., 1961; Campling & Balch, 1961; Montgomery & Baumgardt, 1965; Purser & Moir, 1966; Nutt et al., 1980). Således fandt Campling et al. (1961) i et forsøg, hvor der blev fodret med forskelligt grovfoder, at volumenet af vomindholdet var det samme ved slutningen af et måltid uanset grovfoderart. Dette betragtede de som bevis for, at vomkapaciteten begrænsede foderoptagelsen. Når den fysiske struktur ændres fra langt til formalet grovfoder, standser optagelsen før denne fyldning af vommen er nået (Campling et al., 1963; Campling & Freer, 1966). Dette blev forklaret med, at den hurtigere passage af fine foderpartikler gennem vommen bevirkede, at distale dele af fordøjelseskanalen blev begrænsende for foderoptagelsen. Nyere undersøgelser er imidlertid ikke sammenfaldende med dette. Således mener Grovum & Phillips (1978), der infunderede methyl cellulose i løben hos får, at tarmenes kapacitet ikke er begrænsende for foderoptagelsen, fordi tarmene ved strækning af tarmvæggen kan indeholde og transportere meget mere chymus end nødvendigt under normale omstændigheder. Ligeledes vil formaling og pelletering af hø medføre en højere foderoptagelse - dette til trods for, at denne findeling bevirker nedgang i fordøjeligheden således, at der skal transportereres større mængder materialer gennem tarmsystemet (Greenhalgh & Reid, 1973).

$$K = f(R, kn, kp) \times \text{kg ts/time}$$

*(kg dry matter/hour)*



$$kn = \text{kg ts/time}$$

*(kg dry matter/hour)*

$$kp = \text{kg ts/time}$$

*(kg dry matter/hour)*

**Figur 2.6** Foderoptagelsen (K) afhængig af vom-netmavens rumfang (R), absorberet tørstof fra vommen (kp) og tørstof, der passerer videre gennem fordøjelseskanalen (kn).

**Figure 2.6** Feed intake (K) dependent on the volume of the reticulum, absorbed dry matter from the rumen (kp) and dry matter passing through the digestive tract (kn).

Det synes således generelt at være vommens fysiske kapacitet, der er begrænsende for foderoptagelsen og ikke de nedre dele af fordøjelseskanalen. Under fordøjelseskanalens kapacitet behandles derfor især vom-netmavens udvikling og rumfang hos voksende kvæg. Endvidere om-tales i følgende afsnit nogle faktorer ved foderet, som påvirker foderoptagelsen.

#### 2.3.1 Faktorer ved dyret: Formavernes udvikling i relation til fodring, alder og genotype

Dyrenes alder og vægt: Ved fødslen udgør vom-netmaven og bladmaven kun ca. halvdelen af mavernes samlede vævsmængde. Hvordan dette ændres med alderen ses af tabel 2.3.

Tabel 2.3 Den procentvise fordeling af mavernes samlede vævsmængde på henholdsvis vom-netmave, bladmave og løbe (Warner & Flatt, 1965).

Table 2.3 Percentage of total stomach tissue contributed by each compartment for calves (Warner & Flatt, 1965).

	Alder i uger - Age in weeks						
	0	4	8	12	16	20-26	34-38
Vom-netmave <i>Reticulorumen</i>	38	52	60	64	67	64	64
Bladmave <i>Omasum</i>	13	12	13	14	18	22	25
Løbe <i>Abomasum</i>	49	36	27	22	15	14	11

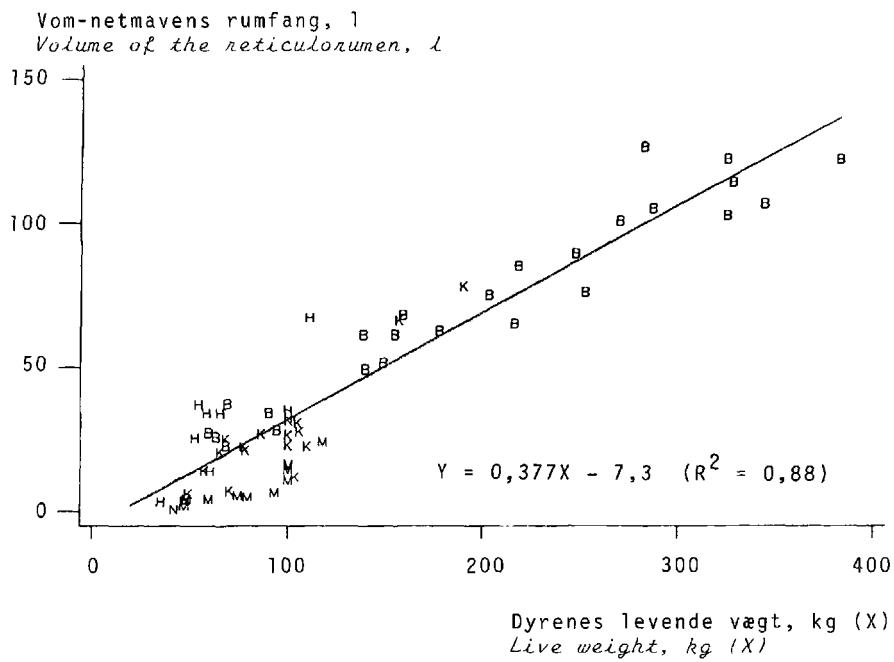
Resultaterne i tabel 2.3 er gennemsnit af flere forsøg. Tabellen viser, at der sker en hurtig stigning i størrelsen af vom-netmaven, hvorimod løbens relative størrelse gradvis mindskes. Bladmavens relative størrelse øges langsomt og når først sin maximale relative størrelse efter ca. 3/4 år. Der sker således en voldsom udvikling af maverne 2-6 uger efter fødsel, og efter 12-16 uger er ændringerne små.

Den procentvise fordeling af mavernes samlede vævsmængde på henholdsvis vom-netmave, bladmave og løbe, hos Angus der vejede 250-400 kg er i god overensstemmelse med resultaterne i tabel 2.3 (Carnegie et al., 1969; Murray et al., 1977). Carnegie et al. (1969) konkluderer, at fordøjelseskanalen og dens enkelte dele næsten er færdigudviklet, allerede når dyrene vejer 250 kg, fordi den relative vægt af de enkelte organer ikke ændredes signifikant i vægtintervallet 250-400 kg.

Hvordan den relative udvikling af fordøjelseskanalen afhænger af dyrenes vægt er vist af Ingvartsen (1983) på grundlag af en række forsøg (Warner et al., 1956; Harrison et al., 1960; Tamate et al., 1962; Apelt, 1965; Stobo et al., 1966a, b; Strudsholm, 1983a) omfattende 263 dyr samt af Strudsholm et al. (1985).

Vom-netmavens vævsvægt øges tilsyneladende lineært med dyrenes vægt, men for dyr op til ca. 125 kg synes vævsvægten at være påvirket af fodringen. I forsøg med får har Purser og Moir (1966) ligeledes fundet en signifikant sammenhæng mellem levendevægten og vægten af den tømte vom-netmave.

Rumfanget af vom-netmaven bestemt ved "vandfyldningsmetoden" øges lineært med stigende vægt (figur 2.7) (Strudsholm et al., 1985), i hvert fald inden for vægtintervallet 50-350 kg. Rumfanget synes dog i endnu højere grad end vævsvægten af vom-netmaven at afhænge af fodringen (Ingvartsen, 1983).



Tegnene repræsenterer dyrenes fodring: N = nyfødt - ingen fodring; M = mælk, K = mindst 75% kraftfoder, H = mindst 75% hø, B = kraftfoder + hø eller halm.

Legends which represent type of feeding: N = newborn - not fed; M = milk; K = more than 75% concentrate; H = more than 75% hay; B = concentrate + hay or straw.

Figur 2.7 Sammenhængen mellem dyrenes vægt og rumfang af vomnetmaven.

Figure 2.7 Relationship between live weight of cattle and volume of the reticulorumen.

Det skal slutteligt bemærkes, at rumfanget målt ved "vandfyldningsmetoden" med 3 cm overtryk er ækvivalent med den maksimale mængde vand, der kan fyldes i vommen in vivo. Dog er dette rumfang 1,5-1,7 gange større end det maksimale vom-netmaveindhold umiddelbart efter, at dyrene er fodret med hø (Warner & Flatt, 1965). Det er således ikke et fysiologisk mål, men det er udmarket til at beskrive vom-netmavens kapacitet med stigende vægt.

Hvorledes foderoptagelsen kvantitativt øges med levendevægten, behandles nærmere i kapitel 3.

Fodringen: For at formaverne skal udvikle sig normalt, er det nødvendigt, at dyrene fodres med tørfoder. Udviklingen af formaverne forløber således meget svagt, når kalve udelukkende fodres med mælk (Stobo et al., 1966b; Apelt, 1965; Tamate et al., 1962; Harrison et al., 1960; Loe et al., 1959; Niedermeier et al., 1955), selv når dyrene vejer helt op til 350 kg (Roy et al., 1973). Lignende resultater er fundet i forsøg med lam (Oh et al., 1972).

Ingvartsen (1983) har illustreret, at vævsvægten af vom-netmaven hos kalve op til 125 kg er noget højere, når der tildeles tørfoder, end når der kun tildeles flydende foder. Muskeludviklingen i vomvægen, der er vigtig for drøtvtygningen og blanding af formaveindholdet er betinget af, at vommen indeholder foder, der fysisk belaster og irriterer vomvæggen. Vægten af vom-netmaven synes dog ikke at være så afhængig af et lavt kraftfoder/grovfoderforhold som vom-netmavens rumfang. Strudsholm et al (1985) fandt ingen sikre forskelle i vævsvægten af vommen mellem dyr (150-400 kg), der var opdrættet på henholdsvis energirigt og energifattigt foder.

Kalve, der hovedsagelig er fodret med hø, har større vom-netmavevolumen end kalve, der er fodret med både kraftfoder og hø, som igen har større volumen end de, der hovedsagelig er fodret med kraftfoder. Det forøgede rumfang ved fodring med grovfoder menes hovedsagelig at skyldes en fysisk stimulering (Tamate et al., 1962) og strækning af vævet (Roy, 1980).

Bladmavens vægt og rumfang synes at udvikles på tilsvarende måde som vom-netmaven afhængig af fodringen, blot ikke så ekstremt. Løbens vægt og rumfang synes derimod ikke at påvirkes i forhold til kropsvægten (Harrison et al., 1960).

Et dansk forsøg (Strudsholm et al., 1985) tyder på, at store mængder fyldende foder i opdrætningsperioden kan stimulere

tørstoptagelsen i den første periode efter kælvning, men at denne "prægning" ikke er vedvarende.

Forskelle mellem genotyper: Butler-Hogg & Wood (1981) fandt i en undersøgelse med 92 HF-stude og 62 Jersey-stude i alderen 13 dage til 18 måneder ikke nogen forskel i udviklingsforløbet af en række indre organer, når der ses bort fra tarmene, der var relativt tidligt udviklet. Vækstkoeficienterne for vægten af vom-netmaven og bladmave + løbe var henholdsvis 1,300 og 1,154, hvilket betyder, at disse organer udgør en stigende procentisk andel med stigende vægt.

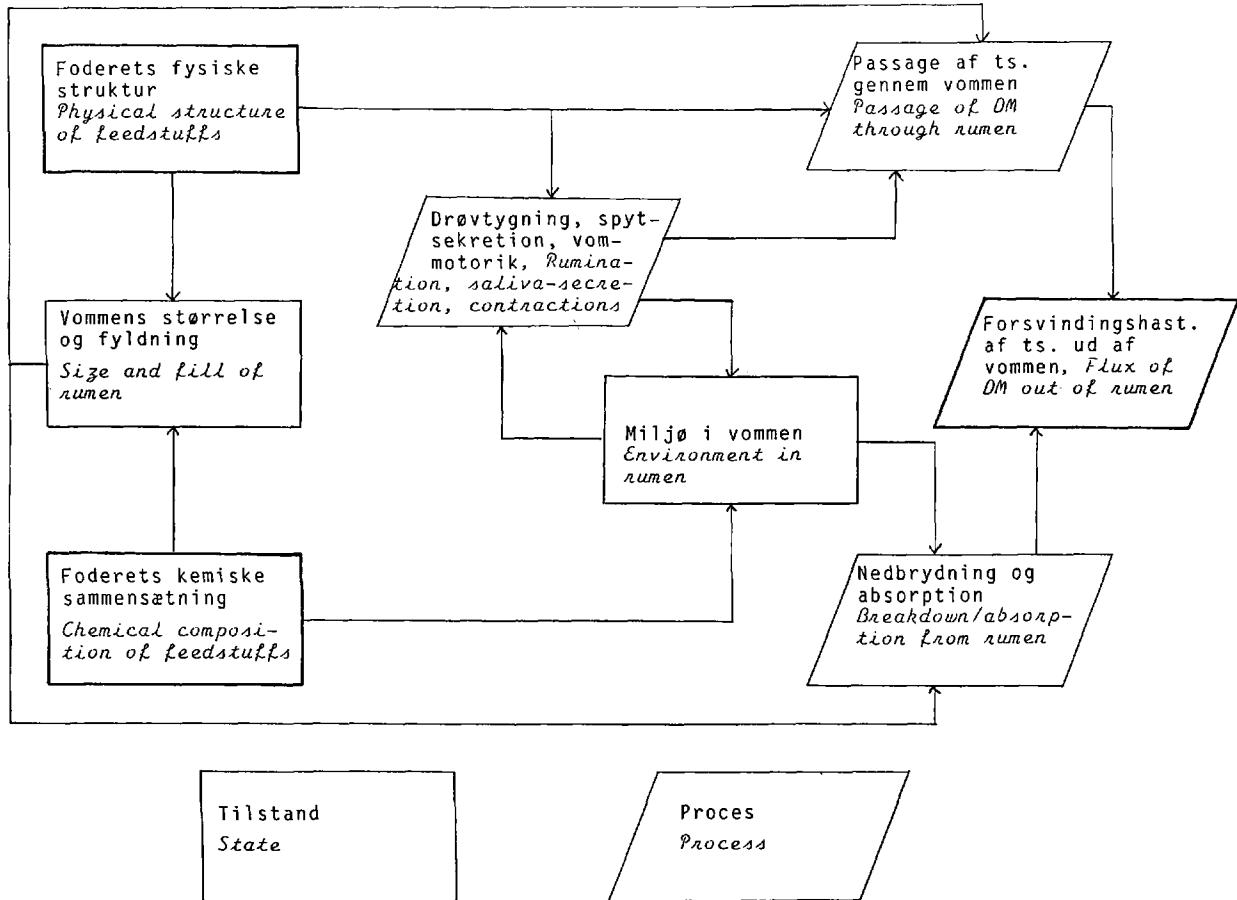
Det forekommer dog overraskende, at disse organer skulle vokse relativt hurtigere end levendevægten helt op til en alder af 18 måneder, hvor dyrne har nået ca. 2/3 af deres udvoksede vægt. Der er behov for nye undersøgelser, hvis det skal afsløres, om forskellige genotyper f.eks. har forskellig vom-netmaverumfang og dermed forskellig fysisk kapacitet.

### 2.3.2 Faktorer ved foderet, der påvirker nedbrydningen i og passagen gennem vommen

Ved et givet vomvolumen (R) er foderoptagelsen (K) ca. lig summen af  $k_n$  og  $k_p$  (figur 2.6). Jo hurtigere nedbrydningen og den videre transport foregår, jo før er der plads til nyt foder i vommen.

Nedbrydnings- og passagehastigheden gennem vommen afhænger især af foderrationens egenskaber. Således har foderets fysiske form og kemiske sammensætning stor indflydelse på disse og dermed på foderoptagelsen (figur 2.8).

Foderets kemiske sammensætning: Når foderoptagelsen er fysisk regulert, er det de langsomt nedbrydelige foderfraktioners fylde i vommen, der begrænser foderoptagelsen. Let forgærbare næringsstoffer som stivelse, der udgør en stor del af f.eks. kraftfoder, forgæres hurtigt i vommen, og den gennemsnitlige opholdstid i vommen (turn-overiden) af disse fraktioner er derfor lille. Let forgærbare stoffer virker derfor ikke begrænsende på foderoptagelsen. Undtaget herfra er dog de situationer, hvor forgæringsforløbet af letomsættelige fraktioner hæmmer aktiviteten af de cellulolytiske mikroorganismer.



Figur 2.8 Hvoriedes foderets fysiske form og kemiske sammensætning påvirker foderoptagelsen.  
 Figure 2.8 How the physical form and chemical composition of the feed affect the feed intake.

De tungt nedbrydelige fraktioner udtrykkes afhængig af analysemetode som træstof (cellulose + dele af lignin og hemicellulose) eller som cellevægsbestanddele (cellulose + hemicellulose + ligning).

Inden for lucerne og forskellige græsser har Van Soest (1965) fundet, at foderoptagelsen er korreleret til den kemiske sammensætning. Imidlertid er sammenhængene mellem foderoptagelse, fordøjelighed og kemisk sammensætning meget afhængig af grovfoderets art. Det eneste mål, der generelt havde sammenhæng med foderoptagelsen, var mængden af cellevægsbestanddele (CWC). Van Soest (1965) konkluderer således, at foderoptagelsen hæmmes, når CWC udgør mere end 50-60% af rationens tørstof. Med stigende indhold af CWC i rationen falder foderoptagelsen, og dette fald forstærkes med stigende mængder CWC. Foderoptagelsen synes stærkt korreleret med både den kemiske sammensætning og fordøjeligheden, når rationens indhold af CWC er høj, mens dette ikke er tilfældet, når CWC indholdet er lavt.

Van Soests resultater underbygges af nyere forsøg med får (Seoane, 1982) og kvæg (Colburn et al., 1968; Horn et al., 1979).

Kristensen (1983) fandt imidlertid, at foderoptagelsen var bedre korreleret til foderets indhold af træstof end til indholdet af CWC, når foderrationen havde varierende kraftfoder/grovfoderforhold og grovfoderet varierende fordøjelighed. Begrundelsen herfor er, at træstofindholdet sandsynligvis giver et bedre udtryk for CWC-tilgængeligheden og dermed foderets nedbrydelighed og passagehastighed i fordøjelseskanalen. Kristensen (1983) fandt god overensstemmelse mellem fordøjelighed og foderoptagelsen inden for de enkelte grovfodermidler, men påviste, at der er en dårlig sammenhæng mellem foderets fordøjelighed og foderoptagelsen mellem forskellige grovfodermidler, fordi der ikke er sammenhæng mellem et grovfoders fordøjelighed og den hastighed, hvormed det omsættes og nedbrydes i vommen, hvilket er i overensstemmelse med Lippke (1980).

Waldo et al. (1972) har opstillet en model, der beskriver forsvindingshastigheden af cellulose og hemicellulose ud af vommen. Lignin, der ikke nedbrydes i vommen i nærværdig grad, men kun forsvinder ved videre passage gennem fordøjelseskanalen, indgår ikke i modellen. Modellen bygger på tre antagelser: 1) de kemiske komponenter kan deles i potentieligt fordøjelige og ufordøjelige fraktioner; 2) passagehastigheden økvivalerer en første ordens reaktion; 3) fordøjelseshastigheden økvivalerer en første ordens reaktion.

Forsvindingshastigheden af cellulose ud af vommen bestemmes ud fra følgende formler (Waldo et al., 1972):

$$A = A_0 \cdot e^{-(k_1 + k_2) \cdot t}$$

$$B = B_0 \cdot e^{-k_2 \cdot t}$$

hvor

A = forsvindingshastighed af potentieligt fordøjeligt cellulose ud af vommen

B = forsvindingshastighed af ufordøjeligt cellulose ud af vommen

$A_0$  = mængden af potentieligt fordøjeligt cellulose ved  $t = 0$

$B_0$  = mængden af ufordøjeligt cellulose ved  $t = 0$

$k_1$  = fordøjelseshastigheden

$k_2$  = passagehastigheden

$t$  = tid i timer

Gill et al. (1969) fandt en meget høj korrelation mellem forsvinden-gen af fordøjeligt cellulose in vitro og optagelsen af fordøjeligt tørstof hos køer, der blev fodret med kløvergræsensilage med højt tørstofindhold. Endvidere har Smith et al. (1970) fundet, at fordøjelseshastigheden in vitro af CWC fra forskellige grovfodermidler følger første ordens reaktion.

Waldo et al. (1972) mener ikke, at lignificeringsgraden påvirker forgæringshastigheden, hvilket dog er modsat opfattelsen af Van Soest (1973) og Thomsen & Muangecharoen (1973).

Hvis lignin indgår i puljen af ufordøjeligt stof, så er summen af A og B lig den mulige foderoptagelse. Herved bliver beregning af foderoptagelsen meget lig problemstillingen i figur 2.6. Nedbrydningshastigheden i vommen er således af stor betydning for foderoptagelsen. Modellen burde dog udbygges med forgæringshastigheden af kulhydratfraktionerne.

Forskellene i nedbrydningshastigheden skyldes bl.a. lignificeringsgraden, fordi en varierende del af hemicellulosen og cellulosen er omkapslet af eller bundet til lignin. Det bevirket, at den mikrobielle nedbrydning enten ikke kan finde sted eller foregår meget langsomt (Sullivan, 1966; Thomsen & Muangecharoen, 1973; Van Soest, 1973). Forgæringshastigheden af disse fraktioner styres af aktiviteten af de cellulolytiske mikroorganismes (Schwartz & Gilchrist, 1975), som igen påvirkes af fodringen og foderets sammensætning (figur 2.8).

DE cellulolysiske bakterier trives bedst ved en relativt høj pH konstant pH-verdi (Ørskov, 1976). I et forsøg med kørne kromen og andresen (1979) dog ikke finde forskel i foderoptagelseen, når foderet blev tildelet som fuldfoder frem for separat tildeeling af de enkelte fodermidler. Som før havnede fortælleres stivelse meget hurtigt, og det bedreder ikke pH-fald på grund af den nedsatte syrer. Foreden foderret sammensætning (Kaufmann et al., 1980) påvirkes vormindholdets pH mindst (Rumsey et al., 1970), foderret cellulolysiske struktur (Norgaard, 1981), foderintivæu ieretid også af foderet cellulolysiske struktur (Kaufmann, 1976; Kaufmann, 1975; Kauermann et al., 1976; Kauermann et al., 1980) og foderintivæu Hvelplund, 1975; Kauermann, 1976). Krohn & Hvelplund (1979) resulterer antyder dog, at mindre udsving i vormasskens pH, også under 6,5, næppe mangde (kvaliteten af mineralstoffer) til vormmens mikroorganismer er således nødvendig for en maksimal tertiær optagelse af langsomt nedbrydelse, som påvirker passagertidens ud af vormen (kp i figur 2-6).

Foderets cellulolysiske struktur påvirker foderoptagelsen (figur 2-8). Der er tale om en direkte effekt iher via foderpartiklernes størrelse, som påvirker passagertidens ud af vormen (kp i figur 2-6).

Ning for vormmildøjet af dermed omsætningen af de langsomt nedbrydelige Envidere er der en indirekte effekt via den cellulolysiske strukturs betydelig, der have det største antal mæltidder af drivtygningssperidet samt den længste tyggetid (Norgaard, 1981). Dette har indirekte betydning for vormmildøjet, idet spytsekretionen afhænger af den tid, dyrene anvender til at opfage foder, tygge drev eller hvile (Balle, 1961; Balle

Kvæg, der føder ad libitum med ufindeligt strukturrigt grøvfoder, har ikke umiddelbart efter et stortte måltid.

begyndelsen af et velsmagende strukturrigt måltid og mindst under & Balch, 1961a, b; Wilson, 1963). Spytsekretionen er desuden størst i til at opfage foder, tygge drev eller hvile (Balle, 1961; Balle

og proteinstoffer (Kay, 1966), hvis funktion på flere mader påvirker spyt er en basisk væske, som består af ca. 99% vand og 1% mineraler og præparerer (Kay, 1966), hvis funktion på flere mader påvirker spyt er en basisk væske, som består af ca. 99% vand og 1% mineraler

foderoptagelsen. Spyttet opbløder og "smører" foderet og letter der ved den mekaniske findeling og synkningen (Bartley, 1975). Endvidere tilfører spyttet hovedparten af vomindholdets salt og 40-75% af vommens væskeindhold (Poutianen, 1968) samt mindre mængder kvælstof i form af mucoprotein og urea (Kay & Hobson, 1963). Desuden har spytts indhold af især bicarbonat og fosfat en stabiliserende effekt på vomindholdets pH (Kay, 1966). Slutelig skal nævnes, at spyttet tilfører vommen stoffer, som hindrer dannelsen af skum (Van Horn & Bartley, 1961), og som nedsætter vomvækvens overfladespænding og dermed risikoen for trommesyge (Clarke & Reid, 1974).

