



# Kation-anion balancens indflydelse på goldkøer og lakterende køer

Bachelorprojekt, 15 point



**Björg Noël Andersen**  
**FZR 233**

*Vejleder:* Mette Olaf Nielsen, Institut for Veterinær- og husdyrvidenskab  
Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet – SUND – ved Københavns universitet

*Sekundær vejleder:* Katrine Byriel Bjørn, kvægrådgiver  
SAGRO – kvæg (Foulum)

## **Forord**

Projektet er henvendt til landmænd og andre med interesse i anvendelse af CAB-værdi i foderrationer til goldkøer og lakterende køer.

Projektet fungerer som et formelt led i bacheloruddannelsen Husdyrvidenskab ved det Natur- og biovidenskabelige Fakultet under Københavns Universitet.

En særlig tak gives til Mette Olaf Nielsen, ved Institut for Veterinær- og husdyrvidenskab for hjælp som hovedvejleder, samt Katrine Byriel Bjørn ved SAGRO-kvæg. Begge hjalp med god teoretisk og praktisk vejledning samt konstruktiv kritik.

Afleveret den 14. juni 2017, Frederiksberg Campus

Bjerg Noël Andersen, FZR 233

*Bjerg Noël Andersen*

---

## Abstract

The aim of this project is, with background knowledge from the influence of the CAB-value in rations for dry cows and dairy cows, to investigate how the CAB-value in rations varies between and within herds. Another equally important focus is the reliability of the calculated CAB-value compared to the measured one, which might give some indication of the utility of the measuring systems.

By manipulating the CAB-value in the ration for dry cows it is possible to prevent milk fever. Likewise, there is a potential for increased dry matter intake in dairy cows, which in turn has the ability to improve the milk yield. The project is constructed as a literary study and with use of data from 10 dairy herds. Simple statistics have been used on the dataset. These consist from calculated and measured CAB-values derived from feed samples, taken in extension of performance controls.

There seems to be no difference between conventional and organic dairy herds on the CAB-value in rations to both dry cows and dairy cows. The average measured CAB-value, between herds, for dairy cows deviates with 56,7 meq./kg DM and for dry cows it deviates slightly more, 74,6 meq./kg DM. In average, the calculated- and measured CAB-values match. This apply to both dry cows and dairy cows. In rations for dry cows, the relative deviation between the calculated- and measured CAB-value is 87,7 meq./kg DM, and is slightly lower for the dairy cows, 55,4 meq./kg DM. Overall, some farmers are efficient at feeding a stable CAB-value, while others may experience major difficulties. **Are the deviations real, or can they be related to measurement errors?**

The CAB-value should not be the same in rations for dry cows and dairy cows. The recommendations for dry cows is between **-100 to +80 meq./kg DM** and between **+200 to +500 meq./kg DM** for dairy cows. In average, a lot of the herds do not fulfill the recommended CAB-values. It should be noted that the recommended CAB-values are mainly based on foreign studies, which do not necessarily match the Danish feeding standards.

Knowledge about the CAB-values effect on dry cows and dairy cows is old and vague. The underlying mechanisms are not fully understood therefor more and new research is needed. The large variations in the CAB-value on herd level make feed planning systems appear less reliable. In this area, more research and testing is also needed, to reduce the uncertainties surrounding the systems.

**Sproget er ikke helt så præcist som man kunne ønske sig det**

# Indholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>1</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>2</b>
<b>Indholdsfortegnelse</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Indledning</b> .....	<b>4</b>
1.1 Problemformulering .....	5
<b>Forkortelser</b> .....	<b>6</b>
<b>2 CAB-værdiens betydning for koen i goldperioden og laktationsperioden</b> .....	<b>7</b>
2.1 Mekanismen bag buffersystemer .....	7
2.2 Definition af CAB-værdi .....	10
2.3 Kobling mellem CAB-værdi og koens syre-base balance .....	11
2.3.1 Positiv CAB-værdi og den bagvedliggende mekanisme .....	11
2.3.2 Negativ CAB-værdi og den bagvedliggende mekanisme .....	11
2.4 CAB-værdiens betydning for koen i goldperioden.....	12
2.4.1 Mekanismen bag mælkefeber .....	12
2.4.2 Kobling mellem CAB-værdi og mælkefeber.....	13
2.4.3 Anbefalinger til CAB-værdi for goldkøer .....	15
2.5 CAB-værdiens betydning for koen i laktationsperioden .....	15
2.5.1 Anbefalinger for CAB-værdi til lakterende køer.....	15
2.6 Delkonklusion.....	17
<b>3 Fodermidlernes bidrag til variationer i foderrationens CAB-værdi</b> .....	<b>18</b>
3.1 De mest anvendte fodermidler og deres egnethed til hhv. goldkøer og lakterende køer.....	18
3.2 Delkonklusion.....	18
<b>4 Variationer i CAB-værdien hos 10 danske besætninger</b> .....	<b>20</b>
4.1 Metode afsnit .....	20
4.2 Variationer i CAB-værdien mellem- og indenfor besætningerne, både for lakterende køer og goldkøer.....	20
4.3 Forskellen i CAB-værdien mellem konventionelle og økologiske besætninger .....	22
4.4 Delkonklusion.....	23
<b>5 Overensstemmelse mellem den beregnede- og målte CAB-værdi</b> .....	<b>24</b>
5.1 Den beregnede CAB-værdi vs. den målte for de lakterende køer .....	24
5.2 Den beregnede CAB-værdi vs. den målte for goldkøerne.....	25
5.3 Delkonklusion.....	25
<b>6 Diskussion - Besætningernes evne til at opfylde anbefalingerne til CAB-værdien</b> .....	<b>26</b>
<b>7 Konklusion</b> .....	<b>30</b>
<b>8 Perspektivering</b> .....	<b>31</b>
<b>9 Litteraturliste</b> .....	<b>32</b>
<b>Bilag 1</b> .....	<b>34</b>

## 1 Indledning

Forebyggelse af mælkefeber hos goldkøer blev starten på anvendelse af CAB-værdi (Kation-Anion Balancen) i foderrationer. Horst et al. (1997) viste en positiv sammenhæng mellem et forsurende miljø i den ekstracellulære væske og nedsat risiko for mælkefeber gennem fodring med en ration med negativ CAB-værdi. Mekanismen lader til at være en øget følsomhed overfor PTH-receptorerne (Parathyroideahormon) på knoglerne og nyrerne, hvilket resulterer i en øget mobilisering og absorption af  $Ca^{2+}$  (kalsium) fra hhv. knoglerne og fordøjelsessystemet. Ydermere viste studier fra 1988, at en høj CAB-værdi havde en positiv effekt på lakterende køers tørstofindtag og mælkeydelsen. Derfor antog man, at der måtte være en optimal CAB-værdi, som gav anledning til maksimalt tørstofindtag og sandsynligvis en forbedret ydelse (Hu et al. 2007). Dette beviste Tucker et al. (1988; cf Chan et al. 2005) ved 11 % forbedret tørstofindtag og 9 % forbedret mælkeydelse, når CAB-værdien var +200 meq./kg TS fremfor -100 meq./kg TS.

CAB-værdien afspejler fodermidlers indhold af hhv. natrium og kalium (kationer), samt klorid og i nogle beregninger også sulfat (anioner) (Larsen & Sehested 2003). Disse Kationer og anioner er kemisk set neutrale, da de ikke kan metaboliseres, og fungerer derfor hverken som syrer eller baser. De ledsages derfor af en tilsvarende mængde organiske anioner (base) og organiske kationer (syre), som kan metaboliseres. På den måde påvirker fodermidler syre-base balancen og dermed pH-værdien i den ekstracellulære væske ved enten at inducere en basisk eller forsurende effekt (Sjaastad et al. 2010). CAB-værdien er altså et mål for overskud eller underskud af organiske syrer i forhold til baser. Organiske kationer og anioner er dog så forskellige, at de er svære at måle på, og derfor blev formelen for CAB-værdi defineret som differensen, mellem de neutrale elektrolytter:  $[(g Na^+ + g K^+) - (g Cl^-)]$ , hvor milliækvivalent (meq.) per 100 g drymatter er enheden (Sanchez & Beede 1996) eller i Danmark som meq./kg TS (tørstof).