En god vommotorik stimulerer foderoptagelsen, idet vom-netmavekontraktionerne fremmer passagen af væske og mindre foderpartikler ud af vommen, mens grovere foderpartikler tilbageholdes (Church, 1975). Den højeste formavemotorik opnås, når der fodres med strukturrigt foder ad libitum (Nørgård, 1981), mens den er ubetydelig hos fastende dyr (Reid, 1963). Formaverne motorik styres af den forlængde marv og stimuleres gennem foderoptagelses- og drøvtygningsaktiviteten samt foderpartikernes irritation af receptorer i vom-netmaveepithelet (Ash & Kay, 1959). Modsat hæmmes vommens kontraktioner af høje VFA koncentrationer (Svendsen, 1975), lavt pH i tyndtarmen (Bruse & Huber, 1973) og af adrenalin og noradrenalin (Ash & Kay, 1959). Motorikken i formaverne har betydning for blandingen af vomindholdet og for drøvtygningsaktiviteten.

Fodring med strukturrigt foder påvirker således omsætningen af de tungt omsættelige fraktioner af foderet via en stimulering af vommotorikken og tyggeaktiviteten og dermed spytsekretionen. Kør har en maksimal tyggetid på ca. 1000 min./døgn (Nørgaard, 1981). Det antages, at voksende kvæg, der hovedsageligt har været fodret med grovfoder, har en tilsvarende tyggekapacitet. Nørgaard (1981) konkluderer, at tyggetiden for strukturrige fodermidler kan være den begrænsende faktor for foderoptagelsens størrelse, og at dette kan anvendes til at forudsige dyrenes foderoptagelse. Nørgaard antager nemlig, at et givet fodermiddel kan tillægges en given tyggetid. Det foreslæde system er imidlertid udelukkende baseret på fodring af køer med meget strukturrige rationer og er derfor ikke anvendeligt i praksis til forudsigelse af foderoptagelsen hos opdræt og ungtyre.

Ved en fysisk forarbejdning kan foderets partikelstørrelse mind-

skes, og dette har som tidligere nævnt en direkte effekt på foderoptagelsen. Dyrenes foderoptagelse kan således øges, ved at foderet enten snittes, presses i briketter, pelleteres eller formales. Ved en sådan forarbejdning mindskes foderets strukturværdi imidlertid også - alt afhængig af findelingsgraden. En dårligere struktur vil som tidligere omtalt generelt medføre en mindre vommotorik og en lavere spytsekretion og dermed dårligere miljø i vommen. På trods heraf bevirker formindskelse af foderets partikelstørrelse en højere foderoptagelse som følge af en højere passagehastighed af foderpartikler ud af vommen (kp i figur 2.6). Til gengæld falder fordøjeligheden af de relativt langsomt forgærbare fraktioner af foderet. Spørgsmålet i praksis er så, hvor meget det kan betale sig at findele foderet til voksende kvæg, hvilket ikke kan besvares med den nuværende viden.

### 2.3.3 Konklusion

Når foderoptagelsen er fysisk reguleret, er den generelt begrænset af vom-netmavens fysiske kapacitet. De øvrige dele af fordøjelseskanaLEN menes ikke at være begrænsende.

Der er en rimelig sammenhæng mellem dyrenes levendevægt, vom-netmavens vævsvægt og dens rumfang. Den fysiske kapacitet af formaverne øges lineært med stigende vægt, men det forventes dog, at den marginale kapacitet med stigende vægt mindskes, når dyrene nærmer sig udvikset størrelse. Hos dyr op til ca. 125 kg synes især vomnetmavens rumfang, men også dens vævsvægt, at være meget afhængig af fodringen. Fodring med fyldende foder giver større vom-netmavevolumen og højere vævsvægt end fodring med energirigt foder. Om dette også er tilfældet hos større dyr er tvivlsomt. Det er næppe muligt at "præge" dyrene til at blive "gode grovfoderomsættere" gennem foderingen i opvækstperioden. Om forskellige genotyper har uens vom-netmave rumfang og dermed forskellig fysisk kapacitet vides ikke.

Foderoptagelsen afhænger også af en række faktorer ved foderet. Letomsættelige dele af foderet forgæres hurtigt og passerer hurtigt ud af vommen. Derfor begrænser disse fraktioner ikke foderoptagelsen, når denne er fysisk reguleret. Undtagelsen herfra er, hvis den hurtige forgæring bevirker pH fald i vommen, som hæmmer aktiviteten af de cellulolytiske bakterier og således indirekte nedbrydningen af de tungtomsættelige cellevægsbestanddele.

Cellevægsbestanddele eller træstof har en lang opholdstid i vommen og kan derfor virke fysisk begrænsende på foderoptagelsen, når disse fraktioner tildeles i større mængder. Udenlandske forsøg tyder på, at cellevægsbestanddele er den kemiske fraktion, der er bedst korreleret til foderoptagelsen, men i danske forsøg er der imidlertid bedre overensstemmelse mellem træstofffraktionen og foderoptagelsen.

Teoretisk synes det mest rimeligt at relatere foderoptagelsen til mængden af cellevægsbestanddele. Skal mængden af cellevægsbestanddele imidlertid anvendes som indikator for, hvor meget dyrene kan æde, er det nødvendigt, at man kan tage højde for denne fraktions nedbrydelighed og forgæringshastighed, fordi disse tilsyneladende varierer afhængig af planteart, udviklingstrin o.s.v. Lignificeringsgraden og forgæringshastigheden bestemt ved *in vitro* forsøg kan muligvis anvendes i denne forbindelse.

For at opnå maksimal tørstofoptagelse er det vigtigt, at vommiljøet favoriserer aktiviteten af cellulolytiske mikroorganismer så forgæringen af cellulose og hemicellulose forløber optimalt. Dette sikres bedst ved at fodre dyrene således, at pH i vommen er omkring 6,5, og at forsyningen af substrat (energi, kvælstof og mineralstoffer) til vommens mikroorganismer er optimal.

Et godt vommiljø sikres bl.a. ved at fodre kvæg med strukturrigt grovfoder. Derved opnås en livlig vommotorik og en stor sputsekretion, og som følge deraf bedre betingelser for den mikrobielle omsætning af langsomt nedbrydelige foderfraktioner i vommen.

Fodring med strukturrigt foder begrænser imidlertid foderoptagelsen på grund af foderets fylde i vommen og dyrenes begrænsede tyggekapacitet. Ved at mindske foderets partikelstørrelse ved snitning eller formalin kan dyrenes foderoptagelse øges væsentligt. Dette skyldes, at passagehastigheden af foderpartiklerne ud af vommen øges, men samtidig hermed fås imidlertid lavere fordøjelighed af specielt de langsomt nedbrydelige fraktioner af foderet. Disse forhold bør tages i betragtning ved fodring af voksne kvæg, hvorfor det vil være betydningsfuldt, hvis der på baggrund af litteraturen kan skaffes overblik over, hvorledes foderets fordøjelighed, dyrenes foderoptagelse og -udnyttelse påvirkes kvantitativt af ændringer i foderets struktur og fysiske form.

## 2.4 Andre forhold der påvirker foderoptagelsen

Der er flere forhold/faktorer end de allerede nævnte, der påvirker foderoptagelsen. I det følgende skal kort omtales enkelte andre, som det kan være relevant at have kendskab til. Det drejer sig om drægtighed, dyrenes fedningsgrad, mangel på enkelte næringsstoffer, sygdom og forgiftninger, temperatur samt adfærd/stress.

### 2.4.1 Drægtighed

Forbes (1970) har i en oversigtsartikel beskrevet, hvordan drægtighed påvirker drøvtyggers foderoptagelse. Han konkluderer, at de fleste informationer vedrørende drægtighedens indflydelse på foderoptagelsen stammer fra forsøg, som primært havde andre formål. Endvidere har de fleste undersøgelser kun beskæftiget sig med foderoptagelsen de sidste 6 uger af drægtigheden. På trods af dette var det dog muligt at drage visse konklusioner.

I den første del af drægtigheden bliver dyrenes appetit tilsyneladende stimuleret, men dette ændres i løbet af drægtigheden. Fosterets volumen i den sidste del af drægtigheden er så stor, at den på trods af en udvidelse af bughulens rumfang reducerer vom-netmavens kapacitet. Dette bevirker en mindre optagelse af fysisk fyldende grovfoder. På hvilket stadium af drægtigheden dette intræder, og hvor meget foderoptagelsen hæmmes, afhænger sandsynligvis af fosterets størrelse, moderdyrets fedningsgrad, foderets fordøjelighed og passagehastigheden. I den sidste del af drægtigheden øges drøvtygningstiden og passagehastigheden af foderet imidlertid. Dette skulle give en større foderoptagelse, men kan dog ikke opveje fosterets negative indflydelse. Ofte sker der en reduktion af foderoptagelsen i den sidste del af drægtigheden på trods af, at der fodres med rationer, der normalt ikke hæmmes af fysiske faktorer. Årsagen hertil er sandsynligvis hormonelt betinget.

Andre undersøgelser (Penzhorn og Meintjes, 1972 cf. Bines, 1976b; Jordan et al., 1973) er i overensstemmelse med Forbes' konklusion.

### 2.4.2 Fedningsgrad

Generelt øges dyrenes fedningsgrad med stigende levendevægt (Andersen, 1975; Andersen et al., 1975). I en række forsøg (Mather, 1959; Campling, 1966a; Tulloh, 1966; Bines et al., 1969; Reid & Robb, 1971;

Bines, 1976b; Blaxter, 1976; Paquay et al., 1979) er det fundet, at fede dyr har en mindre foderoptagelse end magre. Dette kan skyldes "feedback" mekanismer fra fedtdepoterne (Forbes, 1980a), men også at øget fedningsgrad medfører, at mængden af bughulefedt øges relativt meget, og at der derved er mindre plads til vom-netmaven og dens indhold. Forbes (1970) har vist, at drægtighed og øget fedningsgrad mindsker vom-netmavens volumen, og at disse effekter er additive. Således har Forbes (1968, 1969) hos får fundet en signifikant negativ sammenhæng mellem volumen af vom-indholdet og volumen af "ukomprimerbart" bughuleindhold (foster, bughulefedt, tom fordøjelseskanal, lever, milt og nyre).

#### 2.4.3 Mangel på næringsstoffer

Hvis blot et enkelt næringsstof er i underskud, kan det reducere foderoptagelsen ganske væsentligt, enten fordi det hæmmer omsætningen i vommen, eller fordi det hæmmer den intermediære omsætning. Således konkluderer Bines (1979), at forudsætningen for maksimal foderoptagelse hos køer er, at de tildeles tilstrækkeligt protein med en passende oploselighed, således at mikroorganismernes behov dækkes. Og at tilførslen til tarmen er så stor, at køernes behov for aminosyrer dækkes.

Baile & Forbes (1974) refererer, at foderoptagelsen hos drøvtygge-  
re hæmmes, når der er mangel på følgende mineraler: Ca, Mg, K, P, Na,  
Co, Cu, Zn. Ligeledes bevirker mangel på vitamin A, vitamin D og ri-  
boflavin (hos kalve og lam) en nedsat foderoptagelse.

#### 2.4.4 Sygdom og forgiftning

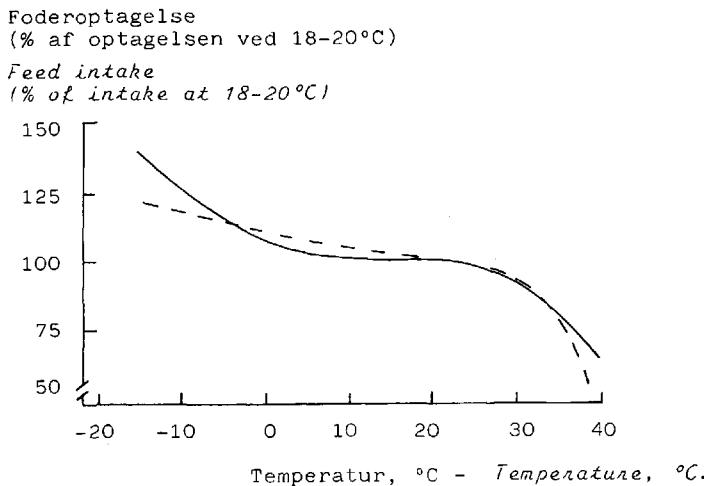
Foderoptagelsen reduceres ofte meget hurtigt ved fordøjelsessyg-  
domme som f.eks. acidose (se afsnit 2.2.2) og trommesyge (Cole &  
Boda, 1960; Bartley et al., 1975; Reid et al., 1975). Andre forstyr-  
relser som f.eks. infektion i løbe-tarmkanalen og løbe-tarmorm (Sykes &  
Copp, 1976; Van Adrichem & Shaw, 1977a, b) bevirker, ligesom en  
række andre sygdomme, en reduceret foderoptagelsen.

Overforsyning med foderurea (Wilson et al., 1975; Kertz et al.,  
1982) og mineralerne F, Mo, Se og Zn (Baile & Forbes, 1974) kan virke  
toxisk og hæmmer foderoptagelsen. Kroniske forgiftninger med f.eks.  
Pb, Cu og plantegiftstoffer hæmmer ligeledes foderoptagelsen.

#### 2.4.5 Temperatur

I 1960 fremsatte Brobeck teorien om den termostatiske regulering af foderoptagelsen (cf. Baile & Forbes, 1974). Ifølge denne teori reguleres foderoptagelsen via ændringer i varmeproduktionen. Brobecks teori er imidlertid ikke korrekt ifølge nyere undersøgelser (Bailey & Mayer, 1968c; Dinus et al., 1970). Omgivelsernes temperatur kan nemlig påvirke foderoptagelsen gennem et kompleks af hormonelle og fysiologiske ændringer i dyrene (Young, 1981).

Indflydelsen af omgivelsernes temperatur på foderoptagelsen: Foderoptagelse hos kvæg påvirkes mest af temperaturer uden for den termoneutrale zone. Den termoneutrale zones øvre og nedre grænser er imidlertid ikke kun afhængig af omgivelsernes temperatur, men også af vindhastighed, luftfugtighed, hårlagets tykkelse og fedningsgraden (Young, 1981). Foderoptagelsen reduceres væsentligt, når omgivelsernes temperatur overstiger dyrenes legemstemperatur (figur 2.5), sandsynligvis ikke forårsaget af hunger/mæthedssystemet, men af stress (Fuquay, 1981).



Figur 2.5 Temperaturens indflydelse på foderoptagelsen hos lakterende køer (—) og fedekvæg (---) (Ames et al., 1981).

Figure 2.5 Effect of environmental temperature on feed intake in lactating cows (—) and feedlot cattle (---) (Ames et al., 1981).

Temperaturens indflydelse på passagehastigheden: Stress, forårsaget af høje temperaturer reducerer foderoptagelsen, men øger fordøjeligheden, fordi passagehastigheden i fordøjelseskanalen mindskes (Lippke, 1975). Den langsommere passagehastighed skyldes sandsynligvis en mindre tyroxinudskillelse.

Kvæg og får, der udsættes for kulde, fordøjer en mindre del af foderet (Christopherson, 1976) og har en større appetit (Young, 1981). Ændringer i fordøjeligheden menes at være uafhængig af foderoptagelsen og synes i stedet at hænge sammen med en øget motilitet i fordøjelseskanalen, en øget passagehastighed og et øget indhold af thyroxin i plasmaet (Atterby og Johnson, 1969; Westra & Christopherson, 1976; Kennedy et al., 1977). Derimod mindskes vomvolumen og væskeoptagelsen (Degen & Young, 1980). Den øgede passagehastighed gennem vommen mindsker nedbrydningen af det organiske stof (Kennedy et al., 1976; Kennedy & Milligan, 1978). Kennedy et al. (1976) og Kennedy & Milligan (1978) har således fundet et fald i fordøjeligheden af organisk stof fra ca. 51,1% til 47,7% og fra 58,1% til 52,8%, når temperaturen faldt fra henholdsvis 20° C til 0° C og 23° C til 3° C.

Temperaturen i formaverne er normalt højere eller lig legemstemperaturen og nedsættes ikke væsentligt, selv om dyrene udsættes for kulde (Bailey et al., 1962; Kelly et al., 1967). I hvor høj grad en forbigående sækning af formaveindholdets temperatur ved fodring med koldt foder påvirker den mikrobielle aktivitet i vommen, og dermed foderoptagelsen, vides ikke. Cunningham et al. (1964) har dog vist, at forskelle i drikkevandets temperatur ikke påvirker fordøjeligheden af tørstof, energi og protein hos køer. Derimod påvirkes foderoptagelsen, når der infunderes vand med forskellig temperatur i vommen. I forhold til foderoptagelsen ved infusion af 30° C vand, øger infusion af 5° C vand således foderoptagelsen med 24%, hvorimod infusion af 49° C vand nedsætter foderoptagelsen med 9% (Bhattacharya & Warner, 1968b).

#### 2.4.6 Adfærd og stress

Intensivt kvægbrug påvirker ofte dyrenes naturlige adfærdsmønstre stærkt og derigennem det enkelte dyrs foderoptagelse.

Foderoptagelse i relation til adfærd er undersøgt i flere danske arbejder (Krohn, 1974, 1981) (Konggaard & Krohn, 1975, 1978a, 1978b; Krohn & Konggaard, 1976, 1980, 1982; Konggaard et al., 1982, Munksgaard, 1982). Går dyrene i løsdrift, betyder deres alder/vægt,

evt. horn, anciennitet i flokken, hurtighed og temperament meget for, om de er placeret højt eller lavt i rangordenen. Dyr af høj rangorden æder først og kan holde dyr af lavere rangorden væk, hvis f.eks. staldindretningen er uhensigtsmæssig. Skal enkelte fodermidler, f.eks. kraftfoder, gives i begrænsede mængder, kræver det, at dyrene kan fodres individuelt. Ønskes optagelsen af grovfoder maksimeret, er det vigtigt, at dyrene har adgang til foderet hele døgnet. Dette underbygges i et forsøg med køer, hvor Freer & Campling (1963) fandt, at foderoptagelsen øgedes med 20%, når dyrenes adgang til foder blev øget fra 5-24 timer i døgnet.

Fri og rigelig adgang til rent vand er ligeledes væsentlig for en maksimal foderoptagelse (Calder et al., 1964; Kirchgessner et al., 1983), fordi dehydrering stresser dyret og hæmmer dets optagelse af foder.

Sluttelig skal det nævnes, at øget daglængde (antal timer med lys) stimulerer dyrenes foderoptagelse (Forbes, 1982a). Effekten skyldes rimeligtvis hormonelle faktorer.

### 3 MODELLER TIL BESKRIVELSE AF FODEROPTAGELSEN HOS VOKSENDE KVÆG

Det er kun få af de mange faktorer, der er nævnt i kapitel 2, som direkte kan anvendes i en model til beregning af dyrenes tørstofoptagelse. Dette skyldes bl.a., at den nuværende viden omkring mange af de behandlede faktorer, specielt fysiologiske, ikke i øjeblikket er beskrevet kvantitativt. Endvidere er mange af de fysiologiske faktorer i større eller mindre udstrækning korrelerede, hvilket komplicerer problemstillingen væsentligt.

Et nøje kendskab til, hvilke faktorer ved dyret og foderet der påvirker foderoptagelsen, er imidlertid nødvendig, for at denne kan op timeres. Således er det f.eks. muligt på grundlag af den teoretiske viden at diskutere, hvilken fodersammensætning, fodringsprincip, fodringsfrekvens osv., der vil være mest relevant i en given situation. Ligeledes er det vigtigt, at man har kendskab til, hvilke faktorer der kan være årsag til, at dyrene æder mere eller mindre end forventet.

Forbes (1978, 1983) har i oversigtsartikler beskrevet forskellige modeller til forudsigelse af drøvtyggeres foderoptagelse. Hovedparten af modellerne er udarbejdet til forudsigelse af foderoptagelsen hos får og køer. Tørstofoptagelsen hos voksne kvæg er dog diskuteret af Hodgson og Wilkinson (1967), Colbourn et al. (1968) og Forbes (1971).

Modellerne beskrevet af Forbes (1978) varierer fra simple regressionsanalyser og multiple regressionsanalyser til mere komplicerede dynamiske modeller. De simple regressionsanalyser, der beskriver sammenhængen mellem f.eks. dyrenes vægt, foderets kvalitet, næringsstof behovet og foderoptagelsen, er ikke særlig anvendelige, medmindre de kobles sammen - dvs. løses simultant. Multiple regressionsmodeller, der samtidig tager højde for både de fysiske og fysiologiske begrænsninger af foderoptagelsen, må dermed anses for at være væsentligt bedre. Selv med komplicerede multiple regressionsanalyser er det dog

vanskeligt at beskrive foderoptagelsen, når f.eks. dyrenes fysiologiske situation ændres (drægtighed, laktation, fedningsgrad m.v.). Forbes (1977) har opstillet en dynamisk model, som beskriver foderoptagelsen gennem laktationsperioden. Senere har Forbes (1978, 1980c) udviklet en dynamisk model over korttidsreguleringen (de enkelte måltider) af foderoptagelsen. Korttidsreguleringen er baseret på energiabsorptionen fra fordøjelseskanalen og fordøjeseskanalens kapacitet. Så komplicerede modeller som de dynamiske vil dog sandsynligvis kun være nyttige i forskningen.

Modeller baseret på multiple regressionsanalyser må anses for mest rimelige til anvendelse i praksis - de er tilpas enkle. Med baggrund i et arbejde af Andersen (1979) er der i det følgende opstillet modeller, der estimerer foderoptagelsen afhængig af forhold ved dyrene og foderrationen.

### 3.1 Materiale og metoder

Der er gennem tiderne gennemført et meget stort antal forsøg med forskellige grovfodermidler. I denne opgave er der samlet og bearbejdet oplysninger fra 69 forsøg (appendiks A1).

Som udvælgelseskriterium skulle dyrene i de enkelte forsøg være fodret med et af de grovfodermidler, der er nævnt i tabel 3.1. Endvidere skulle de enkelte forsøgshold være fodret med forskellige kraftfoder/grovfoderforhold, ligesom dyrene skulle være fodret efter ædelyst. Dette betyder, at dyrene har haft fri adgang til enten kraftfoder, grovfoder eller både kraftfoder og grovfoder. I langt de fleste tilfælde er kraftfoderet tildelt restriktivt og grovfoderet efter ædelyst. Afhængig af tidlige fodring, forperiodens længde m.v. er meget kortvarige forsøg udeladt. Danske forsøg er udeladt af analyserne; de kan anvendes i kontrollen af de fundne modellers rimelighed.

Tabel 3.1 fortæller, hvor mange forsøg, forsøgshold og dyr der indgår for hvert grovfodermiddel, samt hvor stort det samlede materiale er.

Som vist i tabel 3.1 er snittet hø (<6 cm) og langt halm udeladt af de statistiske analyser på grund af det begrænsede forsøgmateriale. Endvidere er "snittet <6 cm" briketter, piller samt formalet foder samlet under betegnelsen "findelt" for hvert grovfodermiddel. Da

Tabel 3.1 Materialets omfang afhængig af grovfodermiddel og dets fysiske form.

Table 3.1 The material dependent on the roughage and its physical form.