Eftersom de mest anvendte fodermidler har et overskud af kationer og derfor en positiv CAB-værdi, kan det i praksis være svært at sænke CAB-værdien i foderrationer til goldkøer, hvorved det bliver svært at forebygge risikoen for mælkefeber (Larsen & Sehested 2003). Typisk anvendes NorFor/DMS (dairy management system) til at beregne rationens indhold af CAB. Det er dog usikkert om rationerne faktisk indeholder den CAB-værdi, som er beregnet, fordi beregningerne er baseret på standardværdier for flere fodermidler (Bjørn 2017, personlig kommunikation).

Dette leder frem til følgende hypoteser, som ønskes af- eller bekræftet gennem projektet: CAB-værdien har en indflydelse på forebyggelse af mælkefeber i goldperioden, men også tørstofindtagelsen samt mælkeydelsen for lakterende køer gennem påvirkning af kroppens syre-base balance. Kravet for CAB-værdien til hhv. goldkøer og lakterende køer er forskellig, og derfor er

nogle fodermidler at foretrække til goldkøer og andre til lakterende køer, da deres individuelle CAB-værdi kan bidrage til en samlet negativ- eller positiv CAB-værdi i foderrationen. De beregnede CAB-værdier stemmer sandsynligvis ikke overens med de målte, og derfor er det forventeligt, at landmændene har svært ved at opfylde kravet for CAB-værdien i foderrationer til hhv. goldkøer og lakterende køer. Hvordan? Og er det en hypotese?

## 1.1 Problemformulering

For at af- eller bekræfte hypoteserne ønskes følgende spørgsmål besvaret:

- Hvad betyder CAB-værdien for koen i hhv. goldperioden og laktationsperioden?
- Hvilke fodermidler bidrager væsentligst til variationer i CAB-værdien i koens foderration?
- Hvorledes varierer CAB-værdien mellem- og indenfor konventionelle og økologiske besætninger?
- Stemmer de beregnede CAB-værdier overens med de målte værdier?
- Opfylder danske besætninger anbefalingerne til CAB-værdien?

Disse spørgsmål besvares ved hjælp af et litteraturstudie og tilgængelig data fra 10 udvalgte besætninger. Der foretages simpel statistik på data, og anvendelige skemaer, samt diagrammer er konstrueret som led i analysen. Emner som næringsstoffers indflydelse på CAB-værdien og produktionsrespons på udvalgte besætninger behandles ikke i dette projekt.

Du mangler: At definere hvordan CAB målinger af CAB værdi foretages i praksis (NIR) sammenholdt med koncentrationer af enkelte elektrolytter

## **Forkortelser**

FCM = Fat corrected milk

EKM = Energi korrigeret mælk

CAB = Kation-anion balance

PTH = Parathyroidea hormone

DMS = Dairy management system

NIR = Nærinfrarød spektroskopi

TS = Tørstof

Meq. = Milliækvivalent

KMP = Kritiske målepunkter fuldfoder

NDF = Neutral detergent fiber

TMR = Total mixed ration

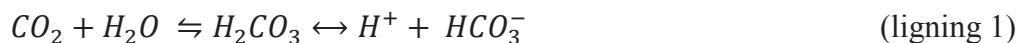
PMR = Partly mixed ration

## 2 CAB-værdiens betydning for koen i goldperioden og laktationsperioden

Formålet med dette afsnit er at beskrive mekanismen bag CAB-værdi, og hvilken kobling den har til koen i goldperioden og laktationsperioden. Dertil beskrives den optimale CAB-værdi, som anbefales i foderrationer til hhv. goldkøer og lakterende køer.

### 2.1 Mekanismen bag buffersystemer

Kroppen er udstyret med forskellige mekanismer til at håndtere udsving i syre-base balancen. Buffersystemet og nyrerne har mest relevans i denne sammenhæng, men lungerne spiller også en væsentlig rolle. Det ekstracellulære buffersystem, som primært omfatter karbonsyre ( $H_2CO_3$ ) - bikarbonat ( $HCO_3^-$ /buffer), reagerer nærmest omgående på ændringer i kroppens  $H^+$  (hydrogen ion) koncentration. Hvis der f.eks. opstår et overskud af  $H^+$  ioner, så vil  $HCO_3^-$  reagere med  $H^+$  og danne  $H_2CO_3$ , som kan dissociere til  $CO_2$  og  $H_2O$ .  $CO_2$  udskilles via lungerne og på den måde fjernes noget bufferkapacitet. Ligeledes fjernes  $H^+$  med  $H_2O$  og pH i blodet bringes tilbage på normalt fysiologisk niveau. Reaktionen bag dette buffersystem er vist i ligning 1.

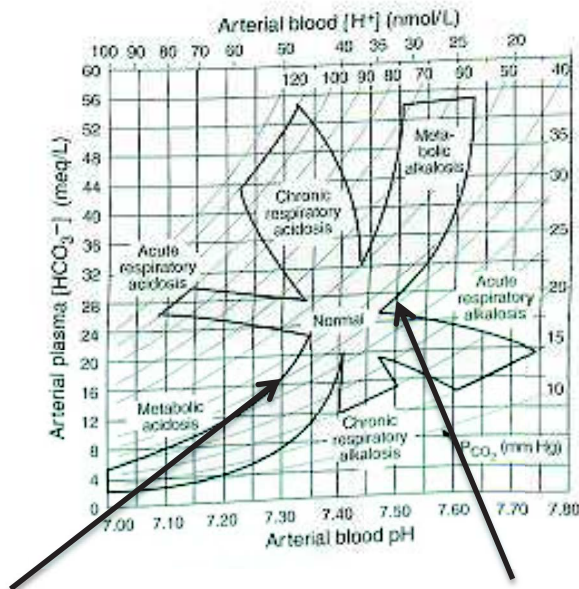


pH i den ekstracellulære væske er hos pattedyr mellem 6,9 og 7,8 og dette niveau tillader opretholdelse af liv. Nyrerne kan regulere forskydninger i pH ved enten af producere hhv.  $H^+$  ioner og  $HCO_3^-$  eller de kan udskille dem via urinen. I tilfælde af en nedsat koncentration af  $H^+$ , vil nyrerne producere mere  $H^+$  og udskille mere  $HCO_3^-$  via urinen, og ved øget koncentration af  $H^+$  vil nyrerne udskille  $H^+$  og producere  $HCO_3^-$ . Det betyder også, at ved overskud af  $H^+$ , hvor en del af bufferkapaciteten fjernes med  $CO_2$ , så kan nyrerne sende mere buffer til blodet og sikre opretholdelse af bufferkapaciteten (Sjaastad et al. 2010).

Hele buffersystemet er til for at mindske udsving i blodets pH-værdi. pH afspejler ændringer i  $H^+$  koncentrationen i de ekstracellulære væsker og er baseret på en negativ logaritmisk skala. Altså vil en øget  $H^+$  koncentration sænke pH og en faldende  $H^+$  koncentration vil øge pH. Koncentrationen af  $H^+$  i den ekstracellulære væske er 0,0004 meq./L og svarer til en pH på 7,4. Derfor vil udsving i pH med én enhed (f.eks. fra 7,0 til 6,0) ikke virke af meget, men det svarer til en 10 dobbelt stigning i  $H^+$  koncentrationen, hvilket har afgørende betydning for syre-base balancen og fysiologiske tilstande i kroppen (Ganong 2001).

Ganong (2001) illustrerer i figur 1, konsekvensen af udsving i pH på ændringer i blodets  $HCO_3^-$  koncentration,  $H^+$  koncentrationen i blodet, samt  $pCO_2$  i blodet ( $CO_2$  partialtryk).  $pCO_2$  er direkte proportional med mængden af  $H^+$ , som sammen afspejler  $CO_2$  mængden i blodet.