Fodermiddel og fysisk form Roughage and its physical form	Antal forsøg (a) No. of exp. (a)	Antal hold No. of groups	Antal dyr No. of animals
Hø - Hay (I alt) (Total)	49	265	1749
Langt - Long	37	178	1087
Snittet - Chopped > 6 cm (b)	3	12	84
Snittet - Chopped < 6 cm (c)	11	52	435
Eriketter - Wafers (c)	1	3	30
Piller - Pellets (c)	7	17	81
Formalet - Ground (c)	2	3	32
Halm - Straw (I alt) (Total)	23	97	774
Ubehandlet - Untreated:			
Langt - Long (b)	2	9	45
Snittet - Chopped > 6 cm (d)	3	16	255
Snittet - Chopped < 6 cm (d)	13	52	301
Formalet - Ground (d)	2	2	12
NaOH-beh. - NaOH-treated:			
Snittet - Chopped > 6 cm (e)	1	3	60
Snittet - Chopped < 6 cm (e)	5	13	89
Formalet - Ground (e)	2	2	12
Græsensilage - Grass silage	11	84	568
Majsensilage - Corn silage	9	49	632
I alt - Total	92	495	3723

- (a) Resultaterne fra nogle referencer er delt op i flere "delforsøg".  
 (a) The results of some of the references have been split up into several "experiments".
- (b) Udelades i de statistiske analyser - Excluded from the statistical analyses.
- (c) Gruppen er samlet som findelt hø - Grouped as chopped hay.
- (d) Gruppen er samlet som findelt halm - Grouped as chopped straw.
- (e) Gruppen er samlet som NaOH-behandlet halm - Grouped as NaOH-treated straw.

den maksimale snitlængde i gruppen "snittet >6 cm" er 7,5 cm for halm, er det valgt at lade disse hold indgå under findelt halm.

Tabel 3.2 viser materialets fordeling på forskellige køn og vægtgrupper.

Tabel 3.2 Antal dyr i forskellige vægtgrupper afhængig af køn og fodring.

Table 3.2 Number of animals in various weight groups dependent on sex and feeding.

Dyrenes vægt, kg Weight, kg	Tyre Bulls	Stude Steers	Kvier Heifers	Ukendt Unknown	I alt Total
<b>Langt hø - Long hay</b>					
<225	40	90	60	48	238
225-375	255	423	0	0	678
>375	147	24	0	0	171
<b>Findelt hø - Chopped hay</b>					
<225	35	0	30	42	107
225-375	129	174	0	0	303
>375	18	150	0	0	168
<b>Findelt halm - Chopped straw</b>					
<225	30	69	0	0	99
225-375	38	375	0	0	413
>375	0	56	0	0	56
<b>NaOH-beh. halm - NaOH-treated straw</b>					
<225	12	0	0	0	12
225-375	19	130	0	0	149
>375	0	0	0	0	0
<b>Græsensilage - Grass silage</b>					
<225	0	0	22	4	26
225-375	81	68	21	124	294
>375	80	144	24	0	248
<b>Majesensilage - Corn silage</b>					
<225	22	0	0	0	22
225-375	398	60	0	120	578
>375	22	10	0	0	32
<b>Hele materialet - Total material</b>					
<225	139	159	112	94	504
225-375	920	1230	21	244	2415
>375	267	384	24	0	675
<b>I alt - Total</b>	<b>1326</b>	<b>1773</b>	<b>157</b>	<b>338</b>	<b>3594</b>

I materialet, hvor der er fodret med hø, har 59% af dyrene en gennemsnitlig vægt mellem 225-375 kg, mens resten er omrent ligeligt fordelt på de to øvrige vægtgrupper. Hvor der er fodret med halm og majesensilage, er det ligeledes vægtgruppen 225-375 kg, der udgør størsteparten af materialet, mens over 40% af dyrene vejer mere end 375 kg i materialet over græsensilage.

Mere end 85% af dyrene er tyre eller stude, og ca. 60% er af racer meget tilsvarende SDM og RDM.

Det har ikke været muligt at beregne den gennemsnitlige kvalitet af de enkelte fodermidler på basis af kemiske analyser, da disse ofte er mangelfulde eller helt mangler i de enkelte referencer. Endvidere er det kun indirekte muligt at omregne andre energienheder til FE. Det er derfor nødvendigt at skønne de enkelte fodermidlers foderværdi og kvalitet i øvrigt. Skønnene fremgår af tabel 3.3.

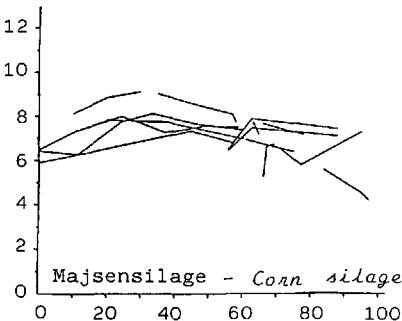
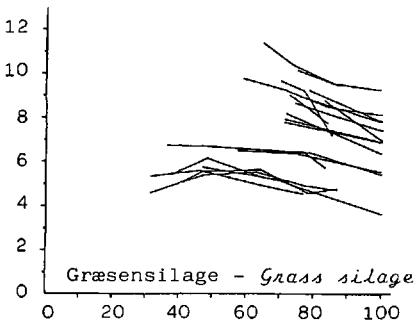
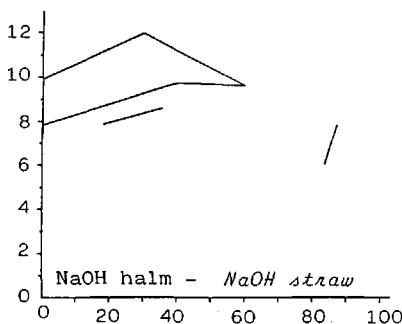
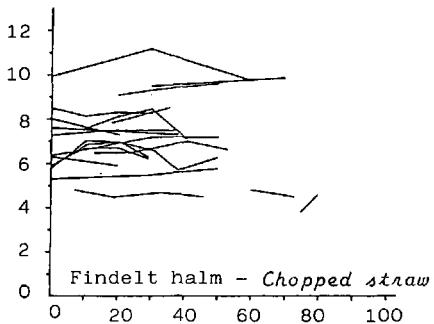
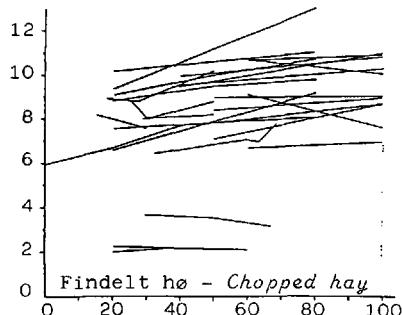
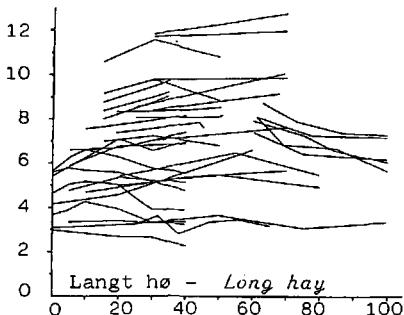
Kraftfoder/grovfoderforholdets indflydelse på tørstofoptagelsen er for de enkelte grovfodermidler illustreret i figur 3.1. Hver linie i figuren repræsenterer resultater fra et enkelt forsøg – eventuelt inden for et vægtinterval. Hældningsforløbet af de enkelte linier viser således, hvordan en ændring i kraftfoder/grovfoderforholdet påvirker tørstofoptagelsen.

Tabel 3.3 Fodermidernes gennemsnitlige tørstofindhold og foderværdi.  
Table 3.3 Average dry matter and energy content of feedstuffs.

Fodermiddel Feedstuff	% tørstof <sup>a)</sup> % dry matter	FE/100 kg tørstofa) SFU/100 kg <sup>a)</sup> dry matter
Kraftfoder - Concentrate	85	105
Langt hø - Long hay	85	57
Findelt hø - Chopped hay	85	57
Findelt halm - Chopped straw	85	30
NaOH-beh. halm - NaOH-treated straw	85	55
Græsensilage - Grass silage	24	64
Majsensilage - Corn silage	28	77

(a) Skønnede værdier - Estimated values.

Tørstofoptagelse, kg/dag  
Dry matter intake, kg/day



Grovfoder, % of ts  
Roughage, % of DM

Figur 3.1 Tørstofoptagelsen afhængig af % grovfoder i rationen.  
Figure 3.1 The influence of percent roughage in diet on dry matter intake.

### 3.2 Statistiske metoder og anvendte modeller

Databehandlingen er udført på NEUCC (Northern European University Computer Center) i Lundtofte. Hovedparten af alle analyser m.v. er udført ved hjælp af EDB-programfaciliteter under SAS (Statistical Analysis System). Til de statistiske analyser er primært anvendt procedurerne GLM (General Linear Models) og STEPWISE, der udfører trinvisere regressionsanalyser.

Ingvartsen (1983) har i detaljer beskrevet, hvorledes materialet er gennemarbejdet. På basis af stepwiseanalyser, modeltests og modelkontrol (residualundersøgelser m.v.) blev følgende model fundet mest rimelig:

$$(1) \quad Y_{ijf} = I + A_i + b \cdot \ln(X_1)_{ij} + b_{1f} \cdot (X_1^2 \cdot X_2)_{ij} + b_{2f} \cdot (X_1 \cdot X_2^2)_{ij} + e_{ij}, \text{ hvor}$$

$Y_{ijf}$  = tørstofoptagelsen (kg/dyr/dag) for forsøgshold j i det i'te forsøg, når der fodredes med grovfoder f

I = intercept

$A_i$  = effekt af det i'te forsøg

$X_1$  = dyrenes vægt

$X_2$  = procent grovfoder i rationen

$b-b_2$  = regressionskonstanter

$e_{ij}$  = restvariationen for det j'te forsøgshold i det i'te forsøg

f = grovfodermiddel (hø, findelt hø, findelt halm, findelt NaOH-behandlet halm, græsensilage, majssensilage)

Model 1 overvurderer imidlertid tørstofoptagelsen hos dyr, der vejer mere end 400 kg - specielt når der fodres med større mængder grovfoder (Ingvartsen, 1984). Dette løses imidlertid, når variablen  $X_1$  (dyrets vægt) omskrives til  $\ln(X_1)$ , som vist i model 2:

$$(2) \quad Y_{ijf} = I + A_i + b \cdot \ln(X_1)_{ij} + b_{1f}((\ln(X_1))^2 \cdot X_2)_{ij} + b_{2f} \cdot (\ln(X_1) \cdot X_2^2)_{ij} + e_{ij}$$

Variabelforklaringen for model 2 er i øvrigt som for model 1.

### 3.3 Resultater

Parameterestimaterne til model 2, som forklarer 92,5% af variationen, fremgår af tabel 3.4.

Tabel 3.4 Parameterestimater til model 2.

Table 3.2 Parameter estimates for model 2.

For alle grovfodermidler - For all roughages:

$$\begin{aligned} I &= -21,12 \pm 1,85 \\ A &= -0,22 \\ b &= 4,864 \pm 0,306 \end{aligned}$$

For de enkelte grovfodermidler - For individual roughages:

	b1 x 10 <sup>5</sup>	b2 x 10 <sup>5</sup>
Hø - Hay	128,2 $\pm$ 24,1	-6,31 $\pm$ 1,46
Snittet hø - Chopped hay	107,2 $\pm$ 27,6	-3,05 $\pm$ 1,45
Snittet halm - Chopped straw	54,9 $\pm$ 37,3	-5,34 $\pm$ 3,56
NaOH-behandlet halm - NaOH-treated straw	161,6 $\pm$ 57,3	-10,52 $\pm$ 4,87
Græssensilage - Grass silage	165,3 $\pm$ 90,4	-9,55 $\pm$ 3,55
Majsensilage - Corn silage	61,0 $\pm$ 27,5	-4,83 $\pm$ 1,79

Når der fodres efter ædelyst med kraftfoder, vil tørstofoptagelsen være stærkt påvirket af dyrenes race og køn. Inden resultaterne illustreres yderligere i figurer og tabeller, er de derfor korrigteret, således at tørstofoptagelsen er tilpasset niveauet for RDM ungtyre. Dette er gjort ved at udskifte regressionskonstanten b og konstanterne I og A. i tabel 3.4 med henholdsvis bg og Cg i tabel 3.5. For ungtyrenes vedkommende er dette meget sikre tal, idet resultaterne er baseret på 5 års afkomsprøver. Resultaterne diskuteses yderligere i afsnit 3.4.3.

Tabel 3.5 Parameter estimater, der tilpasser foderoptagelsen (ts og FE) til niveauet for forskellige danske kvægracer og køn.

Table 3.5 Parametre estimates fitting the voluntary feed intake of dry matter and FE to the level of different Danish cattle breeds and sexes.

Race <sup>a)</sup>	Køn <sup>b)</sup>	Tørstof	FE	FE	Antal dyr No. animals	Datamateriale
Race <sup>a)</sup>	Sex <sup>b)</sup>	Dry matter bg	FU bg	FU Cg		Data material
RDM	T	3,454	-13,39	3,559	-13,61	500
SDM	T	3,740	-14,80	3,863	-15,12	727
DRK	T	3,404	-13,31	3,502	-13,50	95
DJ	T	2,321	- 7,57	2,380	- 7,61	23
CHRxDJ	T	3,570	-13,96	3,698	-14,32	27
RDM	K	2,828	-10,17	2,517	- 9,07	55

Foldager et al., 1979

a) Forkortelser for race - Abbreviations for breed:

RDM = Red Danish, SDM = Black and White Danish,

DRK = Danish Red and White, DJ = Danish Jersey,

DJxCHR = Crossbreed between a Danish Jersey cow and a Charolais bull,

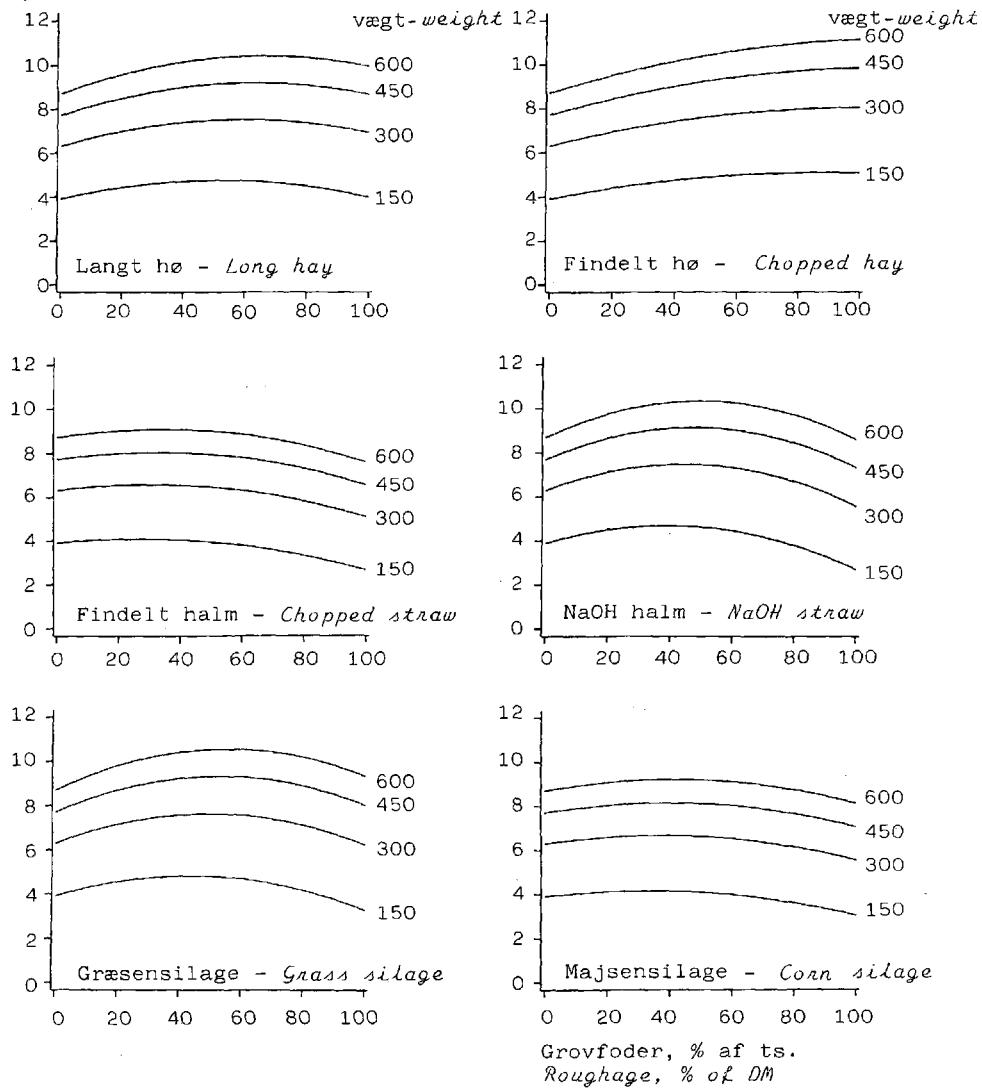
b) T = tyre - bulls K = kvier - heifers

c) bg og Cg kan anvendes i stedet for henholdsvis b og I+A.  
i tabel 3.4.

bg and Cg can be used instead of b and I+A. respectively in  
table 3.4.

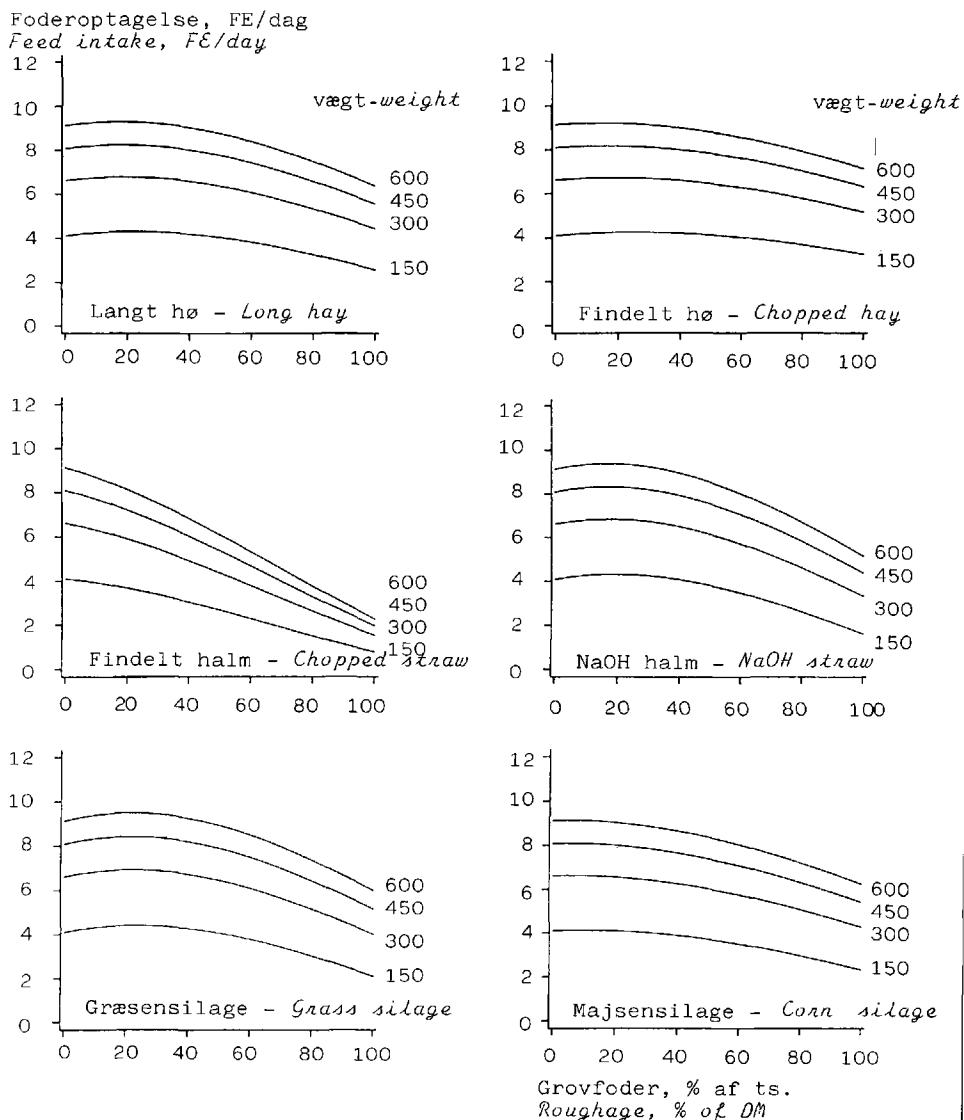
d) Afkomsprøver (1979-1983) - Progeny testing (1979-1983).

Tørstofoptagelse, kg/dag  
Dry matter intake, kg/day



Figur 3.2 Tørstofoptagelsen hos ungtyre athængig af grovfodermiddel, procent tørstof fra grovfoder og dyrenes vægt.

Figure 3.2 Dry matter intake of bulls dependent on roughage feed, percent dry matter from roughage and animal weight.



Figur 3.3 Optagelsen af FE hos ungtyre afhængig af grovfodermiddel, procent tørstof fra grovfoder og dyrenes vægt.  
 Figure 3.3 Intake of Scandinavian feed units (FE) of bulls dependent on roughage feed, percent dry matter from roughage, and animal weight.

### 3.4 Diskussion og konklusion

#### 3.4.1 Stofskifte- kontra fysisk regulering i relation til kraftfoder/grovfoderforhold og grovfodertype samt rationens energikoncentration

Foderoptagelsen siges generelt at være reguleret af stofskiftefaktorer, så længe tørstofoptagelsen øges ved at øge grovfodermængden i rationen, mens den er fysisk reguleret, når optagelsen mindskes. FE-optagelsen begynder at falde ved ret forskellig procentdel grovfoder i rationen. FE-optagelsen falder først og mest for langsomt nedbrydelige fodermidler og for fodermidler, der ikke er findelt. Tørstofoptagelsen er derimod stigende, selv efter at FE-optagelsen er begyndt at aftage (figur 3.2 og tabel 3.6). I området, hvorfra FE-optagelsen begynder at falde og frem til, hvor dyrene har maksimal tørstofoptagelse, er foderoptagelsen reguleret af både stofskiftefaktorer og fysiske faktorer.

Den relative mængde grovfoder i rationen, der giver maksimal tørstofoptagelse, varierer afhængig af grovfodermiddel og grovfoderets fysiske form (tabel 3.6).

Tabel 3.6 Procentdel grovfoder i rationen, hvor der opnås maksimal tørstofoptagelse afhængig af grovfodermiddel og dyrenes vægt.

Table 3.6 Percentage of roughage in the ration where maximal dry matter intake is obtained dependent on roughage and animal weight.

Grovfoderemne - Roughage	Dyrenes vægt - Animal weight			
	150	300	450	600
Hø - Hay	51	58	62	65
Snittet hø - Chopped hay	88	100	100	100
Snittet halm - Chopped straw	26	29	31	33
NaOH-behandlet halm - NaOH-treated straw	38	44	47	49
Græssensilage - Grass silage	43	49	53	55
Majsensilage - Corn silage	32	36	39	40

Den fysiske begrænsning af tørstofoptagelsen indtræder generelt ved en større procentdel grovfoder i rationen, jo lettere omsættelig og jo mere findelt et grovfoder er (figur 3.2, tabel 3.6). Findeling af hø øger således foderoptagelsen markant og forholdsvis mest hos mindre dyr (figur 3.2). Øgningen opnås dog kun, når foderoptagelsen primært er fysisk reguleret. Endvidere begynder foderoptagelsen at falde ved meget lavere andel findelt halm end findelt hø (figur 3.2 tabel 3.6).

Ved at behandle halm med NaOH øges fordøjeligheden og nedbrydningshastigheden i vommen. NaOH-behandlet halm virker derfor ikke så fyldende som ubehandlet halm, og dyrene kan optage større grovfodermængder, inden tørstofoptagelsen begrænses af fysiske faktorer (tabel 3.6).

Hvis kvaliteten af græsensilage og findelt hø i øvrigt er ens, så vil tørstofoptagelsen af ensilage efterhånden nærme sig optagelsen af findelt hø, når tørstofprocenten i ensilagen øges til 35-40%. Græsensilagen i dette materiale antages at have en gennemsnitlig tørstofprocent på 24 (tabel 3.3), hvorfor tørstofoptagelsen generelt vil være noget mindre, når der fodres med græsensilage, end når der fodres med findelt hø (figur 3.2). Denne forskel kommer dog først til udtryk ved græsensilageantele større end den procentdel, hvor dyrene har maksimal tørstofoptagelse (figur 3.2).

#### 3.4.2 Tørstofoptagelsen i relation til danske forsøg

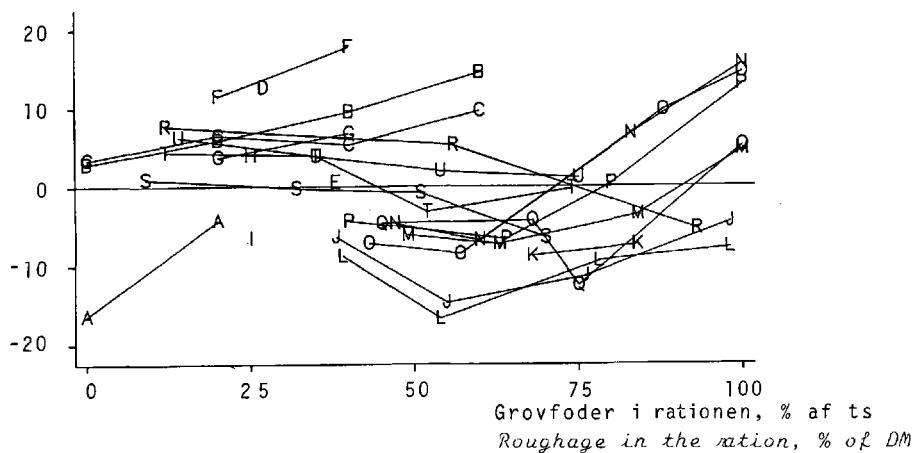
Følgende afsnit har til formål at diskutere resultaterne i relation til danske forsøgsresultater. Danske forsøgsresultater indgår som nævnt ikke i det materiale, der danner grundlag for modellen, således at disse kan indgå i kontrollen af modellens rimelighed.

Forskellen mellem den beregnede og den aktuelle tørstofoptagelse for grupper af dyr i en række danske forsøg er vist i figur 3.4. Forskellen er udtrykt relativt i forhold til dyrenes aktuelle tørstofoptagelse. Såfremt modellen korrigerer korrekt for ændringer i kraftfoder/grovfoderforholdet, vil linierne, der repræsenterer forsøgshold inden for forsøg, være tilnærmelsesvis parallelle med abscissen. En positiv hældning ved stigende grovfodermængder i rationen er ensbetydende med, at den aktuelle tørstofoptagelse øges eller falder mindre end modelestimatorne, mens det omvendte er tilfældet, når hældningen er negativ.

Andersen & Sørensen (1972, 1975) har i tre forsøg fodret ungtyre med forskellig mængde halm i henholdsvis pelleterede blandinger (A og B i figur 3.4) og fuldfoder (C i figur 3.4).

I de tre forsøg ses en positiv hældning med stigende halmmængder i rationen, hvilket dog ikke er overraskende på grund af de større findelingsgrader af halmen end forudsat i modellen (tabel 3.1). Bortset fra forsøg A (figur 3.4) er tørstofoptagelsen noget højere end den estimerede, specielt når der indgår større mængder halm i rationen, hvilket også hovedsageligt skyldes den voldsomme findeling af halmen.

Afvigelse, % af optaget ts  
Difference, % of DM intake



Tegnforklaring - legend:

Tegn	Grovfoder	vægt, kg	Reference
Sign	Roughage	weight, kg	Reference
A	Formalet halm	- ground straw	80-300 Andersen & Sørensen, 1972
B	-	-	85-295 -
C	-	-	140-450 -
D	Snittet halm	- chopped straw	291-508 -
E	NaOH-halm	- NaOH-straw	291-500 -
F	Snittet halm	- chopped straw	229-443 -
G	NaOH-halm	- NaOH-straw	226-443 -
H	Snittet halm	- Chopped straw	56-386 Andersen et al., 1980
I	NaOH-halm	- NaOH-straw	57-410 -
J	Græsensilage	- grass silage	97-503 -
K	-	-	102-504 -
L	-	-	100-505 -
M	-	-	150-200 Sejrse & Larsen, 1978
N	-	-	200-250 -
O	-	-	250-300 -
P	-	-	300-400 -
Q	-	-	400-500 -
R	Majsensilage	- corn silage	273-466 Andersen et al., 1979
S	-	-	200-345 -
T	-	-	200-470 -
U	-	-	200-597 -

Figur 3.4 Den relative forskel mellem den estimerede og den aktuelle tørstofoptagelse for grupper af dyr i en række danske forsøg.

Figure 3.4 The relative difference between estimated and actual intake of groups of animals in some Danish experiments.

Andersen & Sørensen (1976) fortsatte forsøgsserien med to forsøg (D-G figur 3.4), hvor ungtyre blev fodret med NaOH-behandlet og ubehandlet halm, der var blandet med de øvrige foderkomponenter og presset i 14 mm cobs. I forsøg F og G (figur 3.4) ses en positiv hældning tilsvarende den for formalet halm, når halmandelen øges fra 20 til 40%. Tørstofoptagelsen for ungtyrene, der fodres med den ubehandlede halm, er noget højere end den estimerede, hvilket delvist må tilskrives, at halmen er presset i cobs.

Tilsyneladende er modelestimatorne dog i underkanten af, hvad dyrene kan optage, når det gælder snittet halm. Den lidt højere tørstofoptagelse, når der fodres med NaOH-behandlet halm, kan sandsynligvis tilskrives, at foderrationen er presset i cobs. Ovnennævnte resultater underbygges endvidere i et forsøg af Andersen et al. (1980), hvor ungtyre blev fodret med to fuldfoderblandinger med henholdsvis 25% NaOH-behandlet eller 25% ubehandlet snittet halm.

Der er udført to forsøg herhjemme med græsensilage til voksende kvæg, hvor der er fodret med forskellige mængder kraftfoder og grovfoder. I disse to forsøg er der anvendt samme kløvergræsensilage, der var af en udmærket kvalitet. Græsset blev forvejret og snittet med en længde på ca. 3 cm og konserveret i gastæt silo. Tørstofprocenten i ensilagen var knap 40% og energikoncentrationen 73 FE pr. 100 kg tørstof.

I forsøget af Andersen et al. (1977) blev ungtyre fodret med roer (J og L i figur 3.4) eller kraftfoder (K i figur 3.4) foruden kløvergræsensilage, mens kvier i det andet forsøg (Sejrse & Larsen, 1978) udelukkende blev fodret med forskellige mængder kraftfoder og kløvergræsensilage (M - Q). For ungtyrene, der fodres med roer, ses en negativ hældning, når græsensilagen udgør fra ca. 40 til ca. 55%, hvorefter hældningen bliver positiv. Hos kvier er linierne parallelle med abscissen, når der indgår 40-60% græsensilage i rationen. Når der indgår 60% græsensilage eller mere, er hældningen på kurverne positiv, men med en noget voldsommere stigning end hos ungtyrene, specielt når kvierne vejer 200-400 kg. Den positive hældning, der ses for både ungtyre og kvier, skyldes i al væsentlighed ensilagens høje tørstofprocent, der derfor virker mindre fyldende og har en god smagelighed. At ungtyrenes evne til at optage store grovfodermængder tilsyneladende er relativt dårligere end hos kvier, er vanskeligt at forklare. Det lidt lavere niveau af kurverne for ungtyre, der har fået roer (J og L i figur 3.4) end hos kvier, skyldes delvist, at

roer er mere fyldende end kraftfoder.

På avlsstationen "Egtved" er der gennemført to forsøg med majsensilage til ungtyre. I det første forsøg (Andersen et al., 1979) er værdien af majsensilage til ammekalve i færdigfedningsperioden belyst. Der indgik 45 kødracekrydsninger i forsøget. I det andet forsøg (Andersen et al., 1981), der omfatter 130 HF-ungtyre, indgik dyrene ved en vægt af 200 kg i et 4 x 3 faktorielt forsøg. Forsøget gennemførtes således med fire forskellige mængder majsensilage i rationen (0-75%) og tre slagtevægte (340, 470 og 600 kg). I det første forsøg (R i figur 3.4) er hældningen negativ, specielt når der indgår mere end 55% majsensilage i rationen. Dette skyldes sandsynligvis, at tørstofprocenten i majsensilagen i dette forsøg kun var ca. 20. I det andet forsøg (S, T og U i figur 3.4) er modellens estimeret dog meget tæt på de aktuelle resultater på trods af, at tørstofprocenten i ensilagen også i dette forsøg var kun godt 20%.

#### 3.4.3 Tørstofoptagelsen afhængig af dyrenes vægt, køn, race og genotype

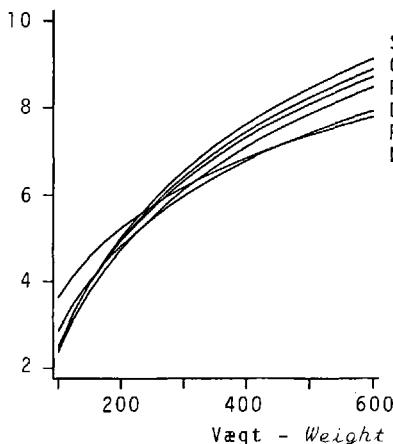
Det har kun været muligt at inddrage dyrenes vægt i analyserne, men ikke deres race, køn og genotype. Da det imidlertid er vigtigt at tage hensyn til disse faktorers indflydelse på foderoptagelsen, diskuteres disse derfor i det følgende.

Tørstofoptagelse afhængig af dyrenes vægt: På basis af resultaterne i tabel 3.5 er figur 3.5 tegnet. Figuren illustrerer, hvorledes tørstofoptagelsen ændres med stigende vægt for dyr af forskellig race og køn, når der næsten udelukkende fodres med kraftfoder.

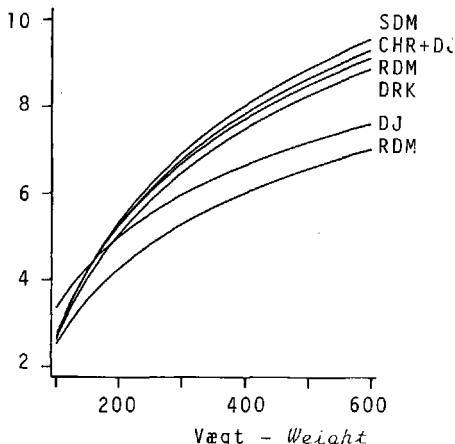
Den beregnede tørstofoptagelse for tyre af racerne RDM, SDM, DRK, DJ og DJ x Charolais er baseret på 5 års afkomsprøver (tabel 3.5). Tyrene er generelt fodret stærkt gennem hele forsøgsperioden, idet der er tildelt minimale stråmængder og kraftfoder efter ødelyst fra automater. Den gennemsnitlige energikoncentration var 1,11 FE/kg tørstof ved 84 dages alderen, faldende til ca. 1,05 i slutningen af forsøgsperioden (Andersen et al., 1980, 1981, 1982, 1983, 1984).

På trods af, at dyrenes vægt ikke har været over 360 kg, er foderoptagelsen beregnet helt op til 600 kg. Resultaterne for dyr af de tunge racer (RDM, SDM, DRK og DJ x Charolais) er selv ved så høje vægte i god overensstemmelse med et andet dansk forsøg, hvor SDM tyre blev opfedet til en vægt på 800 kg (Andersen et al., 1983).

Tørstofoptagelse, kg/dag  
Dry matter intake, kg/day



Daglig FE optagelse  
Daily energy intake, FE/day



Figur 3.5 Tørstof- og FE optagelsen afhængig af voksende kvægs vægt, race og køn.

Figure 3.5 Dry matter and energy intake (FE) dependent on liveweight, race and sex of growing cattle.

Tørstofoptagelsen afhængig af dyrenes køn: I litteraturen synes der ikke at være noget klart billede af kønnets indflydelse på foderoptagelsen (Beranger & Mecol, 1980). På baggrund af flere danske forsøg konkluderer Andersen et al., 1983, at der ikke er forskel i foderoptagelsen mellem stude og tyre. Der eksisterer kun få forsøg, hvor kvier er fodret med energirigt foder efter ædelyst. Foldager et al. (1979) har i et forsøg fodret kvier med halm og roer eller kraftfoder efter ædelyst. Rationernes energikoncentration var ca. 88 FE pr. 100 kg tørstof. Kvierne har samme tørstofoptagelse som tyre og stude, indtil de vejer ca. 250 kg, men over denne vægt er optagelsen mindre hos kvier (figur 3.6). FE-optagelsen forventes at forløbe på tilsvarende måde, såfremt der anvendes samme energikoncentration. At FE-optagelse hos kvierne (figur 3.6) ikke forløber sådan, skyldes sandsynligvis den lavere energikoncentration i rationen.

Tørstofoptagelsen afhængig af dyrenes race: En analyse på 5 års afkomsprøver (1978-1982) viser, at der er signifikant forskel på foderoptagelsen mellem både race og genotyper inden for race (Ingvartsen, 1985).

I figur 3.5 ses, at der kun er små forskelle i foderoptagelsen mellem RDM, SDM, DRK og CHR x DJ ungtyre (tunge racer).

Tørstofoptagelsen hos Jersey afviger derimod en del fra de tunge racer. Jersey har således en højere foderoptagelse i relation til legemsvægten end de tungere racer, når de vejer under 200 kg, mens de optager noget mindre foder, når de vejer over 225 kg (figur 3.6).

Liboriussen (1978) konkluderede, at der kun er små forskelle i forskellige krydsningstypers daglige foderoptagelse, når de sammenlignes ved samme vægt. Dog havde Romagnola krydsninger en relativt stor daglig foderoptagelse, og Limousine krydsningerne en forholdsvis lav foderoptagelse.

Karne et al. (1972) har fundet, at Zebu kvæg har en højere tørstofoptagelse end engelske kødracer, når der fodres efter ødelyst med grovfoderrige rationer. Fodres der derimod med hovedsagelig kraftfoder, har Brahman og Brahman krydsninger lavere tørstofoptagelse end engelske kødracer (Rogerson et al., 1968; Frisch & Vercoe, 1969; Ledger et al., 1970). Ligeledes har Geay (1976) observeret, at franske kvægracer har en noget lavere foderoptagelseskapacitet end Frisisk kvæg, når der fodres med energirige rationer.

Tørstofoptagelsen afhængig af dyrenes genotype: Ingvartsen (1985) viste, at der er en signifikant forskel mellem forskellige afkomsgruppers daglige tørstofoptagelse inden for racerne SDM og RDM. Foderoptagelsen i afkomsprøverne på "Egtved" (årene 1978-1982) har i gennemsnit af hele afprøvningsperioden ligget mellem 4 og 5 FE døgnlig. Forskellen mellem holdene med den højeste og den laveste foderoptagelse inden for år er ca. 0,4 FE/dag, hvilket svarer til knap 10% af den gennemsnitlige foderoptagelse (Andersen et al., 1980, 1981, 1982, 1983, 1984).

#### 4 EN ADDITIV METODE TIL BEREGNING AF VOKSENDE KVÆGS FODEROPTAGELSE.

Model 2 (afsnit 3.2) er af flere årsager ikke direkte anvendelig i praksis. Dette skyldes bl.a., at modellen er kompliceret og vanskelig at gennemskue, samt at den kun kan anvendes, når der fodres med kraftfoder og et enkelt grovfodermiddel. Derfor er det overvejet, hvorledes resultaterne fra kapitel 3 kan anvendes til at opbygge et enklere og mere brugervenligt system, der også kan anvendes i den manuelle planlægning af ungdyrenes fodring.

Der er allerede udviklet enkle additive metoder til beregning af køers foderoptagelse i Danmark (Kristensen, 1983) og i Frankrig (Jarrige et al., 1979; Jarrige, 1983; Sauvant et al., 1983) men kun i Frankrig anvendes en tilsvarende metode for ungdyr (Beranger & Micol, 1980; Jarrige et al., 1979).

##### 4.1 Princip

Den danske metode til beregning af foderoptagelsen hos malkekøer, anvender følgende princip (Kristensen, 1983):

$$(3) \quad \sum_{n=1}^N FE_i \times FF_i = K$$

hvor  $FE_i$  = FE af det i'te fodermiddel

$FF_i$  = fyldefaktoren pr. FE for det i'te fodermiddel

$K$  = en konstant, der angiver den totale fylde af det foder, som koen er i stand til at æde.

Mens foderoptagelsen hos malkekøer normalt er begrænset af fysiske faktorer, kompliceres en tilsvarende metode til ungdyr af, at foderoptagelsen kan være begrænset af såvel fysiske- som stofskiftefaktorer. Det skyldes, at ungdyrene kan fodres med rationer, der varierer i sammensætning fra udelukkende grovfoder til næsten udelukkende kraftfoder. Der skal derfor tages højde for dyrenes maksimale foderoptagelseskapacitet for såvel fylde som for energi, hvilket betyder at føl-

gende skal være opfyldt:

$$(4) \sum_{i=1}^n FE_i \times FF_{Ui} \leq Ku \quad & \sum_{i=1}^n FE_i \leq FEmax$$

hvor  $FE_i = FE$  af det i'te fodermiddel

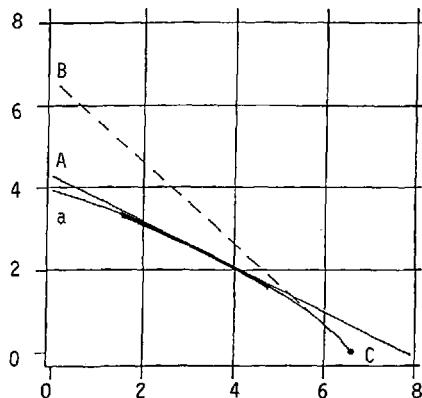
$FF_{Ui}$  = fyldefaktor til ungdyr pr. FE af det i'te fodermiddel

$Ku$  = den maksimale mængde fylde som ungdyr kan optage

$FEmax$  = den maksimale mængde energi som ungdyr kan optage

I det følgende beskrives ovennævnte metode og dets størrelser i detaljer. Metoden defineres/beskrides på basis af materialet for langt hø, bl. a. fordi dette materiale er det mest omfattende (tabel 3.1). Der tages udgangspunkt i figur 4.1, hvor kurven a illustrerer optagelsen af langt hø ved forskellig kraftfodertildeling for en RDM ungtyr, der vejer 300 kg. Høet og kraftfoderet indeholder henholdsvis 57 og 105 FE per 100 kg tørstof (jf. tabel 3.3).

#### Grovfoderoptagelse (GRF), FE daglig



a = optagelsen af langt hø hos RDM ungtyre, der vejer 300 kg, ved forskellig kraftfodertildeling

A: GRF = b x KRF + k  
hvor:

b & k = konstanter  
bestemt i intervallet:  
 $40 \leq$  grovfoder, % af ts  $\leq 80$

B: GRF = -1 x KRF + c  
hvor:

c = konstant

C = forventet opt. når der fodres ad lib. med kraftfoder (FEmax)

#### Kraftfodertildeling (KRF), FE daglig

Figur 4.1 Princip anvendt ved fastlæggelse af voksende kvægs foderoptagelseskapacitet (Ku) og fodermidernes fylde (FFu).

Figure 4.1 Principle used for determination of feed intake capacity (Ku) of growing cattle and the fill (FFu) of the feed-stuffs.

Optagelseskapaciteten med hensyn til energi (FEmax) defineres som det antal FE, ungdyr kan optage, når de fodres efter ædelyst med en kraftfoderblanding, der indeholder 105 FE pr. 100 kg tørstof. FEmax beregnes på baggrund af parameterestimaterne bg og Cg i tabel 3.5 ved hjælp af følgende formel:

$$FEmax = bg \times \ln(dyrenes\ vægt) + Cg.$$

For en RDM ungtyr kan FEmax således beregnes til 6,7 FE svarende til mængden af kraftfoder i punktet C på kurven a i figur 4.1. Når foderoptagelsen er stofskiftereguleret, antages summen af FE i kraftfoder og grovfoder at være lig FEmax - d.v.s. at optagelsen af henholdsvis kraftfoder og grovfoder følger linien B i figur 4.1.

FEmax er meget sikkert bestemt for ungtyre, idet beregningerne er baseret på resultaterne fra 5 års afkomsprøver på Egtved (tabel 3.5). Fastlæggelse af FEmax for kvier har kun delvist været mulig og kun for RDM kvier. For metoden er dette dog af mindre betydning, da kvier ofte fodres med betydelige mængder grovfoder, og foderoptagelsen derfor er fysisk reguleret.

FFu er fylden per FE til ungdyr, og jf. formel 4 antages fylderne at være additive. FFu fastlægges på basis af kendskab til marginaloptagelsen af et givet fodermiddele, når dette erstatter foder med kendt fylde. Summen af  $FE_i \times FF_{Ui}$  kan ikke overstige Ku, der udtrykker ungdyrs maksimale optagelseskapacitet med hensyn til fylde.

FFu for hø og Ku beregnes på baggrund af regressionsligningen A i fig. 4.1 for den del af kurven a, hvor høet udgør mellem 40 og 80% af tørstoffet. Disse grovfoderandele er nemlig mest relevante, når ungdyr fodres efter ædelyst med grovfoder. Konstanterne i ligningen for linjen A i figur 4.1 er bestemt til  $b=-0,537$  og  $k=4,23$ . Da kraftfoder med en energikoncentration på 105 FE per 100 kg tørstof per definition har fylden 1, foretages følgende omregning:

$$GRF = -0,537 \times KRF + 4,23 \quad \Leftrightarrow$$

$$1,86 \times GRF = -1 \times KRF + 7,88$$

Størrelserne 1,86 og 7,88 angiver henholdsvis fylden for hø pr. FE og Ku. Ku kan på tilsvarende måde beregnes for vilkårlige vægte. Ku afhænger især af vægt men også af race (tabel 4.1). Fylden antages derimod at være uafhængig af dyrenes vægt.

Ud fra ligningerne for linierne A og B kan det beregnes, at de skærer hinanden, når der tildeles 5,3 FE kraftfoder. Gives der mere end 5,3 FE kraftfoder, antages foderoptagelsen hovedsagelig at være reguleret af stofskiftefaktorer og at følge linien B. Udfodres der eksempelvis 5,5 FE i kraftfoder daglig, forventes optagelsen af hø således at være (6,7-5,5) FE. Tildeles der derimod mindre end 5,3 FE i kraftfoder, er foderoptagelsen hovedsagelig reguleret af fysiske faktorer. Optagelsen af kraftfoder og hø antages da at følge linien A. FE-optagelsen af hø beregnes da som:  $(7,88 - \text{FE i kraftfoder})/1,86$ . Gives der 2 FE i kraftfoder, kan optagelsen af hø således beregnes til 3,2 FE.

#### 4.2 Foderoptagelseskapacitet

På basis af resultaterne i kapitel 3 og principperne vist i foregående afsnit er foderoptagelseskapaciteten for såvel energi som fylde beregnet. De beregnede værdier for ungtyre fremgår af tabel 4.1. Det skal understreges, at tallene for DRK, DJxCHR og DJ er baseret på ret få dyr (tabel 3.5) og genotyper.

Den beregnede Ku for ungtyre er sammenlignet med resultaterne fra forsøg, hvor der er fodret med græsensilage (Andersen et al., 1977) og helsædsensilage (Andersen et al., 1986). I forsøget med helsædsensilage, indgår resultater fra 56 dyr, der er fodret med 40-50% helsædsensilage fremstillet af en ærte/byg blanding og 50 andre dyr, der er fodret med 40-50% byghelsædsensilage. I sammenligningen er fodermidlernes fylde beregnet på basis af principperne i afsnit 4.3.1 og 4.3.2. For de enkelte dyr og vægtintervaller er Ku (tabel 4.1) subtraheret den summerede fylde. En afvigelse fra 0 er udtryk for, at Ku i tabel 4.1 evt. bør korrigeres. Resultaterne fra sammenligningerne er vist i figur 4.2.

Sammenligningen i figur 4.2 tyder på, at Ku i tabel 4.1 generelt overvurderes. Dette kommer især til udtryk i datamaterialet fra Andersen et al. (1977) – specielt for ungtyre, der vejer mindre end 300 kg. En justeret Ku, der tager hensyn til afvigelserne i figur 4.2, er i midlertid kun fastlagt for ungtyre af tung race og Jersey. Baggrunden herfor er en væsentlig variation i optagelseskapaciteten mellem de enkelte dyr (se figur 4.2) i datamaterialet fra Andersen et al., (1977) og Andersen et al., (1986). Ved foderplanlægningen i praksis er det derfor ikke relevant, at skelne mellem Ku hos RDM, SDM, DRK og CHRxDJ-krydsninger, da forskellene mellem racerne i forhold til variationen

Tabel 4.1 Foderoptagelseskapacitet hos ungtyre afhængig af vægt og race.