Du mangler enhed på y-aksen til højre

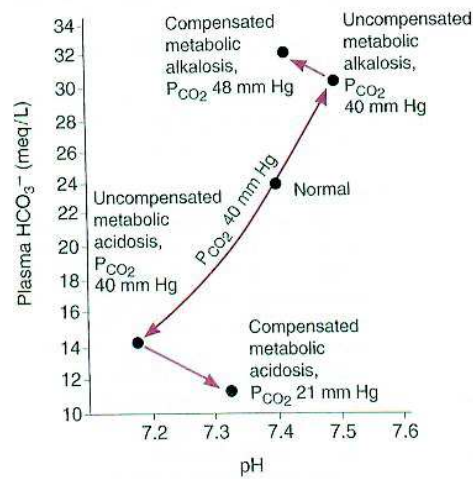
Figur 1 - Syre-base nomogram, som viser ændringer i  $p\text{CO}_2$ , blod  $\text{HCO}_3^-$  og blod pH ved respiratoriske og metaboliske tilstande (Ganong 2001). Nomogrammet viser, at en lille ændring i pH har en stor effekt på  $[\text{H}^+]$  og  $[\text{HCO}_3^-]$ .

Hvis pH stiger fra 7,30 til 7,50 og strek 6 følges på figur 1, så vil  $\text{HCO}_3^-$  koncentrationen stige fra 16 meq./L til 26 meq./L.  $\text{H}^+$  koncentrationen og  $p\text{CO}_2$  er direkte proportionelle og falder derfor begge to.  $\text{H}^+$  koncentrationen falder fra 50 nmol/L til 32 nmol/L (næsten en halvering) og  $p\text{CO}_2$  falder fra 120 mmHg til 79 mmHg (Ganong 2001).

Figur 1 viser også, hvilke betingelser der skaber en given metabolisk tilstand. Metabolisk acidose (forsuring) opstår, når  $\text{H}^+$  er høj ( $p\text{CO}_2$  er høj), hvilket resulterer i et fald i pH, og  $\text{HCO}_3^-$  falder pga. øget forbrug af buffer. Omvendt opstår metabolisk alkalose (basisk miljø), når koncentrationen af  $\text{HCO}_3^-$  er høj, og det vil resultere i fjernelse af  $\text{H}^+$  ( $p\text{CO}_2$  reduceres), som vil resultere i en øget pH værdi (Ganong 2001).

POinten er at når det er metabolisk er det noget der skyldes ændringer inde i kroppen - IKKE pga ændret udskillelse via lunger

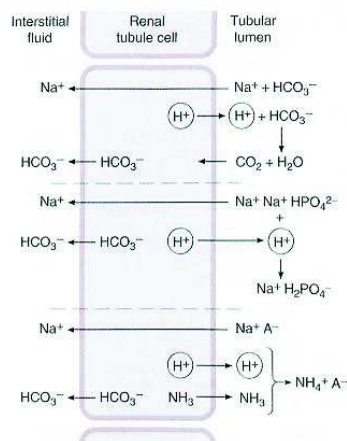
Kroppen kan kompensere for de metaboliske tilstande, hvilket fremgår af figur 2. Under metabolisk acidose vil kroppen kompensere for den lave pH ved at forskyde ligning 1 mod venstre og dermed øge produktionen af  $\text{CO}_2$  og udskillelsen af  $\text{CO}_2$  gennem lungerne. Dette giver nødvendigvis en lavere koncentration i blodet og derfor en lav  $p\text{CO}_2$ . Ved metabolisk alkalose vil den lave  $\text{H}^+$  koncentration betyde mindre udskillelse af  $\text{CO}_2$  gennem lungerne, og derfor vil  $p\text{CO}_2$  være høj. Kommer  $\text{HCO}_3^-$  koncentrationen i blodet over 26-28 meq./L, så udskilles  $\text{HCO}_3^-$  gennem urinen. Den øgede  $p\text{CO}_2$  og den samtidige  $\text{HCO}_3^-$  udskillelse vil bringe pH tilbage til det normale niveau og sikre, at miljøet ikke bliver basisk (Ganong 2001).