Table 4.1 Feed intake capacity of bulls dependent on weight and breed.

Vægt Weight	Race a) - Breed <sup>a)</sup>					
	RDM		SDM		DRK	
	Ku	FEmax	Ku	FEmax	Ku	FEmax
100	3,2	2,8	3,1	2,7	3,1	2,6
125	4,2	3,6	4,1	3,5	4,0	3,4
150	4,9	4,2	5,0	4,2	4,8	4,0
175	5,6	4,8	5,7	4,8	5,4	4,6
200	6,2	5,2	6,3	5,3	6,0	5,1
225	6,7	5,7	6,8	5,8	6,5	5,5
250	7,1	6,0	7,3	6,2	7,0	5,8
275	7,6	6,4	7,8	6,6	7,4	6,2
300	7,9	6,7	8,2	6,9	7,7	6,5
325	8,3	7,0	8,5	7,2	8,1	6,8
350	8,6	7,2	8,9	7,5	8,4	7,0
375	8,9	7,5	9,2	7,8	8,7	7,3
400	9,2	7,7	9,5	8,0	9,0	7,5
425	9,4	7,9	9,8	8,3	9,2	7,7
450	9,7	8,1	10,0	8,5	9,5	7,9
475	9,9	8,3	10,3	8,7	9,7	8,1
500	10,1	8,5	10,5	8,9	9,9	8,3
525	10,3	8,7	10,7	9,1	10,1	8,4
550	10,5	8,8	10,9	9,3	10,3	8,6
575	10,7	9,0	11,2	9,4	10,5	8,8
600	10,9	9,2	11,3	9,6	10,7	8,9
b	4,30	3,56	4,60	3,86	4,25	3,50
k	16,60	13,61	18,08	15,12	16,51	13,50
					17,20	14,32
					10,44	7,61
						2,38

a) Foderoptagelseskapaciteten kan beregnes efter følgende formel:

a) The feed intake capacity can be calculated using the following formula:

$$\text{Ku; FEmax} = b \times \ln(\text{dyrenes vægt}) - k$$

$$\text{Ku; FEmax} = b \times \ln(\text{animal weight}) - k$$

hvor Ku = optagelseskapacitet m.h.t. fylde,  
where Ku = intake capacity concerning fill,

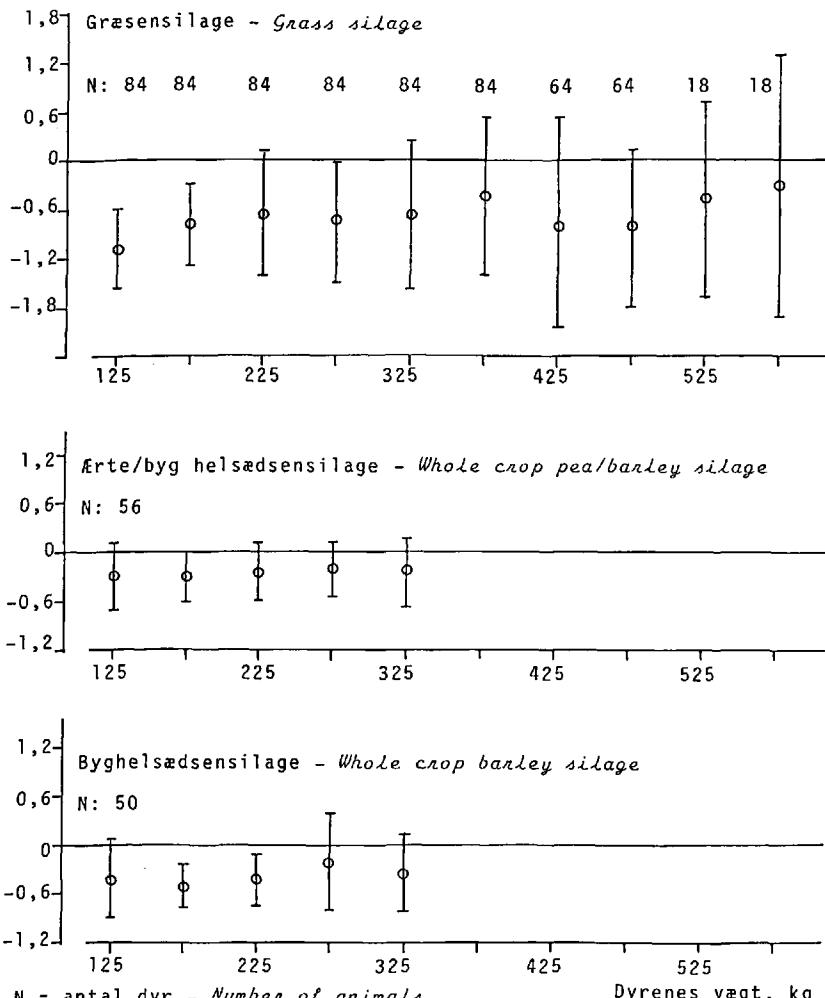
FEmax = optagelseskapacitet m.h.t. energi.

FEmax = intake capacity concerning energy.

i øvrigt er ret beskeden. Der findes ikke relevant dansk forsøgsmateriale mod hvilket man kan kontrollere Ku for Jersey ungtyre.

Beranger & Micol (1980) citerer flere forsøg, hvor foderoptagelsen hos tyre, stude og kvier er sammenlignet, men finder ingen klar forskel i foderoptagelsen afhængig af køn. Som omtalt i afsnit 3.4.3 forventes optagelseskapaciteten med hensyn til energi at være den

Afvigelse (sum af fyld - Ku)  
 Difference (sum of fill - Ku)



N = antal dyr - Number of animals

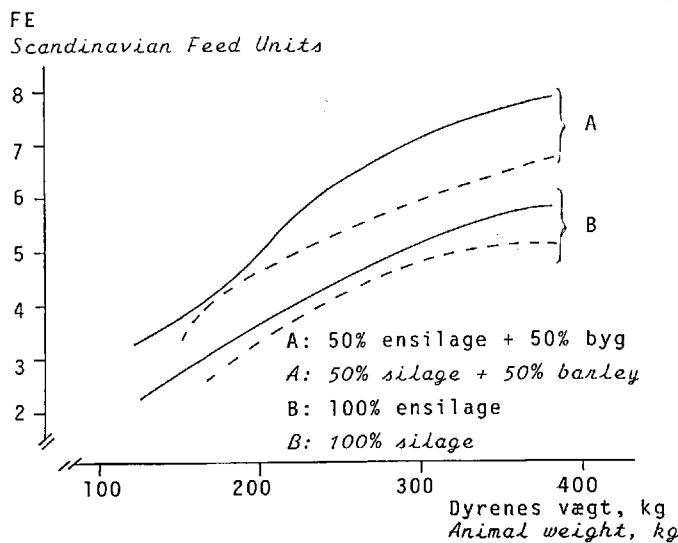
Dyrenes vægt, kg  
 Animal weight, kg

— gennemsnit ± spredningen  
 — average ± std.

Figur 4.2 Sammenligning af forventet optagelseskapacitet (Ku i tabel 4.1) med danske forsøgsresultater.

Figure 4.2 Comparison of expected feed intake capacity (Ku in table 4.1) with results from Danish experiments.

samme som for ungtyre op til ca. 250 kg legemsvægt, mens den er mindre over denne vægt. Dette antages også at gælde for Ku, men der eksisterer ingen danske forsøg, hvor optagelsen hos kvier kan sammenlignes direkte med optagelsen hos ungtyre. Sejrsen et al. (1978) og Andersen et al., (1977) har imidlertid gennemført 2 forsøg, hvor dyrerne er fodret med græsensilage fra samme parti. Resultaterne fra ovennævnte forsøg, vist i figur 4.3.



Figur 4.3 Forskel i foderoptagelsen mellem ungtyre (—) og kvier (---), når der fodres med store mængder græsensilage.

Figure 4.3 Difference in feed intake between bulls (—) and heifers (---) when fed large amounts of grass silage.

Resultaterne tyder på, at kvier har mindre optagelseskapacitet end tyre ved vægte over 250 kg. Ses der imidlertid bort fra forskelle i niveauet, der ikke nødvendigvis skyldes forskelle i kapaciteten, er forskellene i optagelse mellem kvier og ungtyre sandsynligvis så små, at der kan ses bort fra disse i praksis. Der er igangsat forsøg ved Statens Husdyrbrugsforsøg, hvor foderoptagelsen hos kvier og tyre sammenlignes, dog kun for dyr der vejer under 300 kg. Indtil videre antages det derfor, at foderoptagelseskapaciteten hos kvier er den samme som hos ungtyre.

Tabel 4.2 Foderoptagelseskapacitet (Ku) m.h.t. fylde hos ungtyre og kvier af kombinations- og Jerseyrace.

Table 4.2 Feed intake capacity (Ku) concerning fill for bulls and heifers of the dual purpose breeds and Jersey.

Vægt, kg Weight, kg	Kombinationsracer Dual purpose breeds	Jersey Jersey
100	2,7	3,3
125	3,5	4,1
150	4,3	4,7
175	5,0	5,3
200	5,7	5,8
225	6,3	6,2
250	6,9	6,7
275	7,4	7,0
300	7,8	7,3
325	8,3	7,5
350	8,6	7,7
375	8,9	7,9
400	9,2	8,1
425	9,4	8,3
450	9,7	8,5
475	9,9	8,7
500	10,1	
525	10,3	
550	10,5	
575	10,7	
600	10,9	

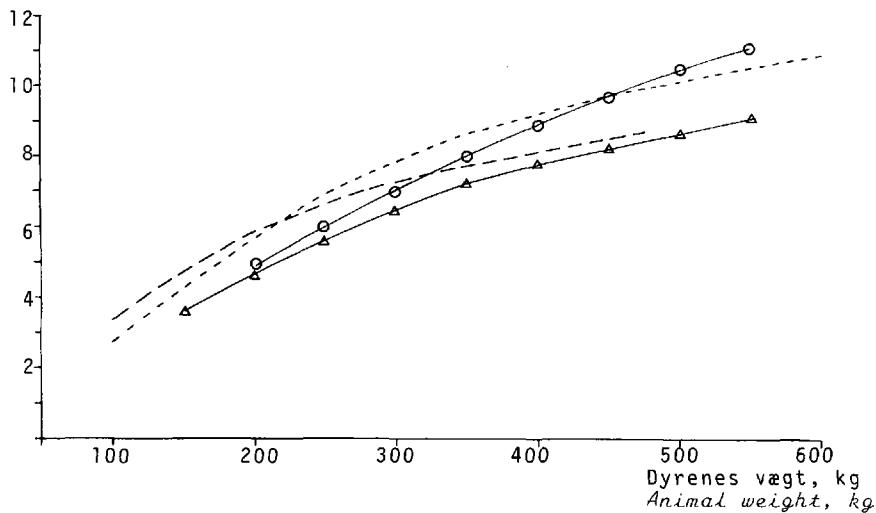
I Frankrig har man som tidligere nævnt benyttet en tilsvarende additiv metode til beregning af voksende kvægs foderoptagelse. Optagelseskapaciteten med hensyn til fylde (tabel 4.2) er i figur 4.4 sammenlignet med de franske resultater. En direkte sammenligning er ikke mulig, da det ikke er samme race, der sammenlignes. Det forholdsvis parallelle forløb af kurverne for tyre viser, at der ikke er de store forskelle i forløbet af optagelseskapaciteten med stigende vægt i de to systemer. I det franske system er kapaciteten for kvier højere end hos ungtyre, hvilket der dog jf. resultaterne i figur 4.3 samt oversigtsartiklen af Beranger & Micol (1980) ikke synes at være belæg for.

#### 4.3 Fodermidernes fylde

Det er ikke muligt at beregne sammenhænge mellem fodermidernes fylde (FFu) og fodermidernes egenskaber i øvrigt, da det kun er få fodermidler, der er beregnet fylde for til ungdyr. For at metoden skal kunne anvendes i praksis for nærværende, er det imidlertid nødvendigt, at FFu kan beregnes for alle fodermidler.

Foderoptagelseskapacitet - fyldte

Feed intake capacity - fill



Det franske system - The French system:

Tidligt udviklede malkeracer - early developed dairy breeds:

Ungtyre - bulls: ▲ — ▲ — ▲ — Kvier - heifers: ○ — ○ — ○ —

Det danske system - The Danish system:

Kombinationsracer, ungtyre og kvier -

Dual purpose breeds, bulls and heifers: -----

Jersey, ungtyre og kvier - Jersey, bulls and heifers: -----

Figur 4.4 Foderoptagelseskapaciteten i det franske og danske system.

Figure 4.4 Feed intake capacity in the French and the Danish system.

I det følgende er der derfor angivet foreløbige og skønnede sammenhænge mellem FFu og fodermidernes energikoncentration, findelingsgrad og for ensilagens vedkommende også dets tørstofindhold. Sammenhængene er baseret dels på udenlandske produktionsforsøg beskrevet i litteraturen, dels på danske produktionsforsøg.

Grovfoder: FFu for snittet hø, halmprodukter og ensilage med en tørstofprocent højere end 40 kan beregnes ved hjælp af følgende formel:

$$(5) \quad FFu \text{ per FE} = 1,16 \times \text{kg ts per FE} - 0,15$$

Hvis ensilagen har et lavere tørstofindhold end 40%, korrigeres fylden efter formel 6.

$$(6) \quad FFu_{ts\%} = FFu \times (-0,076 * ts\% + 0,00085 * ts\%^2 + 2,68)$$

Foder, der ikke er findelt (hø og halm), antages at have ca. 20% højere FFu per FE end snittet foder.

Roer: Andersen et al. (1977) har som tidligere omtalt fodret ungtyre med græsensilage og enten roer eller kraftfoder. Forsøgsresultaterne viser, at roerne virker noget mere fyldende end kraftfoder, når de gives sammen med store mængder ensilage, dvs. når foderoptagelsen er fysisk reguleret. Roer forventes således at have en FFu per FE på 1,25. Roernes fylde mindske ikke optagelsen, når de tildeles sammen med kraftfoder, dvs. når stofskiftefaktorer regulerer optagelsen (Larsen et al., 1963; Andersen & Lykkeaa, 1966; Larsen & Kirsgaard, 1966; Andersen et al., 1983).

Kraftfoder: Per definition er fylden på en kraftfoderblanding, som indeholder 105 FE per 100 kg tørstof, sat til 1. Det antages, at fylden per kg tørstof er ens (1,05) for alle kraftfodermidler, når disse har en tørstofprocent på over 80 og er enten valset eller pelleteret. Fylden per FE kan på baggrund af disse antagelser skønnes på basis af følgende formel:

$$(7) \quad FFu \text{ per FE} = 1,05 \times \text{kg ts per FE}$$

#### 4.4 Eksempler på anvendelse af metoden.

Som beskrevet i formel 4 er den additive metode til beregning af ungdyrs foderoptagelse baseret på, at foderoptagelsen enten er regulert af stofskiftefaktorer eller af fysiske faktorer. Er optagelsen stofskiftereguleret, kan dyrene optage foder svarende til FEmax. Gælder formel 8, er foderoptagelsen derimod reguleret af fysiske faktorer.

$$(8) \quad \frac{K_u}{FF_U} < FEmax$$

Ungdyr fodres normalt efter ædelyst med mindst et fodermiddel. Foderoptagelsen styres i sådanne situationer ved at regulere mængden af det restriktivt tildelte foder. Kvier tildeles således ofte begrænsede mængder kraftfoder og et tungt fordøjeligt grovfoder efter ædelyst. Spørgsmålet er derfor ofte, hvor meget kraftfoder der skal tildeles, samt hvor meget grovfoder man kan forvente, dyrene optager. Den nødvendige tildeling af kraftfoder for at opnå en ønsket energioptagelse ("norm") kan beregnes efter flg. formel:

$$(9) \quad FE_{krf} = \frac{FF_{Ugrf} - \frac{K_u}{Norm}}{FF_{Ugrf} - FF_{ukrf}} * Norm$$

Den forventede grovfoderoptagelse beregnes herefter som:

$$(10) \quad FE_{grf} = Norm - FE_{krf}$$

Såfremt tælleren i formel 9 er negativ, er dette ensbetydende med, at der ikke kan fodres efter ædelyst med rationen.

Eksempel 1: SDM kvier, der vejer 300 kg ønskes fodret med kraftfoder (100 FE per 100 kg ts) og NH<sub>3</sub>-behandlet byghalm (53 FE per 100 kg ts), således at de i alt optager 3,9 FE daglig. Den NH<sub>3</sub>-behandlede halms og kraftfoderets fylde beregnes jf. formel 5 og 7 til henholdsvis  $((1,16/0,53)-0,15)*1,2 = 2,45$  og  $1,05/1 = 1,05$  per FE. Ku ses af tabel 4.2 at være 7,8.

Den nødvendige daglige kraftfodermængde beregnes jf. formel 9 til:

$$\frac{2,45 - \frac{7,8}{3,9}}{2,45 - 1,05} * 3,9 = 1,25 \quad 1,3 \text{ FE}$$

Kvierne forventes at optage 2,6 FE i NH<sub>3</sub>-behandlet halm.

Eksempel 2: I eksempel 2 anvendes samme forudsætninger som i eksempel 1, blot ønskes der tildelt 1 FE i roer, der har en FFu på 1,25.

Den nødvendige daglige kraftfodermængde per kvie beregnes jf. formel 9 til:

$$\frac{2,45 - \frac{(7,8 - 1,25)}{(3,9 - 1)}}{2,45 - 1,05} * (3,9 - 1) = 0,4$$

Det forventes, at kvierne optager 2,5 FE i NH<sub>3</sub>-behandlet halm.

Eksempel 3: Der ønskes et skøn over, hvad fodringsintensiteten vil være, såfremt 250 kg RDM ungtyre tildeles 4 FE kraftfoder og majsensilage (68 FE per 100 kg ts og en tørstofpct. på 23) efter ædelyst. Kraftfoderet indeholder 105 FE per 100 kg. Jf. formlerne 5 og 7 beregnes FFu for majsensilage og kraftfoder til henholdsvis 1,56 og 1 per FE. Majsensilagens FFu skal imidlertid korrigeres for tørstofindholdet på 23%. Jf. formel 6 bliver FFu således =  $1,56 \times (-0,076 \times 23 + 0,00085 \times 23^2 + 2,68) = 2,16$ . FEmax (tabel 4.1) og Ku (tabel 4.2) er henholdsvis 6,0 og 6,9.

Den daglige FE-optagelse af majsensilage beregnes til:

$$(6,9 - 4) Ku / 2,16 Ku per FE = 1,34 FE$$

Den daglige foderoptagelse, foderstyrken, bliver således  $4 + 1,3 = 5,3$  FE per dag.

Fodringsintensiteten kan således beregnes til:

$$(5,3 / 6,0) * 100 = 88\%$$

Metoden er endnu ikke afprøvet i alle enkelheder. Der er imidlertid igangsat forsøgsaktiviteter til at efterprøve de anvendte modeller/funktioner samt til fastlæggelse af vigtige fodermidlers fylde til ungdyr.

## 5 LITTERATURLISTE

- Adey, W.R. & T. Tokizana. 1967. Progress in brain research. Vol. 27, Structure and function of the limbic system. Elsevier, Amsterdam.
- Aitken, J.N. & T.R. Preston. 1964. The self feeding of complete rations to dairy cattle. Anim. Prod. 6, 260.
- Allan, P.S. 1977. Lipid Metabolism. I: Swanson, M.J. (ed.), Dukes physiology of domestic animals, 9th ed., Cornell Univ. Press, Ithaca & London. 336-345.
- Ames, D.R., S.E. Curtis, G.L. Hahn, R.E. McDowell, D. Polin & B.A. Young. 1981. Effect of environment nutrient requirements of domestic animals. National Academic Press, Washington. 152 pp.
- Andersen, H.R. 1977. Majsensilagens foderværdi og anvendelse til kvæg. 454. beretn. fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 40 pp.
- Andersen, H.R. 1979. Foderoptagelse hos kvier og tyre. Ikke publiceret indlæg ved Statens Husdyrbrugsforsøgs Efterårs møde. Bilag 21 pp.
- Andersen, H.R. 1983. Upubliceret materiale og personlig meddelelse.
- Andersen, B.B., J. Jensen, B. Stenbæk, K. Kousgaard & L. Buchter. 1980. Avlsstationer for kødproduktion 1978/79. 487. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg, 113 pp.
- Andersen, B.B., J. Jensen, K. Kousgaard & L. Buchter. 1981. Avlsstationer for kødproduktion 1979/80. 506. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg, 109 pp.
- Andersen, B.B., J. Jensen, H.K. Krog, Sv.E. Sørensen & L. Buchter. 1982. Avlsstationer for kødproduktion 1980/81. 520. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg, 123 pp.
- Andersen, B.B., P. Løvendahl, J. Jensen, Sv.E. Sørensen, S. Klastrup & L. Buchter. 1983. Avlsstationer for kødproduktion 1981/82. 539. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg, 129 pp.
- Andersen, B.B., P. Løvendahl, J. Jensen, Sv.E. Sørensen, S. Klastrup & L. Buchter. 1984. Avlsstationer for kødproduktion 1982/83. 560. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg, 121 pp.
- Andersen, B.B., P. Madsen, J. Jensen, S. Klastrup & S.E. Sørensen. 1986. Avlsstationen for kødproduktion 1984/85. 603. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg, 128 pp.

- Andersen, H.R. & M. Sørensen. 1972. Formalet halm som bestanddel af fuldfoder til fedekvæg. Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums Efterårsmede. Årbog 1972, 356-370.
- Andersen, H.R. & M. Sørensen. 1975. Formalet halm i foderblandinger til ungtyre. Medd. nr. 19. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Andersen, H.R. & M. Sørensen. 1976. Ludbehandlet (NaOH) kontra ube-handlet byghalm i foderblandinger til ungtyre. Medd. nr. 137. Sta-tens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Andersen, H.R., S.P. Konggaard & K. Kousgaard. 1977. Kløvergræs-silage plus varierende mængder roefoder eller byg til ungtyre i binde- og løsdriftstald. Medd. nr. 205. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Andersen, H.R., B.B. Andersen, E. Møller, K. Kousgaard & S. Klastrup. 1961. Kombineret avls- og fodringsforsøg på avlsstationen "Egt-ved". c. Fodring med majsensilage. Medd. nr. 366. Statens Husdyr-brugsforsøg. 4 pp.
- Andersen, H.R., K.L. Ingvartsen, L. Buchter, K. Kousgaard & S. Klastrup. 1983. Slagtevætgens og foderstyrkens betydning for vækst, foderudnyttelse, slagte- og kødkvaliteten hos tyre og stu-de. 544. Beretn. fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 145 pp.
- Andersen, H.R., B.B. Andersen, E. Møller, S. Klastrup, H. Philipsen & A.M. Jensen. 1980. Fuldfoder med ludbehandlet (NaOH) kontra ube-handlet byghalm til ungtyre. Medd. nr. 326. Statens Husdyrbrugs-forsøg. 4 pp.
- Andersen, H.R., B. Stenbæk, B.B. Andersen, E. Møller, K. Kousgaard & L. Buchter. 1979. Majsensilage til ungtyre. Medd. nr. 264. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Andersen, P.E. & J. Lykkeaa. 1966. Varierende mængder korn og bede-roer til skummetmælkskalve. Årbog Landøk. Forsøgslab. København, 357-361.
- Apelt, W. 1965. Der Einfluss der Ernährung auf die Entwicklung der Verdauungsorgane und auf die quantitativen Schlachtergebnisse von männlichen Kälbern. Kuhn-Archiv 79, 239-296.
- Arnold, G.W. 1964. Some principles in the investigation of selective grazing. Proc. Austr. Soc. Anim. Prod. 5, 258.
- Arnold, G.W. 1970. Regulation of food intake in grasing ruminants. I: Phillipson, A.T. (ed.), Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Oriel Press., Newcastle Upon Tyne, England. 264-272.
- Ash, R.W. & R.N.B. Kay. 1959. Stimulation and inhibition of reticulum contractions, rumination and parotid secretion from the foresto-mach of conscious sheep. J. Physiol. 149, 43-57.
- Atterby, J.T. & H.D. Johnson. 1969. Effect of environmental tempe- rature, controlled feeding and fasting on rumen motility. J. Anim. Sci. 29, 734-737.

- Baile, C.A. 1970. Control of feed intake and the fat depots. *J. Dairy Sci.* 54, 564-582.
- Baile, C.A. 1975. Control of feed intake in ruminants. I: McDonald I.W. & A.C.I. Warner (eds.), *Digestion and metabolism in the ruminant*. Univ. of New England Pub. Unit, Armidale, N.S.W., Australia, 333-350.
- Baile, C.A. 1979. Energy balance and control of food intake. I: Church, D.C. (ed.), *Digestive physiology and nutrition of ruminants*. Vol. 1. O. & B. Books Oregon, 291-320.
- Baile, C.A. & M.A. Della-Fera. 1981. Nature of hunger and satiety control systems in ruminants. *J. Dairy Sci.* 64, 1140-1152.
- Baile, C.A. & J.M. Forbes. 1974. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Physiol. Rev.* 54, 160-201.
- Baile, C.A. & H.F. Martin. 1971. Hormones and amino acids as possible factors in the control of hunger and satiety in sheep. *J. Dairy Sci.* 54, 897-905.
- Baile, C.A. & J. Mayer. 1966. Hyperphagia in ruminants caused by a depressant. *Science*. 151, 458-459.
- Baile, C.A. & J. Mayer. 1968a. Effect of insulin-induced hypoglycemia and hypoacetonemia on eating behavior in goats. *J. Dairy Sci.* 51, 1495-1499.
- Baile, C.A. & J. Mayer. 1968b. Effect of intravenous versus intraruminal injections of acetate on feed intake of goats. *J. Dairy Sci.* 51, 1490-1494.
- Baile, C.A. & J. Mayer. 1968c. Hypothalamic temperature and regulation of feed intake in goats. *Am. J. Physiol.* 214, 676-684.
- Baile, C.A. & J. Mayer. 1970. Hypothalamic centers: feedback and receptor sites in the short-term control of feed intake. I: Philipson, A.T. (ed.), *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*. Oriel Press, Cambridge, England, 254-263.
- Baile, C.A. & C.L. McLaughlin. 1970. Feed intake of goats during volatile fatty acid injections into four gastric areas. *J. Dairy Sci.* 53, 1058-1063.
- Baile, C.A. & C.L. McLaughlin. 1979. A review of the behavioral and physiological responses to elefazepam, a chemical feed intake stimulant. *J. Anim. Sci.* 49, 1371-1395.
- Baile, C.A., Z. Glick & J. Mayer. 1969. Effect of secretin and cholecystokinin-pancreozymin on pancreatic juice and insulin secretion of goats. *J. Dairy Sci.* 52, 513-517.
- Baile, C.A., A.W. Mahoney & J. Mayer. 1967a. Placements of electrodes in the hypothalamus of goats. *J. Dairy Sci.* 50, 576-578.

- Baile, C.A., A.W. Mahoney & J. Mayer. 1967b. Preliminary report on hypothalamic hyperphagia in ruminants. *J. Dairy Sci.* 50, 1851-1854.
- Baile, C.A., A.W. Mahoney, J. Mayer. 1968. Induction of hypothalamic aphagia and adipsia in goats. *J. Dairy Sci.* 51, 1474-1480.
- Baile, C.A., J. Mayer, A.W. Mahoney & C. McLaughlin. 1969. Hypothalamic hypophagia in goats and some observations of its effect on glucose utilization rate. *J. Dairy Sci.* 52, 101-109.
- Baile, C.A., F.H. Martin, J.M. Forbes, R.L. Webb & W. Kingsbury. 1974. Intrahypothalamic injections of prostaglandins and prostaglandin antagonists and feeding in sheep. *J. Dairy Sci.* 57, 81-88.
- Bailey, C.B. 1961. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 3. The rate of mixed saliva in the cow during eating, with an estimate of the magnitude of the total daily secretion of mixed saliva. *Br. J. Nutr.* 15, 443-451.
- Bailey, C.B. & C.C. Balch. 1961a. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 1. The composition and rate of secretion of parotid saliva in a small steer. *Br. J. Nutr.* 15, 371-382.
- Bailey, C.B. & C.C. Balch. 1961b. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 2. The composition and rate of secretion of mixed saliva in the cow during rest. *Br. J. Nutr.* 15, 383-402.
- Bailey, C.B., R. Hironoha & S.B. Slen. 1962. Effect of the temperature of the environment and the drinking water on body temperature and water consumption of sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 42, 1.
- Balch, C.C. & R.C. Campling. 1962. Regulation of voluntary food intake in ruminants. *Nutr. Abstr. Rev.* 32, 669-682.
- Balch, C.C. & R.C. Campling. 1969. Voluntary intake of food. I. Lenkeit, K., K. Breirem & E. Crasemann (eds.), *Handbuch der Tierernährung*. 1, 554-579. Verlag Paul Parey, Hamburg & Berlin, 554-579.
- Bargeloh, J.F., J.W. Hibbs & H.R. Conrad. 1975. Effect of prepartal hormone administration on feed intake and mineral metabolism of cows. *J. Dairy Sci.* 58, 1701-1707.
- Bartley, E.R. 1975. Bovine saliva: Production and function. I: Weinberg, M.S. & A.L. Sheffer (eds.), *Buffers in ruminant physiology and metabolism*. Church & Dwright Comp. Inc., New York, 61-77.
- Bartley, E.E., R.M. Meyer & L.R. Fina. 1975. Feedlot or grain bloat. I. McDonald, I.W. & A.C.I. Warner (eds.); *Digestion and metabolism in the ruminant*. The Univ. of New England Publishing Unit, Sidney, 551-562.

- Basset, J.M. 1963. The influence of cortisol on food intake and glucose metabolism in sheep. *J. Endocrinol.* 26, 539-553.
- Basset, J.M. 1972. Plasma glucagon concentrations in sheep: Their relation to concentrations of insulin and growth hormone. *Austr. J. Biol. Sci.* 25, 1277-1287.
- Basset, J.M. 1974. Diurnal patterns of plasma insulin, growth hormone, corticosteroid and metabolite concentrations in fed and fasted sheep. *Aust. J. Biol. Sci.* 27, 167-181.
- Basset, J.M. 1974a. Early changes in plasma insulin and growth hormone levels after feeding in lambs and adult sheep. *Aust. J. Biol. Sci.* 27, 157-166.
- Basset, J.M. 1975. Dietary and gastro-intestinal control of hormones regulating carbohydrate metabolism in ruminants. I: McDonald, I.W. & A.C.I. Warner (eds.) *Digestion and metabolism in the ruminant*. Univ. of New England Publ. Unit, Armidale, N.S.W., Australia, 383-398.
- Basset, J.M., R.H. Weston & J.P. Hogan. 1971. Dietary regulation of plasma insulin and growth hormone concentration in sheep. *Austr. J. Biol. Sci.* 24, 321-333.
- Baumgardt, B.R. 1969. Voluntary feed intake. I: Hafez, E.S.E. and I.A. Dyer (eds.), *Animal growth and nutrition*. Lea and Febiger, Philadelphia, 121-137.
- Baumgardt, B.R. 1971. Control of feed intake in the regulation of energy balance. I: Phillipson, A.T. (ed.), *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*. Oriel Press, Newcastle Upon Tyne, England, 235-253.
- Beardsley, D.W. 1964. Nutritive value of forage as effected by physical form. Part II. Beef cattle and sheep studies. *J. Anim. Sci.* 23, 239-245.
- Beranger, C. 1976. Dehydration and processing of roughages. I: Tayler, J.C. and J.M. Wilkinson (eds.) *Improving the nutritional efficiency of beef production*. ECSC, Luxembourg., 277-290.
- Beranger, C. & D. Micol. 1980. Intake in relation to the animal. *Ann. Zootech.* 29, 209-230.
- Bergen, W.G. 1972. Rumen osmolarity as a factor in feed intake control of sheep. *J. Anim. Sci.* 34, 1054-1060.
- Bergen, W.G. 1979. Free amino acid in blood of ruminants - physiological and nutritional regulation. *J. Anim. Sci.* 49, 1577-1589.
- Bergen, W.G. & M.T. Yokoyama. 1977. Productive limits to rumen fermentation. *J. Anim. Sci.* 46, 573-584.

- Bergen, W.G., D.B. Purser & J.H. Cline. 1968. Effect of ration on the nutritive quality of rumen microbial protein. *J. Anim. Sci.* 27, 1497-1501.
- Bhattacharya, A.N. & M. Alulu. 1975. Appetite and insulin - metabolite harmony in portal blood of sheep fed high or low roughage diet with or without intraruminal infusion of VFA. *J. Anim. Sci.* 41, 225-233.
- Bhattacharya, A.N. & R.G. Warner. 1968a. Effect of propionate and citrate on depressed feed intake after intraruminal infusions of acetate in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 51, 1091-1094.
- Bhattacharya, A.N. & R.G. Warner. 1968b. Influence of varying rumen temperature on central cooling or warming and on regulation of voluntary feed intake in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 59, 1481-1489.
- Bines, J.A. 1971. Metabolic and physical control of food intake in ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 30, 116-122.
- Bines, J.A. 1976a. Factors influencing voluntary food intake in cattle. I: Swan, H. & W.H. Broster (eds.), *Principles of cattle production*. University of Nottingham, Butterworth, 287-305.
- Bines, J.A. 1976b. Regulation of food intake in dairy cows in relation to milk production. *Livest. Prod. Sci.* 3, 115-128.
- Bines, J.A. 1979. Voluntary food intake. I: Broster, W.H. & H. Swan (eds.), *Feeding strategy for the high yielding dairy cow*. EAAP publ. 25, 23-48.
- Bines, J.A. & A.W.F. Davey. 1978. Metabolic changes associated with intake by cows of complete diets containing straw and concentrates in different proportions. *Br. J. Nutr.* 39, 567-578.
- Bines, J.A., I.C. Hart & S.V. Morant. 1980. Endocrine control of energy metabolism in the cow: The effect on milk yield and levels of some blood constituents of injecting growth hormone and growth hormone fragments. *Br. J. Nutr.* 43, 179-188.
- Bines, J.A., S. Suzuki & C.C. Balch. 1969. The quantitative significance of long-term regulation of food intake in the cow. *Br. J. Nutr.* 23, 695-704.
- Blaxter, K.L. 1976. Experimental obesity in farm animals. I: Vermoel, M. (ed.), *Energy metabolism of farm animals*. 7th symposium, Vichy, Clermont-Ferrand, de Bussac. EAAP publ. 19, 129-132.
- Blaxter, K.L., F.W. Wainmann & R.S. Wilson. 1961. Regulation of food intake by sheep. *Anim. Prod.* 3, 51-61.
- Bray, G.A. 1978. Endocrine factors in the modulation of food intake. *Proc. Nutr. Soc.* 37, 301-309.
- Brobeck, J.R. 1960. Food and temperature. *Recent Progr. Hormone Res.* 16, 439-466.

- Brockman, R.P. 1978. Roles of glucagon and insulin in the regulation of metabolism in ruminants - A review. *Can. Vet. J.* 19, 55-62.
- Bruse, L.A. & T.L. Huber. 1973. Inhibitory effect of acid in the intestine on rumen motility in sheep. *J. Anim. Sci.* 37, 164-168.
- Bryant, M.P. 1973. Nutritional requirements of the predominant rumen cellulolytic bacteria. *Fed. Proc.* 32, 1809-1822.
- Bueno, L. 1975. Role de l'acide DL-Lactique dans le contrôle de l'ingestion alimentaire chez le mouton. *Ann. Rec. Vet.* 6, 325-336.
- Butler-Hogg, B.W. & J.D. Wood. 1981. Growth and development of internal organs in Friesian and Jersey steers. *Anim. Prod.* 32, 380.
- Calder, F.W., J.W.G. Nicholson & H.M. Cunningham. 1964. Water restrictions for sheep on pasture and rate of consumption with other feeds. *Can. J. Anim. Sci.* 44, 266-271.
- Campling, R.C. 1966. The effect of concentrates on the rate of disappearance of digesta from the alimentary tract of cows given hay. *J. Dairy Res.* 33, 13-23.
- Campling, R.C. 1966a. A preliminary study of the effect of pregnancy and lactation on the voluntary intake of foods by cows. *Br. J. Nutr.* 20, 25-39.
- Campling, R.C. & C.C. Balch. 1961. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. I. Preliminary observations on the effect on the voluntary intake of hay, of changes in the amount of the reticuloruminal content. *Br. J. Nutr.* 15, 523-530.
- Campling, R.C. & M. Freer. 1966. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 8. Experiments with ground, pelleted roughages. *Br. J. Nutr.* 20, 229-244.
- Campling, R.C. & J.A. Milne. 1972. The nutritive value of processed roughages for milking cattle. *Proc. Br. Anim. Prod.* 53-60.
- Campling, R.C., M. Freer & C.C. Balch. 1961. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 2. The relationship between the voluntary intake of roughages, the amount of digesta in the reticulorumen and rate of disappearance of digesta from the alimentary tract. *Br. J. Nutr.* 15, 531-540.
- Campling, R.C., M. Freer & C.C. Balch. 1963. Factors affecting voluntary intake of food by cows. 6. A preliminary experiment with ground, pelleted hay. *Br. J. Nutr.* 17, 263-272.
- Carnegie, A.B., N.M. Tulloh & R.M. Seebeck. 1969. Developmental growth and body weight and body weight loss of cattle. V. Changes in the alimentary tract. *Austr. J. Agric. Res.* 20, 405-415.
- Castle, M.E. & P.C. Thomas. 1976. Silage research at the Hannah Institute. Reference ukendt.

- Chapman, H.W., W.L. Groum & J.C. Newhook. 1979. The site of action of pentagastrin-induced inhibition of the reticulum. Ann. Rech. Vet. 10, 200-201.
- Chase, L.E., P.J. Wangsness & R.J. Martin. 1977a. Portal blood insulin and metabolite changes with spontaneous feeding in steers. J. Dairy Sci. 60, 410-415.
- Chase, L.E., P.I. Wangsness, J.F. Kavanagh, L.C. Griell, jr. & J.H. Gahagan. 1977b. Changes in portal blood metabolites and insulin with feeding steers twice daily. J. Dairy Sci. 60, 403-409.
- Chowdhry, M.S. 1972. Effect of 17b-oestradiol on milk secretion in goats. M. Phil. Thesis, Univ. of Leeds.
- Church, D.C. 1975. Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol. 1. 2. edition. O. & B. Books, Corvallis, Oregon, U.S.A. 350 pp.
- Church, D.C. 1979. Appetite, taste and palatability. I: Church, D.C. (ed.), Digestive physiology and nutrition of ruminants. Vol. 2.2. ed. O. & B. Books, Oregon. 281-290.
- Christophersen, R.J. 1976. Effect of prolonged cold and the outdoor winter environment on apparent digestibility in sheep and cattle. Can. J. Anim. Sci. 56, 201-212.
- Clarke, R.T.J. & C.S.W. Reid. 1974. Foamy bloat of cattle. A review. J. Dairy Sci. 57, 753-785.
- Colburn, M.W. & J.L. Ewans. 1968. Reference Base, Wb, of growing steers determined by relating forage intake to body weight. J. Dairy Sci. 51, 1073-1076.
- Colburn, M.W., J.L. Ewans & C.H. Ramage. 1968. Ingestion control in growing ruminant animals by components of cell-wall constituents. J. Dairy Sci. 51, 1458-1464.
- Cole, H.H. & J.M. Boda. 1960. Continued progress toward controlling bloat. A Review. J. Dairy Sci. 43, 1585-1614.
- Conrad, H.R. 1966. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Physiological and physical factors limiting feed intake. J. Dairy Sci. 25, 227-235.
- Conrad, H.R., A.D. Pratt, J.W. Hibbs. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. 1. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. J. Dairy Sci. 47, 54-62.
- Cook, R.M., R.E. Brown & C.L. Davis. 1965. Protein metabolism in the rumen. I. Absorbtion of glycine and other amino acids. J. Dairy Sci. 48, 475-483.
- Counotte, G.H.M. & R.A. Prins. 1979. Regulation of rumen lactate metabolism and the role of laetic acid in nutritional disorders of ruminants. Vet. Sci. Comm. 2, 277-303.

- Cramton, E.W., E. Donefor & L.E. Loyd. 1960. A nutritive value index for forage. *J. Anim. Sci.* 19, 538-552.
- Cunningham, M.D., F.A.R. Marz & C.P. Merilan. 1964. Effect of drinking-water temperature and water consumption of nonlactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 47, 382-385.
- Dafny, N., R.H. Jacob & E.D. Jacobson. 1975. *Experientia.* 31, 658.
- Degen, A.A. & B.A. Young. 1980. Effect of cold exposure on liveweight and body fluid compartments in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 60, 33-41.
- Della-Fera, M.A. & C.A. Baile. 1979. CCK-octapeptide injected in CSF causes satiety in sheep. *Ann. Rech. Vet.* 10, 234-236.
- Demarquilly, C. & J.P. Dulphy. 1976. Effect of ensiling voluntary intake of different crops harvested at various stages of growth. I. Taylor, J.C. & J.M. Wilkinson (eds.), *Improving the nutritional efficiency of beef production* ECSC, Luxemburg, 183-204.
- Dinus, D.A., J.F. Kavanagh & B.R. Baumgardt. 1970. Interrelations between food intake and body temperature. *J. Dairy Sci.* 53, 438-445.
- Dirkens, A. 1970. Acidosis. I: A.T. Phillipson (ed.), *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*. Oriel Press, New Castle Upon Tyne, England. 612-629.
- Dowden, D.R. & D.R. Jacobsen. 1960. Inhibition of appetite in dairy cattle by certain intermediate metabolites. *Nature.* 188, 148-149.
- Draper, N., & H. Smith. 1981. *Applied regression analysis*. Second edition. John Wiley & Sons Inc., New York. 709 pp.
- Driver, P.M. & J.M. Forbes. 1978. Plasma growth hormone and spontaneous meals in sheep. *Proc. Nutr. Soc.* 37, 100A.
- Driver, P.M., G.M. Adams & J.M. Forbes. 1979. Response of plasma growth hormone to short term fasting and spontaneous meals in sheep. *J. Endocrinol.* 83, 50.
- Ekern, A. & L. Vik-Mo. 1979. Conserved forages as feeds for dairy cows. I: Broster, W.H. & H. Swan (eds.), *Feeding strategy for the high yielding dairy cow*. EAAP publ. 25, 322-373.
- Elliot, J.M., H.W. Symonds, B. Pike. 1985. Effect on feed intake of infusing sodium propionate or sodium acetate into a mesenteric vein of cattle. *J. Dairy Sci.* 68, 1165-1170.
- Ely, D.G., C.O. Little & G.E. Mitchell. 1969. Amino and urea nitrogen level in lambs receiving different nitrogen sources and injections of lysine and methionine. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 47, 929-934.

- Fajans, S.S. & J.C. Floyd. 1972. Stimulation af islet cell secretion by nutrients and by gastrointestinal hormones released during digestion. I: Handbook of physiology Section /: Endocrinology, vol. 1. 473-493.
- Flatt, W.P., R.G. Warner & J.K. Loosli. 1958. Influence of purified materials on the development of the ruminant stomach. J. Dairy Sci. 41, 1593-1600.
- Forbes, J.M. 1968. The physical relationship of the abdominal organs in the pregnant ewe. J. Agric. Sci., Camb. 70, 171-177.
- Forbes, J.M. 1969. The effect of pregnancy and fatness on the volume of rumen content in the ewe. J. Agric. Sci., Camb. 72, 119-121.
- Forbes, J.M. 1970. The voluntary food intake of pregnant and lactating ruminants. A review. Br. Vet. J. 126, 1-11.
- Forbes, J.M. 1970a. Voluntary food intake of pregnant ewes. J. Anim. Sci. 31, 1222-1227.
- Forbes, J.M. 1971. Physiological changes affecting voluntary food intake in ruminants. Proc. Nutr. Soc. 30, 135-142.
- Forbes, J.M. 1972. Effects of oestradiol-17 $\beta$  on voluntary food intake in sheep and goats. J. Endocrinol. 52, 8.
- Forbes, J.M. 1977. Development of a model of voluntary food intake and energy balance in lactating cows. Amin. Prod. 24, 203-214.
- Forbes, J.M. 1978. Models of the control of food intake and energy balance in ruminants. I: Booth, D.A., (ed.), Hunger Models. Compatible Theory of Feeding Control. Academic Press, London. 323-346.
- Forbes, J.M. 1980a. Hormones and metabolites in the control food intake. I: Ruckebusch & P. Thivend (eds.), Digestive physiology and metabolism in ruminants. MTP press limited, England. 145-160.
- Forbes, J.M. 1980b. Physiological aspects of the regulation of food intake. I: Beranger (ed.), Energy and protein feeding standards applied to the rearing and finishing of beef cattle. Ann. Zootech. 29, 189-196.
- Forbes, J.M. 1980c. A model of the short-term control of feeding in ruminant. Effect of changing animal or feed characteristic. Appetite. 1, 21-41.
- Forbes, J.M. 1982. The role of the liver in the control of food intake. Proc. Nutr. Soc. 41, 123-125.
- Forbes, J.M. 1982a. Effect of lighting patterns on growth, lactation and food intake of sheep, cattle and deer. Livest. Prod. Sci. 9, 361-374.
- Forbes, J.M. 1983. Models for the production of food intake and energy balance in dairy cows. Livest. Prod. Sci. 10, 149-157.

- Forbes, J.M. & J.A.F. Rook. 1970. The effect of intravenous infusion of oestrogen on lactation in the goat. *J. Physiol.*, London. 207, 79-80.
- Freer, M. & R.C. Campling. 1963. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 5. The relationship between the voluntary intake of food, the amounts of digesta in the reticulorumen and the rate of disappearance of digesta from the alimentary tract with diets of hay, dried grass or concentrates. *Br. J. Nutr.* 17, 79-88.
- Frisch, J.E. & J.E. Vercoe. 1969. Liveweight gain, food intake and eating rate in Brahman, Africander and Shorthorn x Hereford cattle. *Aust. J. Agr. Res.* 20, 1189.
- Fuquay, J.M. 1981. Heat stress as it affects animal production. *J. Anim. Sci.* 52, 164-174.
- Geay, Y. 1976. Fitting the diet to the potential of the animal. I: Tayler, J.C. & J.M. Wilhemson (eds.), Improving the nutritional efficiency of beef production. ECSC, Luxemburg, 333-347.
- Gill, S.S., H.R. Conrad & J.W. Hibbs. 1969. Relative rate on in vitro cellulose disappearance as a possible estimator of digestible dry matter intake. *J. Dairy Sci.* 52, 1687-1690.
- Goatcher, W.D. & D.C. Church. 1970a. Taste response in ruminants I. Reactions of sheep to sugars, saccharin, ethanol and salts. *J. Anim. Sci.* 30, 777-783.
- Goatcher, W.D. & D.C. Church. 1970b. Taste responses in ruminants II. Reactions of sheep to acids, quinine, urea and sodium hydroxide. *J. Anim. Sci.* 30, 784-790.
- Goatcher, W.D. & D.C. Church. 1970c. Taste responses in ruminants. III. Reactions of pygmy goats, normal goats, sheep and cattle to sucrose and sodium chloride. *J. Anim. Sci.* 31, 364-372.
- Goatcher, W.D. & D.C. Church. 1970d. Taste responses in ruminants. IV. Reactions of pygmy goats, normal goats, sheep and cattle to acetic acid and quinine hydrochlorine. *J. Anim. Sci.* 31, 373-382.
- Goatcher, W.D. & D.C. Church. 1970e. Review of some nutritional aspects of the sense of taste. *J. Anim. Sci.* 31, 973-981.
- Greenhalgh, J.F.D. & G.W. Reid. 1973. The effect of pelleting various diets on intake and digestibility in sheep and cattle. *Anim. Prod.* 16, 223-233.
- Greenhalgh, J.F.D. & F.W. Wainman. 1972. The nutritive value of processed roughages for fattening cattle and sheep. *Proc. Br. Anim. Prod.* 61-72.
- Grovum, W.L. 1981. Factors affecting the voluntary intake of food by sheep. 3. The effect of intravenous infusions of gastrin, cholecystokinin and secretin on motility of the reticulo-rumen and intake. *Br. J. Nutr.* 45, 183-201.