Figur 2 - Davenport diagram over ændringer i blod pH, blod  $\text{HCO}_3^-$  og  $\text{pCO}_2$ . Det illustreres, hvordan kroppen kompenserer for metabolsk acidose eller alkalose (Ganong 2001)

Hvis der sker en ophobning i organismen af ikke-flygtige syrer (organiske kationer), altså syre, som ikke kan udskilles gennem lungerne, som fx mælkesyre, så skal de dannede  $\text{H}^+$  ioner udskilles på anden vis, og dette sker gennem nyrerne. Der er 3 veje, hvorved nyrerne kan komme af med overskydende  $\text{H}^+$  ioner, hvilket fremgår af figur 3 (Ganong 2001). Figur 3 viser, at for hver  $\text{H}^+$  ion som fjernes, bliver hhv. en  $\text{Na}^+$  ion (kation) og en  $\text{HCO}_3^-$  ion transporteret til blodet. På den måde vil bufferkapaciteten opretholdes, og kroppen reabsorberer en del kationer.

Figur 3 **øverst**:  $\text{H}^+$  ionerne kan blive fjernet ved at reagere med  $\text{HCO}_3^-$  og danne  $\text{CO}_2$  og  $\text{H}_2\text{O}$ . Figur 3 **midten**:  $\text{H}^+$  reagerer med  $\text{HPO}_4^{2-}$  og udskilles som  $\text{NaH}_2\text{PO}_4^-$ . Figur 3 **nederst**:  $\text{H}^+$  reagerer med  $\text{NH}_3$  og bliver udskilt som urea.



Figur 3 - Udskillelse af  $\text{H}^+$  gennem nyrerne ved udskiftning for en  $\text{Na}^+$  ion og en  $\text{HCO}_3^-$  ion. Øverst: reabsorption af bikarbonat via  $\text{CO}_2$ , midten: formation af monobasisk fosfat og nederst: formation af ammonium (Ganong 2001).

Ved meget høje koncentrationer af  $\text{H}^+$  vil næsten 100 % af det filtrerede  $\text{HCO}_3^-$  reabsorberes og neutralisere syren. I tilfælde af en reduceret  $\text{H}^+$  koncentration, så vil reabsorptionen af  $\text{HCO}_3^-$  reduceres, og samtidig vil udskillelse via urinen øges. På den måde vil  $\text{H}^+$  koncentrationen i den

ekstracellulære væske komme tilbage på det normale niveau. Med andre ord vil reabsorption af en given mængde  $\text{HCO}_3^-$  have den samme effekt på pH, som udskillelse af den ækvivalente mængde  $\text{H}^+$ . Det betyder, at nyrerne kan regulere pH ved at ændre på reabsorptionen af  $\text{HCO}_3^-$  og dette afspejler sig i en varierende urin pH (Sjaastad et al. 2010).

Hvordan er konsekvenser på buffer kapacitet i blodet ift hvis reguleringen skulle ske gennem lungerne?

## 2.2 Definition af CAB-værdi

Efter en grundlæggende forståelse for mekanismen bag buffersystemet og vigtigheden ved regulering af kroppens syre-base balance og opretholdelse af fysiologisk pH, fokuseres nu på forståelsen af CAB-værdi og koblingen til koens syre-base balance samt mekanismerne bag en hhv. positiv og negativ CAB-værdi.

CAB-værdi har i mange år været brugt i praksis til foderplanlægning af goldkøer for at forebygge mælkefeber (Larsen & Sehested 2003). Sidenhen er interessen for CAB-værdiens mulige potentialer ikke blevet mindre. Tidligere studier har forsøgt at undersøge, om CAB-værdi har en potentiel effekt på bl.a. tørstofindtag og mælkeydelse hos lakterende køer, og om det er muligt at anbefale en CAB-værdi, hvor tørstofindtag og ydelse er maksimeret.

CAB-værdi blev oprindeligt defineret som differensen mellem molære mængder af monovalente positivt og negativt ladede elektrolytter:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  (kationer) og  $\text{Cl}^-$  (anion) i foderet. Enheden for CAB-værdi blev defineret som milliækvivalent (meq.) per 100 g DM (drymatter) (Sanchez & Beede 1996). I Danmark anvendes enheden meq. per kg TS (tørstof).

Ligning 2?

$$CAB = [(g \text{Na}^+ / 23 + g \text{K}^+ / 39) - (g \text{Cl}^- / 35)] \quad (\text{ligning 3})$$

$$CAB = [(g \text{Na}^+ / 23 + g \text{K}^+ / 39) - (g \text{Cl}^- / 35 + 2 * g \text{SO}_4^{2-} / 32)] \quad (\text{ligning 4})$$

Det er lidt forskelligt fra studie til studie, om sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) skal medregnes. Dog vælger de fleste studier at undlade den, da andelen af sulfat i fodermidler er meget lille og derfor mindre afgørende for hvad? (Aaes et al. 2003). Indeholder foderet mange svovlholdige aminosyrer som methionin og cystein, så kan det være en god ide, at medregne  $\text{SO}_4^{2-}$ , da det dannes ved metabolismen af disse aminosyrer. Det skal dog bemærkes at S (svovl) ikke altid findes som  $\text{SO}_4^{2-}$  i fodermidler. Den kan være organisk bundet, hvilket de andre kationer og anioner aldrig er (Nielsen 2017, personlig kommunikation). De røde tal er hhv. kationernes og anionernes respektive molvægt, da CAB-værdien i foderrationer skal regnes i forhold til ionernes masse (g/mol). Svovl ganges med 2, da denne er divalent (Aaes et al. 2003). Ja, for vi taler mol ladninger her og hvad betyder det for bidrag til CAB værdi?

I fodermidler skal kationer og anioner opfattes som værende kemisk neutrale. Forstået på den måde, at de ikke giver anledning til dannelse af hverken syrer eller baser, fordi de ikke kan metaboliseres.

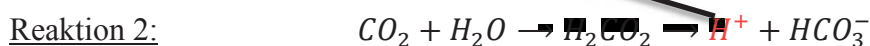
Er der et overskud eller underskud af kationer i forhold til anioner, så er det udtryk for et korresponderende underskud eller overskud af hhv. negativt ladede organiske anioner og positivt ladede organiske kationer. Disse metaboliseres i kroppen ved enten at afgive eller optage  $H^+$  ioner. På den måde vil foderet give anledning til en forsurende eller basisk effekt i koens ekstracellulære væske. Disse er dog umulige at måle på, da de er meget forskellige. Derfor er formelen for CAB-værdi baseret på de monovalente elektrolytter, som er nemmere at bestemme indholdet af i fodermidler (Sjaastadet al. 2010).

## 2.3 Kobling mellem CAB-værdi og koens syre-base balance

Fodermidlernes overskud eller underskud af kationer i forhold til anioner har en indflydelse på, hvorvidt CAB-værdien er positiv eller negativ. Med andre ord om fodermidlet inducerer en basisk eller forsurende effekt i den ekstracellulære væske.

### 2.3.1 Positiv CAB-værdi og den bagvedliggende mekanisme

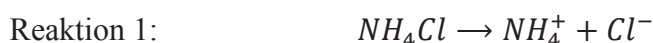
I et fodermiddel/ration med overskud af kationer ( $Na^+$  og  $K^+$ ) vil der også være et overskud af en korresponderende mængde organiske anioner f.eks.  $CH_3COO^-$  (acetation), som kan metaboliseres:



$CH_3COO^-$ , som har en negativ ladning, neutraliseres ved at binde  $H^+$  og omdannes til  $CO_2$  og  $H_2O$ . Den negative ladning er årsag til, at den kan følges af  $Na^+$  eller  $K^+$ , hvilket giver en elektrisk neutralitet i foderet.  $HCO_3^-$  bliver et produkt af ovenstående reaktioner, og giver anledning til en basisk effekt i den ekstracellulære væske. Det er fald i  $H^+$  der giver basisk effekt Nyrerne vil i dette tilfælde øge udskillelsen af  $HCO_3^-$  og produktionen af  $H^+$  til pH atter er på det fysiologiske normale niveau. Det vil afspejle sig i en basisk urin. CAB-værdien bliver naturligvis positiv, da der er flere kationer (positiv ladning) end anioner (negativ ladning) (Nielsen 2017, personlig kommunikation; Sjaastadet al. 2010).