- Grovum, W.L. & G.D. Phillips. 1978. Factors affecting the voluntary intake and food by sheep. 1. The role of distension, flow-rate of digesta and propulsive motility in the intestine. Br. J. Nutr. 40, 323-336.
- Harrison, H.N., R.G. Warner, E.G. Sander & J.K. Loosli. 1960. Changes in the tissue and volume of the stomachs of calves following the removal of dry feed or consumption of inert bulk. J. Dairy Sci. 43, 1301-1312.
- Head, H.H., W.W. Thatcher, C.J. Wilcox & K.C. Bachmann. 1976. Effect of a synthetic corticoid on milk yield and composition and on blood metabolites and hormones in dairy cows. J. Dairy Sci. 59, 880-888.
- Hikosaka, K., Y. Sasaki & T. Tsuda. 1979. Effect of glucose insulin and FFA in food intake in the sheep. Ann. Rech. Vet. 10, 237-239.
- Hocking, R.R. 1976. The analysis and selection of variable in linear regression. Biometrics. 32, 1-50.
- Hodgson, J. & J.M. Wilkinson. 1967. The relationship between live-weight and herbage intake in grazing cattle. Anim. Prod. 9, 365-376.
- Hoffer, B.G., G.R. Siggins & F.E. Bloom. 1969. Prostaglandin E<sub>1</sub> and E<sub>2</sub> antagonize norepinephrine effects on cerebellar purkinje cells: microelectrophoretic study. Science 166, 1418-1421.
- Holmes, E.G. and F.J. Fraser. 1965. An attempt to produce hyperphagia in sheep by electrical damage to the hypothalamus. Aust. J. Biol. Sci. 18, 345-352.
- Horn, F.P., J.P. Telford, J.E. McCroskey, D.F. Stephens, J.V. Whitteman og R. Totusek. 1979. Relationship of animal performance and dry matter intake to chemical constituents of grazed forage. J. Anim. Sci. 49, 1051-1058.
- Huber, T.L. 1976. Physiological effect of acidosis on feedlot cattle. J. Anim. Sci. 43, 902-909.
- Hvelplund, T. og P.D. Møller. 1980. Fodringens indflydelse på vombakteriernes kemiske sammensætning. 310. medd. Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 4 pp.
- Ingvartsen, K.L. 1980. Foderoptagelse hos voksne drøvtyggere. Kodebeskrivelse til skematype 1-5. Ikke publ.
- Ingvartsen, K.L. 1982. Planlægning i den intensive ungtyreproduktion. Opgave i kurset Planlægning, styring & kontrol i den animalske produktion ved KVL. Ikke publ.
- Ingvartsen, K.L. 1983. Foderstyring hos voksne kvæg fodret ad libitum. Hovedopgave i kvægets fodring og pasning. Husdyrbrugsinstuttet, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København, 142 pp.

- Ingvartsen, K.L. 1984. Model for foderoptagelsen hos voksende kvæg. Diskussionsopslæg ved internt møde i Statens Husdyrbrugsforsøg. 48 pp.
- Ingvartsen, K.L. 1985. Upublicerede analyser af 5 års afkoms prøveresultater.
- Jarrige, R. 1985. Voluntary intake in dairy cows and its prediction. Paper in press.
- Jarrige, R., C. Demarquilly, J.P. Dulphy, A. Hodau, M. Journet, C. Beranger, Y. Geay, C. Malterre, D. Micol, M. Petit & J. Robelin. 1979. Le système des unités d'encombrement pour les bovins. Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix. 38, 57-79.
- Jones, G.M. 1972. Chemical factors and their relation to feed intake regulations in ruminants: A review. Can. J. Anim. Sci. 52, 207-239.
- Jong, A. De. 1979. Regulation af insulin and glucagon secretion in goats. Ann. Res. Vet. 10, 240-243.
- Jong, A. De. 1981a. The effect of feed intake on nutrient and hormone levels in jugular and portal blood in goats. J. Agric. Sci., Camb. 96, 643-657.
- Jong, A. De. 1981b. Short and long term effects of eating on blood composition in free-feeding goats. J. Agric. Sci., Camb. 96, 659-668.
- Journet, M. & B. Remond. 1976. Physiological factors affecting the voluntary intake of feed by cows: A review. Livest. Prod. Sci. 3, 129-146.
- Karne, C.N., F.L. Evans & A.D. Tillmann. 1972. Metabolism of nitrogen in Boran and in Hereford-Boran crossbreed steers. J. Anim. Sci. 35, 1025.
- Kaufmann, W. 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. Livest. Prod. Sci. 3, 103-114.
- Kaufmann, W., H. Hagemeister & G. Dirk. 1980. Adaption to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. I: Ruckebusch, U. & P. Thivend (eds.), Digestive physiology and metabolism in ruminants. MTP press limited.
- Kay, R.N.B. 1966. The Influence of saliva on digestion in ruminants. Wld. Rev. Nutr. Diet. 6, 292-325.
- Kay, R.N.B. & P.N. Hobson. 1963. Reviews of the progress of dairy science. Section A Physiology 1. The physiology of the rumen. 2. Rumen microbiology. J. Dairy Res. 30, 261-313.
- Kelly, R.O., F.A. Martz & H.D. Johnson. 1967. Effect of environmental temperature on ruminal volatile fatty acid levels with controlled feed intake. J. Dairy Sci. 50, 531-533.

- Kennedy, P.M. & L.P. Milligan. 1978. Effect of cold exposure on digestion, microbial synthesis and nitrogen transformations in sheep. Br. J. Nutr. 39, 105-117.
- Kennedy, P.M., R.J. Christopherson & L.P. Milligan. 1976. The effect of cold exposure of sheep on digestion, rumen turnover time and efficiency of microbial synthesis. Br. J. Nutr. 36, 231.
- Kennedy, P.M., B.A. Young & R.J. Christopherson. 1977. Studies on the relations between thyroid functions, cold acclimations and retention time of digesta in sheep. J. Anim. Sci. 45, 1084-1090.
- Kertz, A.F., M.K. Koepke, L.E. Davidson, N.L. Betz, J.R. Norris, L.V. Skoch, B.R. Cords & D.T. Hopkins. 1982. Factors influencing intake of high-urea containing rations by lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 65, 587.
- Kirchgessner, M., F.J. Schwarz & P. Zinner. 1983. Zum Einfluss einer restriktiven Wasserzufuhr auf Futteraufnahme und Leistung bei Milchkühen. Züchtungskunde. 55, 40-47.
- Kissleff, H.R. & T.B. Van Itallie. 1982. Physiology of the control of food intake. Ann. Rev. Nutr. 2, 371-418.
- Klemm, W.R. 1977. Design and basic function of the nervous system. I: M.J. Swenson (ed.), Dukes physiology of domestic animals. 9'th edition. Cornell University Press. 531-548.
- Kolb, E. 1971. Die Regulierung und Beeinflussung der Futteraufnahme. I: E. Kolb & H. Giertler (eds.), Ernährungsphysiologie der Landwirtschaftlichen Nutztiere. V.E.B. Gustav Fischer Verlag, Jena. 137-153.
- Konggaard, S.P. & C.C. Krohn. 1975. Undersøgelser over foderoptagelse og social adfærd hos gruppefodrede køer i løsdrift. I. Faktorer, der påvirker den individuelle roeoptagelse ved restriktiv tildeiling. 425. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 25 pp.
- Konggaard, S.P. & C.C. Krohn. 1978a. Adfærdsmønstre i kvægholdet i relation til forskellige produktionssystemer. Ugeskrift for Agronomer. 33, 749-755.
- Konggaard, S.P. & C.C. Krohn. 1978b. Undersøgelser over foderoptagelse og social adfærd hos gruppefodrede køer i løsdrift. III. Første kalvs køer i gruppe for sig eller i gruppe med ældre køer. 469. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 30 pp.
- Konggaard, S.P., C.C. Krohn & E. Agergaard. 1982. Undersøgelser over foderoptagelse og social adfærd hos gruppefodrede køer i løsdrift. VI. Effekt af forskellige gruppeinddelingskriterier. 535. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 36 pp.
- Krasota, V.F. 1968. Stroenie funkcií pčsseavitel'nykh organov teljat v zavisimosti ot uslovij vyrascivaniya. Vestn. sel'skohoz. Nauki, 2, 86-92. Se eventuelt også Nutr. Abst. Rev. 38, 1343.

- Kristensen, V.F. 1976. Optagelse af græsmarksprodukter hos malkekøer. Rapport til arbejdsgruppen vedrørende styring af malkekøernes fodring. Intern rapport - Statens Husdyrbrugsforsøg. 33 pp.
- Kristensen, V.F. 1983. Styring af foderoptagelsen ved hjælp af foderrationens sammensætning og valg af fodringsprincip. Manuskript til publikation. Statens Husdyrbrugsforsøg. 35 pp.
- Kristensen, V.F. 1983a. Foderoptagelsens regulering og styring. Bilag til kursus-4b, Tune: Malkekoens fodring - optimering af foderration. 16 pp.
- Kristensen, V. 1983b. Personlig meddelelse.
- Kristensen, V.F., P.E. Andersen, P. Stigsen, K.V. Thomsen, H.R. Andersen, M. Sørensen, C.S. Ali, V.C. Mason, F. Rexen, M. Israelson & J. Wolstrup. 1978. Natriumhydroxyd-behandlet halm, som foder til kvæg og får. 464. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 218 pp.
- Krohn, C.C. 1974. Studier over adfærd og foderoptagelse ved gruppefodring af malkekøer. Lic. afhandling, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København. 60 pp.
- Krohn, C.C. 1981. Kvægets adfærd. I: A. Neumann-Sørensen og J. Madsen (eds.), Kvægets fodring og pasning. Kompendium C, afsnit X. Husdyrbrugsinstituttet, Den kgl. Vet.- og Landbohøjskole, København, DSR-Tryk. 15 pp.
- Krohn, C.C. & P.E. Andersen. 1979. Foderrationer med roer eller byg til malkekøer tildelt separat eller som fuldfoder. 480. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 28 pp.
- Krohn, C.C. & S.P. Konggaard. 1976. Undersøgelser over foderoptagelse og social adfærd hos gruppefodrede køer i løsdrift. II. Faktorer, der påvirker den individuelle optagelse af græsensilage ved ad libitum tildeling. 441. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 26 pp.
- Krohn, C.C. & S.P. Konggaard. 1980. Undersøgelse over foderoptagelse og social adfærd hos gruppefodrede køer i løsdrift. IV. Effekt af gruppeskift hos malkekøer. 490. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 30 pp.
- Krohn, C.C. & S.P. Konggaard. 1982. Undersøgelse over foderoptagelse og social adfærd hos gruppefodrede køer i løsdrift. V. Blodets cortisolniveau som stressindikator hos malkekøer. 531. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 20 pp.
- Krueger, W.C. 1974. Proc. soc. Range Mgmt., Tucson, Arizona.
- Larsen, J.B., S. Klausen, E. Kirsgaard & E. Agergaard. 1963. Grovfoder contra kraftfoder til ungtyre. Årbog Landøk. Forsøgslab. København, 114-117.
- Larsen, J.B. & E. Kirsgaard. 1966. Grovfoder contra kraftfoder til ungtyre. Årbog Landøk. Forsøgslab. København, 373-378.

- Ledger, H.P., A. Rogerson & G.H. Foreman. 1970. Further studies on the voluntary food intake of Bos Indicus, Bos Taurus and cross-breed cattle. Anim. Prod. 12, 425.
- L'Estrange, J.L. & T. McNamara. 1975. Effect of dietary hydrochloric acid on voluntary intake and metabolism of sheep in relation to the use of mineral acid ad silage additives. Br. J. Nutr. 34, 221-231.
- L'Estrange, J.L. & F. Murphy. 1972. Effect of dietary mineral acids on voluntary food intake, digestion, mineral metabolism and acid-base balance of sheep. Br. J. Nutr. 28, 1-17.
- Liboriussen, T. 1978. Brugskrydsning i SDM og RDM. En sammenlignende undersøgelse af otte kød- og kombinationsracer egnethed. 466. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. 123 pp.
- Liebholz, J. 1969. Effect of diet on the concentration of free amino acids, ammonia and urea in the rumen liquor and blood plasma of sheep. J. Anim. Sci. 29, 628-633.
- Lippke, H. 1975. Digestibility and volatile fatty acids in steers and wethers at 21 and 32 C ambient temperature. J. Dairy Sci. 58, 1860-1864.
- Lippke, H. 1980. Forage characteristics related to intake, digestibility and gain by ruminants. J. Anim. Sci. 50, 952-961.
- Loe, W.C., O.T. Stallcup & H.W. Colvin. 1959. Effect of various diets on the rumen development of dairy calves. J. Dairy Sci. 42, 395.
- Lofgren, P.A. & R.G. Warner. 1972. Relationship of dietary caloric density and certain blood metabolites to voluntary feed intake in mature wethers. J. Anim. Sci. 35, 1239-1247.
- Malterre, C. 1976. Different ways of utilizing the maize crop for beef production. I: Taylor, J.C. og J.M. Wilkinson (eds.), Improving the nutritional efficiency of beef production. ECSE, Luxembourg. 140-164.
- Manning, R., G.I. Alexander, H.M. Krueger & R. Bagrt. 1959. The effect of intravenous glucose injections on appetite in adult cows. Am. J. Vet. Res. 20, 242-246.
- Marsh, R. 1979. The effect of wilting on fermentation in the silo and on the nutritive value of silage. Grass and forage Sci. 34, 1-10.
- Martin, F.H. & C.A. Baile. 1972. Feed intake of goats and sheep following acetate or propionate injections into rumen, ruminal pouches, and abomasum as effected by local anesthetics. J. Dairy Sci. 55, 606-613.
- Mather, R.E. 1959. Can dairy cattle be bred for increased forage consumption and efficiency of utilization? J. Dairy Sci. 55, 1133-1139.

- McAtte, J.W. & A. Trenkle. 1971. Metabolic regulation of plasma insulin levels in cattle. *J. Anim. Sci.* 33, 438-442.
- McCullough, M.E. 1976. Optimum feeding of dairy animals for meat and milk. 2. oplag. The Univ. of Georgia Press, Athens. 200 pp.
- McCullough, T.A. 1980. Intake as dependent on feed. *Ann. Zootech.* 29, 197-204.
- McDonald, P. & R.A. Edwards. 1976. The influence of conservation methods on digestion and utilization of forage by ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 35, 201-211.
- McLaughlin, C.L. 1982. Role of peptides from gastrointestinal cells in food intake regulation. *J. Anim. Sci.* 55, 1515-1527.
- McLeod, D.S., R.S. Wilkins & W.F. Raymond. 1970. The voluntary intake by sheep and cattle of silage differing in free acid content. *J. Agric. Sci., Camb.* 75, 311-319.
- Minson, D.J. 1963. The effect of pelletting and wafering on the feeding value of roughage. *J. Br. Grassld. Soc.* 18, 39-44.
- Montgomery, M.J. & B.R. Baumgardt. 1965. Regulation of food intake in ruminants. I. Pelleted rations varying in energy concentrations. *J. Dairy Sci.* 48, 569-574.
- Montgomery, M.J., L.H. Schultz & B.R. Baumgardt. 1963. Effect of intraruminal infusions of volatile fatty acids and lactic acid on voluntary hay intake. *J. Dairy Sci.* 46, 1380-1384.
- Moore, L.A. 1964. Nutritive value of forage as affected by physical form. Part I. General principles involved with ruminants and effect of feeding pelleted or wafered forage to dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 23, 230-238.
- Morgan, D.J. & J.L. L'estange. 1976. Effect of dietary additions of hydrochloric and lactic acid on feed intake and metabolism of sheep and cattle. *Ir. J. Agric. Res.* 15, 55-63.
- Muir, L.A., J.W. Hibbs, H.R. Conrad & K.L. Smith. 1972. Effect of estrogen and progesterone on feed intake and hydroxyproline excretion following induced hypocalcemia in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 55, 1613-1620.
- Munksgaard, L. 1982. Adfærd hos køer i løsdrift i relation til belægningsgraden. Hovedopgave i kvægets fodring og pasning. Husdyr-brugsinstituttet, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København. 65 pp.
- Müller, L.D. & V.F. Colenbrander. 1970. Effect of insulin administration on blood acetate and feed intake of sheep. *J. Anim. Sci.* 31, 145-148.
- Murray, D.M., N.M. Tulloh & W.H. Winther. 1977. The effect of three different growth rates on some offal components of cattle. *J. Agric. Sci., Camb.* 89, 119-128.

- Mäkela, A. 1956. Studies on the question of bulk in the nutrition of farm animals with animals with special reference to cattle. *Acta Agraria Fennica.* 85, 130 pp.
- Møller, P.D. & T. Hvelplund. 1975. Undersøgelser over vomfysiologiske forhold ved hyppig foderingsfrekvens. *Ugeskrift for agro. og hort.* 5, 75-82.
- National Research Council. 1980. Mineral tolerance of domestic animals. National Academy of Science, Washington D.C. 577 pp.
- Neumark, H., A. Bondi & R. Volcarni. 1964. Amines, aldehydes and keto-acids in silages and their effect on food intake by ruminants. *J. Sci. Fd. Agric.* 15, 487-492.
- Niedermeier, R.P., N.N. Allan & R.W. Bray. 1955. A comparison of feeding methods as they affect veal production and carcass quality. *J. Dairy Sci.* 38, 622.
- Nimrick, K., F.N. Owens, E.E. Hatfield & J. Kaminski. 1971. Effect of feed consumption on plasma amino acid concentrations in lambs. *J. Dairy Sci.* 54, 1496-1498.
- Nutt, B.G., J.W. Holloway & W.T. Butts. 1980. Relationship of rumen capacity of mature Angus cows to body measurements, animal performance and forage consumption on pasture. *J. Anim. Sci.* 51, 1168-1176.
- Nørgård, P. 1981. Foderstrukturens indflydelse på lakerende køers tygeaktivitet og vommotorik. Licentiatafhandling KVL., København. 161 pp.
- Oh, J.H., I.D. Hume & D.T. Torell. 1972. Development of microbial acidity in the alimentory tract of lambs. *J. Anim. Sci.* 35, 450-459.
- Ostaszewski, P. & W. Barej. 1979. Influence of rumen fermentation rate on glucagon and insulin blood levels. *Ann. Rech. Vet.* 10, 385-387.
- Osburn, D.F. 1976. Modification of the physical and chemical characteristics of forage and the effects upon intake, digestion and utilisation. I: Taylor, J.C. & J.M. Wilkinson (eds.), Improving the nutritional efficiency of beef production. E.C.S.C., Luxembourg, 171-182.
- Osburn, D.F., D.E. Beever & D.J. Thomson. 1976. The influence of physical processing on the intake, digestion and utilization of dried herbage. *Proc. Nutr. Soc.* 35, 191-200.
- Overfield, J.R., Jr. & A. Trenkle. 1975. Effect of short-chain fatty acids on plasma insulin of sheep. *J. Anim. Sci.* 41, 413.
- Papas, A. & E.E. Hatfield. 1978. Effect of oral and abomasal administration of volatile fatty acids on voluntary feed intake of growing lambs. *J. Anim. Sci.* 46, 288-296.

- Paquay, R., F. Doize, J.C. Bouchat. 1979. Long-term control of voluntary food intake in sheep. Ann. Rech. Vet. 10, 223-225.
- Pfan, A. & F.A. Abadir. 1973. Untersuchungen zur Bestimmung der Füllmenge (feste und flüssige Phase) im Gastrointestinaltrakt des Rindes mit Hilfe von radioaktiven Marken. Schriftreihe des Max-Planck-Instituts für Tierzucht und Tierernährung. Heft. 67. Max-Planck-Gesellschaft. 151 pp.
- Poutianen, E. 1968. Factors influencing the flow of fluid, saliva and some cations through the reticulo-omasal orifice of the cow. Ann. Agric. Fenn. 7, 1-66.
- Purser, D.B. 1970. Nitrogen metabolism in the rumen: Microorganism as a source of protein for the ruminant animal. J. Anim. Sci. 30, 988-1001.
- Purser, D.B., & R.J. Moir. 1966. Rumen volume as a factor involved in individual sheep differences. J. Anim. Sci. 25, 509-515.
- Purser, D.B., T.J. Kopfenstein & J.H. Cline. 1966. Dietary and defaunation effects upon plasma amino acid concentrations in sheep. J. Nutr. 89, 226-234.
- Putnam, P.A. & G.V. Richardson. 1968. Colour of light and steer feeding patterns. J. Anim. Sci. 27, 1135.
- Radloff, H.D., L.H. Schultz & W.G. Hockstra. 1966. Relationship of plasma free fatty acids to other blood components in ruminants under various physiological conditions. J. Dairy Sci. 49, 179-182.
- Reid, C.S.W. 1963. Diet and the motility of the forestomachs of the sheep. Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod. 23, 169-188.
- Reid, J.T. & J. Robb. 1971. Relationship of body composition to energy intake and energy efficiency. J. Dairy Sci. 54, 553-564.
- Reid, C.S.W., R.T.J. Clarke, F.R.M. Cockrem, W.T. Jones, J.T. McIntosh & D.E. Wright. 1975. Physiological and genetical aspects of pasture (legume) bloat. I: McDonald, I.W. & A.C.I. Warner (eds.), Digestion and metabolism in the ruminant. The Univ. of New England Publ. Unit, Sydney. 524-536.
- Riis, P.M. 1980. Metabolic adaption to various conditions. Nutritional and other environmental conditions. I: Riis, P.M. (ed.), Dynamic Biochemistry of animal production. Elsevier Publ. Comp., Amsterdam (under udgivelse).
- Rijpkema, Y.S. 1979. Concentrate forage ratio and its effect on food intake in dairy cows. Presented at 30. annual meeting of the European Association for Animal Production, Harrogate, England, 7 pp.
- Rogerson, A., Ledger, H.P. & Freeman, G.H. 1968. Food intake and liveweight gain comparisons of Bos Indicus and Bos Taurus steers on a high plane of nutrition. Anim. Prod. 10, 373.

- Rohr, K. 1977. Die Verzehrleistung des Wiederkäuers. In Abhängigkeit von Verschiedenen Einflussfaktoren. Übers. Tierernährung 5, 75-102.
- Roy, J.H.B. 1980. The nutrient requirement of the calf. Butterworth, 4th ed., 201-219.
- Roy, J.H.B., I.J.F. Stobo, P. Ganterton & S.M. Shotton. 1973. The production of beef from pre-ruminant Friesian steers. J. Anim. Prod. 16, 215-222.
- Rumsey, T.S., P.A. Putnam, J. Bond & R.R. Oltjen. 1970. Influence of level and type of diet on ruminal pH and VFA, respiratory rate and EKG patterns of steers. J. Anim. Sci. 31, 608-616.
- Russel, J.B. & R.B. Hespell. 1981. Microbial rumen fermentation. J. Dairy Sci. 64, 1153-1169.
- SAS Users Guide. Statistics. 1982 edition.
- Sauvant, D., Chapoutot, P. & Lapierre, O. 1983. A general model of diet least cost formulation for lactating and growing cattle. Proceedings, Second Symposium of the International Network of Feed Information Centres, Feed information and animal production, August 22-26, University of Sydney, Australia, 375-382.
- Schanzer, M.C., E.D. Jacobsen & N. Dafny. 1978. Neuroendocrinology. 25, 329.
- Schneider, B.H. & W.P. Flatt. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. The Univ. of Georgia Press, Athens. 423 pp.
- Schwartz, H.M. & F.M.C. Gilchrist. 1975. Microbial interactions with diet and the host animal. I: McDonald, I.W. & A.C.I. Warner (eds.), Digestion and metabolism in the ruminant. The Univ. of New England Publ. Unit. Sydney, Australia. 165-179.
- Sejrøsen, K. & J.B. Larsen. 1978. Ensilage - kraftfoderforholdets indflydelse på kviers foderoptagelse og tilvækst samt mælkeydelse i første laktation. 465. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. 74 pp.
- Seoane, J.R. 1982. Relationships between the physio-chemical characteristic of hays and their nutritive value. J. Anim. Sci. 55, 422-431.
- Simkins, K.L., I.L. Suttie & B.R. Baumgardt. 1965a. Regulation of food intake in ruminants. 3. Variations in blood and rumen metabolites in relation to food intake. J. Anim. Sci. 48, 1629-1634.
- Simkins, K.L., J.W. Suttie & B.R. Baumgardt. 1965b. Regulation of food intake in ruminants. 4. Effect of acetate, propionate, butyrate, and glucose on voluntary intake in dairy cattle. J. Anim. Sci. 48, 1635-1642.

- Slee, J. & R. Halliday. 1968. Some effects of cold exposure nutrition, and experimental handling on serum free fatty acid level in sheep. *Anim. prod.* 10, 67-76.
- Smith, R.H. 1959. The development and function of the rumen in milk-fed calves. *J. Agric. Sci.* 52, 72-78.
- Smith, T. & W.H. Broster. 1977. The use of poor quality fibrous sources of energy by young cattle. *World Rev. of Anim. Prod.* 13, 49-58.
- Smith, L.W., H.K. Goering, D.R. Waldo & C.H. Gordon. 1970. In vitro digestion rate of forage cell wall components. *J. Anim. Sci.* 54, 71-76.
- Smith, L.W., H.K. Goering & C.H. Gordon. 1972. Relationships of forage composition with rates of cell wall digestion and indigestibility of cell walls. *J. Anim. Sci.* 55, 1140-1147.
- Smith, N.E. & R.L. Baldwin. 1974. Effects of breed, pregnancy, and lactation on weight of organs and tissue in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 57, 1055-1060.
- Song, H. & C.A. Durhel. 1978. Mathematical models of postweaning growth, feed intake, and carcass composition of beef cattle. I: Empirical predictive model of voluntary feed intake from weaning to slaughter. *J. Anim. Sci.* 47, 56-69.
- Spurlock, C.M. & M.T. Clegg. 1962. Effect of cortisone acetate on carcass composition and wool characteristics of weaned lambs. *J. Anim. Sci.* 21, 494-500.
- Stobo, I.J.F., J.H.B. Roy & H.J. Gaston. 1966a. Rumen development in the calf. I: The effect of diets containing different proportions of concentrates to hay on rumen development. *Br. J. Nutr.* 20, 171-188.
- Stobo, I.J.F., J.H.B. Ray & H.J. Gaston. 1966b. Rumen development in the calf. 2. The effect of diets containing different proportions of concentrates to hay on digestive efficiency. *Br. J. Nutr.* 20, 189-215.
- Stockvisch, P. 1982. Relations between growth, feed intake, and feed efficiency. Ikke publiceret arbejde udført ved Statens Husdyrbrugsforsøg. 38 pp.
- Strudsholm, F. 1983a. Upublicerede data.
- Strudsholm, F. 1983b. Personlig meddelelse.
- Strudsholm, F., Foldager, J. & Gildbjerg, L. 1985. Mave-tarmkanalens udvikling samt foderoptagelse og mælkehproduktion i første laktation hos kvier opdrættet på store og små mængder halm. 589. Beitrn. Statens Husdyrbrugsforsøg, 69 pp.
- Sullivan, J.T. 1966. Studies of the hemicelluloses of forage plants. *J. Anim. Sci.* 25, 83-86.

- Sutton, J.D. 1971. The rate of carbohydrate fermentation in the rumen. Proc. Nutr. Soc. 30, 36-42.
- Sutton, J.D. 1980. Digestion and product formation in the rumen from productions. I: Ruckebusch, Y. & P. Thivend (eds.), Digestive physiology and metabolism in ruminants. MTP press limited. 271-290.
- Svendsen, P.E. 1975. Experimental studies of gastro-intestinal atony in ruminants. I: McDonald, I.W. & A.C.I. Warner (eds.), Digestion and metabolism in the ruminant. Univ. of New England publ. Unit, Armidale, 563-575.
- Sykes, A.R. & R.L. Coop. 1976. Food intake and utilization by growing lambs with parasitic damage to the abomasum or small intestine. Proc. Nutr. Soc. 35, 13A.
- Tamate, H., A.D. McGillard, N.L. Jacobsen & R. Getty. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. J. Dairy Sci. 45, 408-420.
- Tarttelen, M.F. 1968. Cyclical variations in food and water intakes in ewes. J. Physiol. London. 195, 29-31.
- Taylor, J.C. & R.J. Wilkins. 1976. Conserved forage - complement or competitor to concentrates. I: Swan, H. & W.H. Broster, (eds.). Principles of cattle productions, University of Nottingham, Butterworth, 343-364.
- Theurer, B. & W.H. Hale. 1968. Effect of volatile fatty acids on intake of high grain rations by steer. J. Anim. Sci. 27, 1178.
- Theurer, B., W. Woods & G.W. Poley. 1966. Comparison of portal and jugular blood plasma amino acids in lambs at various intervals post prandial. J. Anim. Sci. 25, 175-180.
- Theurer, B., W. Woods & G.E. Poley. 1968. Influence of source of nitrogen on performance and plasma amino acid patterns of lambs. J. Anim. Sci. 27, 1059-1066.
- Thomas, P.C., N.C. Kelly & D.G. Camberlain. 1980. Silage. Proc. Nutr. Soc. 39, 257-264.
- Thomas, J.W., L.A. Moore, M. Okamoto & J.F. Sykes. 1961. A study of factors affecting rate of intake of heifers fed silage. J. Dairy Sci. 44, 1471-1483.
- Thompson, G.E., J.M. Bassett & A.W. Bell. 1978. The effect of feeding and acute cold exposure on the viseral release of volatile fatty acids, estimated hepatic uptake of propionate and, release of glucose, and plasma insulin concentration in sheep. Br. J. Nutr. 39, 219-226.
- Thomsen, K.V. & V. Muangeharoen. 1973. Undersøgelser af forskellige kemiske metoder til vurdering af græsmarksprodukters næringsværdi til drøvtyggere. Efterårsmødet 1973, 401-416.

- Thomson, D.J. & D.E. Beever. 1980. The effect of conservation and processing on the digestion of forage by ruminants. I: Ruckebusch, Y. & P. Thivend (eds.), *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. MTP press limited, 291-308.
- Titchen, D.A. & Anderson. 1977. Aust. Vet. J. 53, 369.
- Trenkle, A. 1972. Radioimmunoassay of plasma hormones: Review of plasma insulin in ruminants. 55, 1200-1211.
- Trenkle, A. 1978. Relation of hormonal variations to nutritional studies and metabolism of ruminants. J. Dairy Sci. 61, 281-293.
- Trenkle, A. & K.V. Kulemeier. 1966. Relationship of rumen volatile acids, blood glucose and plasma nonesterified fatty acids in sheep. J. Anim. Sci. 25, 1111-1115.
- Tribe, D.C. & J.G. Gordon. 1949. The importance of colour vision to the grazing sheep. J. Agric. Sci. 39, 313-314.
- Tulloh, N.M. 1966. Physical studies of the alimentary tract of grazing cattle. 4. Dimensions of the tract in lactating and non-lactating cows. N.Z.J. Agric. Res. 9, 999-1008.
- Uhart, B.A. & F.D. Carroll. 1967. Acidosis in beef steers. J. Anim. Sci. 26, 1195-1198.
- Van Adrichem, P.W.M. & J.C. Shaw. 1977a. Effect of gastrointestinal nematodiasis on the productivity of monozygous twin cattle. I: Growth performance. J. Anim. Sci. 46, 471-422.
- Van Adrichem, P.W.M. & J.C. Shaw. 1977b. Effect of gastrointestinal nematodiasis on the productivity of monozygous twin cattle. 2. Growth performance and milk production. J. Anim. Sci. 46, 423-429.
- Van Horn, H.H. & E.E. Bartley. 1961. Bloat in cattle. I: Effect of bovine saliva and plant mucin on frothing rumen contents in alfalfa bloat. J. Anim. Sci. 20, 85-87.
- Van Soest, P.J. 1965. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. J. Anim. Sci. 24, 834-843.
- Van Soest, P.J. 1973. The uniformity and nutritive availability of cellulose. Fed. Proc. 32, 1804-1808.
- Van Soest, P.J. 1975. Physio-chemical aspects of fibre digestion. I: McDonald, I.W. & A.C.I. Warner (eds.). *Digestion and metabolism in the ruminant*. Univ. of New England Pub. Unit, Armidale, NSW., Australia. 351-365.
- Waldo, D.R. 1977. Potential of chemical preservation and improvement of forages. J. Anim. Sci. 60, 306-326.
- Waldo, D.R. & N.A. Jorgensen. 1980. Forage for high animal production. Nutritional factors and effects of conservation. J. Anim. Sci. 64, 1207-1229.

- Waldo, D.R., L.W. Smith & E.L. Cox. 1972. Model of cellulose disappearance from the rumen. *J. Anim. Sci.* 55, 125-129.
- Wallace, J.D. & J.K. Riggs. 1967. Moisture, flavour, colour, and acceptability by cattle. *J. Anim. Sci.* 26, 209 (Abstr.).
- Wangsness, P.J. & L.D. Muller. 1981. Maximum forage for dairy cows. Review *J. Anim. Sci.* 64, 1-13.
- Warner, R.G. & W.P. Flatt. 1965. Anatomical development of the ruminant stomach. I: Dougherty R.W. (ed.), *Physiology of digestion in ruminant*. Butterworth, London. 24-37.
- Warner, R.G., W.P. Flatt & J.K. Loosli. 1956. Dietary factors influencing the development of the ruminant stomach. *Agric. Food Chem.* 4, 788-793.
- Westra, R. & R.J. Christopherson. 1976. Effects of cold on digestability, retention time of digesta, reticulum motility and thyroid hormones in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 56, 699-708.
- Wilkins, R.J. 1974. The nutritive value of silages. I: H. Swan og D. Lewis (eds.), *Nutr. Conf. for Feed Mfg.* 8, 167-187.
- Wilkinson, J.M. 1979. Physical and chemical methods to improve the utilization of forage crops by beef cattle. Reference ukendt.
- Wilkinson, J.M., J.T. Huber & H.E. Henderson. 1976. Acidity and proteolysis as factors affecting the nutritive value of corn silage. *J. Anim. Sci.* 42, 208-218.
- Wilson, A.D. 1963. The effect of the diet on secretion of parotid saliva by sheep. II. Variations in the rate of salivary secretion. *Aust. J. Anim. Res.* 14, 680-689.
- Wilson, G., F.A. Martz, J.R. Campbell & B.A. Beeker. 1975. Evaluations of factors responsible for reduced voluntary intake of urea diets for ruminants. *J. Anim. Sci.* 41, 1431-1437.
- Wyrwica, W. & C., Dobrzeka. 1960. Relations between feeding and salivation centers of the hypothalamus. *Science.* 132, 805-806.
- Young, B.A. 1981. Cold stress as it effects animal production. *J. Anim. Sci.* 52, 154-163.
- Ørskov, E.R. 1976. The effect of processing on digestion and utilization of cereals by ruminants. *Proc. Nutr. Soc.* 35, 245-252.

**Appendiks 1****Litteraturliste over materiale der indgår i undersøgelsen****A1.1 Vedrørende hø**

- Borland, K. & E.M. Kesler. 1979. Complete rations for Holstein calves 8 to 18 weeks of age. *J. Dairy Sci.* 62, 304-309.
- Cullison, A.E. 1961. Effect of physical form of the ration on steer performance and certain rumen phenomena. *J. Anim. Sci.* 20, 478-483.
- Forbes, T.J. & A.R. Renton. 1975. A comparison of two hays for beef production. *J. Br. Grassld. Soc.* 30, 171-176.
- Garrett, W.N., J.H. Meyer, G.P. Lofgreen & J.B. Dobie. 1961. Effect of pellet size and composition on feedlot performance, carcass characteristics and rumen parakeratosis of fattening steers. *J. Anim. Sci.* 20, 833-838.
- Greenhalgh, J.F.D. & G.W. Reid. 1973. The effects of pelleting various diets on intake and digestibility in sheep and cattle. *Anim. Prod.* 16, 223-233.
- Hodgson, J. 1973. The effect of the physical form of the diet on the consumption of solid food by calves, and the distribution of food residues in their alimentary tracts. *Anim. Prod.* 17, 129-138.
- Homb, T. 1974. Grovfør-kraftfør-forholdet ved intensivt oppdrett av 14 måneder gamle slakteokser. Institutt for husdyrernæring & førringslære, Norges Landbrukshøgskole. Melding nr. 164, 1-18.
- Johnson, R.R., G.E. Ricketts, E.W. Klosterman & A.L. Moxon. 1964. Studies on the utilization and digestion of long, ground and pelleted alfalfa and mixed hay. *J. Anim. Sci.* 23, 94-99.
- Kay, M., R. Massie & A. MacDearmid. 1971. Intensive beef production. *Anim. Prod.* 13, 101-106.
- Leaver, J.D. 1973. Rearing of dairy cattle. *Anim. Prod.* 17, 43-52.
- Levy, D. & Z. Holzer. 1971. The relative value of concentrates and roughage for fattening cattle. *Anim. Prod.* 13, 569-579.
- Levy, D., Z. Holzer & Y. Folman. 1975. Effect of concentrate roughage ratio on the production of beef from Israeli-Friesian bulls slaughtered at different live weight. *Anim. Prod.* 20, 199-205.
- Levy, D., Z. Holzer & D. Ilan. 1976. Effect of dietary content at different stages of growth on performance of intact male cattle. *Anim. Prod.* 22, 199-206.

- Levy, D., S. Amir, Z. Holzer & H. Neumark. 1972. Ground and pelleted straw and hay for fattening Israeli-Friesian male calves. *Anim. Prod.* 15, 157-165.
- Levy, D., Z. Holzer, H. Neumark & S. Amir. 1974. The effect of dietary energy content and level of feeding on the growth of Israeli-Friesian intact male cattle. *Anim. Prod.* 18, 67-73.
- Lister, E.E., D.P. Heaney & W.J. Pigden. 1968. Performance of Holstein-Friesian steers fed an all-concentrate ration diluted with ground hay. *J. Dairy Sci.* 51, 1946-1949.
- Marsh, R. 1975. Intake and live weight gain by British Friesian calves offered different rations of dried grass and concentrates. *Anim. Prod.* 20, 345-353.
- McCroskey, J.E., L.S. Pope, D.F. Stephens & G. Waller. 1961. Effect of pelleting steer-fattening rations of different concentrates to roughage ratios. *J. Anim. Sci.* 20, 41-45.
- McCullough, T.A. 1969. A study of factors affecting the voluntary intake of food by cattle. *Anim. Prod.* 11, 145-153.
- McCullough, T.A. 1970. A study of the effect of supplementing a concentrate diet with roughages of different quality on the performance of Friesian steers. *J. Agric. Sci.* 75, 327-333.
- McCullough, T.A. 1974. The effect of different proportions of dried grass and concentrates in the diet on voluntary intake and performance of calves. *Anim. Prod.* 18, 49-58.
- McCullough, T.A. 1976. The effect on young beef cattle of supplementing hay with dried grass or concentrates. *J. Br. Grassl. Soc.* 31, 105-109.
- McIlmoyle, W.A. & J.C. Murdoch. 1977. The effect of concentrate, barley and dried grass on the voluntary intake of different silages. *Anim. Prod.* 24, 393-400.
- Price, M.A., G.W. Mathiason & R.T. Berg. 1978. Effects of dietary roughage level on the feedlot performance and carcass characteristics of bulls and steers. *Can. J. anim. Sci.* 58, 303-311.
- Richardson, D., E.F. Smith, F.H. Baker & R.F. Cox. 1961. Effects of roughage-concentrate ratio in cattle fattening rations on gains, feed efficiency, digestion and carcass. *J. Anim. Sci.* 20, 316-318.
- Thomsen, E.F., E. Lehmann & H. Bickel. 1978. The performance of steers fattened with rations high in homegrown feedstuffs with or without a grazing period. *Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermk.* 41, 57-71.
- Vadiveloo, J. & W. Holmes. 1979. The effect of forage digestibility and concentrate supplementation on the nutritive value of the diet and performance of finishing cattle. *Anim. Prod.* 29, 121-129.

- Wallace, J.D., R.J. Raleigh & W.A. Saeyer. 1961. Utilization of chopped, wafered and pelleted native meadow hay by weaned Hereford calves. *J. Anim. Sci.* 20, 778-781.
- Weir, W.C., J.H. Meyer, W.N. Garret, G.P. Lofgreen & N.R. Ittner. 1959. Pelleted rations compared to similar rations fed chopped or ground for steers and lambs. *J. Anim. Sci.* 18, 805-814.
- White, T.W. & W.L. Reynolds. 1969a. Various sources and levels of roughage in steer rations. *J. Anim. Sci.* 28, 705-710.
- White, T. W., W.L. Reynolds & R.H. Klett. 1969b. Roughage sources and levels in steer rations. *J. Anim. Sci.* 29, 1001-1005.

#### A1.2 Vedrørende halm

- Braman, W.L. & R.K. Abe. 1977. Laboratory and in vivo evaluation of the nutritive value of NaOH-treated wheat straw. *J. Anim. Sci.* 46, 496-505.
- Coombe, J.B., D.A. Dinius, H.K. Goering & R.R. Oltjen. 1979a. Wheat straw-urea diets for beef steers, alkali treatment and supplementation with protein, monensin and feed intake stimulant. *J. Anim. Sci.* 48, 1223-1233.
- Coombe, J.B., D.A. Dinius & W.E. Wheeler. 1979b. Effects of alkali treatment on intake and digestion of barley straw by beef steers. *J. Anim. Sci.* 48, 169-176.
- Falchowsky, G., H.J. Lohnert, J. Wolf, B. Muller & E. Kramer. 1976. NaOH-Zusatz bei der Strohpelletierung und Prüfung der Pellets im Tierversuch. *Tierzucht.* 30, 359-362.
- Forbes, T.J., J.H.D. Irvin & A.M. Raven. 1969a. The use of coarsely chopped barley straw in high concentrate diets for beef cattle. *J. Agric. Sci.* 73, 347-354.
- Forbes, T.J., A.M. Raven & J.D. Irvin. 1969b. The use of coarsely milled barley straw in finishing diets for young beef cattle. *J. Agric. Sci. Camb.* 73, 365-372.
- Horton, G.M.J. & W. Holmes. 1976. A note on the influence of a supplement of barley and dried lucerne on the intake of barley straw by cattle. *Anim. Prod.* 22, 419-421.
- Kay, M., A. MacDermid & R. Massie. 1979a. Intensive beef production. 11. Replacement of cereals with ground straw. *Anim. Prod.* 12, 419-424.
- Kay, M., A. MacDermid & N.A. MacLeod. 1970b. Intensive beef production. 10. Replacement of cereals with chopped straw. *Anim. Prod.* 12, 261-266.

- Keane, M.G. 1979. Effects of house type, dietary protein level and straw on the performance of concentrate-fed Friesian bull. Ir. J. Agric. Res. 18, 25-35.
- Lamming G.E., H. Swan, R.T. Clarke. 1966. Studies on the nutrition of the ruminants. I: Substitution of maize by milled barley straw in beef fattening diet and its effect on performance and carcass quality. Anim. Prod. 8, 303-312.
- Lesoing, G., I. Rush, T. Klopfenstein & J. Ward. 1980. Wheat straw in growing cattle diets. J. Anim. Sci. 51, 257-262.
- Pirie, R., J.F.D. Greenhalgh. 1978. Alkali treatment of straw for ruminants. 1. Utilization of complete diets containing straw by beef cattle. Anim. Feed Sci. Technology. 3, 143-154.
- Raven, A.M., T.J. forbes & J.D.H. Irvin. 1969. The utilization by beef cattle of concentrate diets containing different levels of milled barley straw and of protein. J. Agric. Sci. 73, 355-363.
- Swan, H., G.E. Lamming. 1970. Studies on the nutrition of ruminants. 5. The effect of diets containing up to 70% ground barley straw on the live-weight gain and carcass composition of yearling Friesian cattle. Anim. Prod. 12, 63-70.
- Wheeler, W.E., D.A. Dinius & J.B. Coombe. 1979. Digestibility, rate of digestion and ruminoreticulum parameters of beef steers fed low-quality roughages. J. Anim. Sci. 49, 1357-1363.

### A1.3 Vedrørende græsensilage

- Brown, S.M. 1976. Low versus high dry matter silage for beef production. Agric. in Northern Ireland. 38, 12-27.
- Chestnutt, D.M.B. 1964. Protein level in silage for finishing beef cattle. Agric. in Northern Ireland, 38, 11-26.
- Day, N., R.D. Harkess & D.M. Harrison. 1978. A note on red clover silage for cattle finishing. Anim. Prod. 26, 97-100.
- Drennan, M.J. & M.J. Lawlor. 1976. Evaluation of pelleted dried grass as a supplement to grass silage for fattening steers. Anim. Prod. 22, 97-103.
- Forbes, T.J. & J.H.D. Irwin. 1970. Silage for winter fattening. J. Br. Grassld. Soc. 25, 96-103.
- Forbes, T.J. & N. Jackson. 1971. A study of the utilization of silages of different dry-matter content by young beef cattle with or without supplementary barley. J. Br. Grassld. Soc. 26, 257-264.

- Griffiths, T.W., T.A. Spillane & I.H. Bath. 1973. Studies on the nutritive value of silages with particular reference to the effects of energy and nitrogen supplementation in growing heifers. J. Agric. Sci. Camb. 80, 75-88.
- Jackson, N. & T.J. Forbes. 1970. The voluntary intake by cattle of four silages differing in dry matter content. Anim. Prod. 12, 591-599.
- McCullough, M.E. 1961. Factors necessary for predicting responses of heifers to silages of varying quality. J. Dairy Sci. 44, 1312-1315.
- McCullough, T.A. 1972. The effect on fattening steers of supplementing silage with dried grass or rolled barley. J. Br. Grassld. Soc. 27, 115-118.
- McLeod, D.S., R.J. Wilkins & W.F. Raymond. 1970. The voluntary intake by sheep and cattle of silages differing in free-acid content. J. Agric. Sci. Camb. 75, 311-319.

#### A1.4 Vedrørende majssilage

- Cobic, T. 1976. Effect of weight at slaughter on the efficiency of fattening young cattle. Elsevier animal feed science and technology, Vol. 1, No. 2,3, 505-512.
- De Boer, F., G.G.H. Hamm & H.J. Wentink. 1978. Snymaissilage en pluimveehoudend mengvoer voor zwartbonte vleesstieren. BSA bedryfsontwikkeling. Vol. 9, 1077.
- Ferrel, C.L., R.H. Kohlmeier, J.D. Crouse & H. Glimp. 1978. Influence of dietary energy, protein and biological type of steer upon rate of gain and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 46, 255-270.
- Glardini, A., M. Vecchiettini & A. Lo Bruno. 1976. Energy supplementation of maize silage harvested at different maturity stages. Elsevier animal feed science and technology. Vol. 1. No. 2,3, 369-379.
- Lenari, D. & M. Rioni. 1976. Rate of growth, feed utilization and digestibility observed with diets containing ensiled maize grain or maize ears fed alone or in mixtures. Elsevier animal feed science and technology, Vol. 1 No. 2,3 401-415.
- Thomsen, E.F., E. Lehmann & H. Bickel. 1978. The performance of steers fattened with rations high in homegrown feedstuffs with or without a grazing period. Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermk. 41, 57-71.

- Vance, R.D., R.L. Preston, U.R. Cahill & E.W. Klostermann. 1972. Net energy evaluation of cattle-finishing rations containing varying proportions of corn grain and corn silage. J. Anim. Sci. 34, 851-856.
- Walter, K. 1976. Economic aspects of high-plane feeding of bulls with maize silage. Elsevier animal feed science and technology, Vol. 1 No. 2,3, 513-519.
- Wilkinson, J.M. & I.M. Penning. 1976. An intensive system of beef production from maize silage. Anim. Prod. 23, 181-190.