### 2.3.2 Negativ CAB-værdi og den bagvedliggende mekanisme

Hvis der i et fodermiddel/ration er et overskud af anioner ( $Cl^-$ , måske  $SO_4^{2-}$ ), så vil de efterfølges af en korresponderende mængde organiske kationer (syre) f.eks.  $NH_4^+$  (ammonium), som også undergår metabolisme:



I reaktion 2 produceres  $H^+$ , som vil inducere en forsurende effekt i den ekstracellulære væske. Samtidig bliver  $NH_4^+$  omdannet til  $NH_3$  (ammoniak), som udskilles gennem urinen i form af urea.  $H^+$  skal naturligvis fjernes for at bringe pH tilbage på normalt fysiologisk niveau. Den neutraliseres af  $HCO_3^-$ , hvilket sker i reaktion 3. Dette resulterer i en stigende koncentration af  $CO_2$  som udskilles gennem lungerne, hvilket afspejles ved en lavere  $pCO_2$  i blodet. Lungerne og nyrerne vil, som med en positiv CAB-værdi, søge at bringe pH tilbage på et normalt niveau. Det vil afspejle sig i en sur urin. (Nielsen 2017, personlig kommunikation; Sjaastadet al. 2010).

## 2.4 CAB-værdiens betydning for koen i goldperioden

CAB-værdi har været grundigt undersøgt indenfor goldkøer, da det har vist sig at have en positiv effekt på forebyggelse af mælkefeber ved påvirkning af syre-base balancen. Formålet med dette afsnit er at belyse koblingen mellem CAB-værdi og mælkefeber, samt anbefalingerne for CAB-værdi i foderrationer til goldkøer med henblik på at nedsætte risikoen for mælkefeber.

### 2.4.1 Mekanismen bag mælkefeber

$Ca^{2+}$  er essentiel for kroppen. 99 % af kroppens  $Ca^{2+}$  er indlejret i knoglerne i form af hydroxyapatit.  $Ca^{2+}$  har mange fysiologiske funktioner i kroppen som f.eks. overførsel af nerveimpulser. Samtidig har det en afgørende betydning for muskelbevægelse (både skelet- og hjertemuskelatur), ved at styre kontraktioner og afslapning af musklerne (Larsen & Sehested 2003). Opretholdelse af kroppens  $Ca^{2+}$ -pulje er derfor yderst vigtig. Lige så snart  $Ca^{2+}$ -puljen afviger en smule fra det fysiologiske niveau (4-5 g i plasma, 600 kg's ko) vil reguleringsmekanismer igangsættes.  $Ca^{2+}$ -reguleringen er primært styret af 3 hormoner: PTH (paratyroideahormon fra biskjoldbruskkirtlen), aktiv vitamin D (1,25-diOH-cholecalciferol fra nyrerne) og calcitonin (fra skjoldbruskkirtlen) (Larsen & Sehested 2003).

PTH virker ved at stimulere nyrerne til at mobilisere filtreret  $Ca^{2+}$ , hvis der opstår et fald i  $Ca^{2+}$  koncentrationen. Udover en mobiliserende funktion vil PTH stimulere dannelsen af aktivt vitamin D, som vil stimulere specifikke bindingsproteiner i fordøjelseskanalens tarmepitel og derved binde det  $Ca^{2+}$  der kommer fra foderet og transportere det til blodbanen. Samtidig vil PTH også stimulere osteoclasterne (knogledbrydende celler) i knoglerne til at frigive opløseligt  $Ca^{2+}$  til blodbanen. PTH og aktiv vitamin D søger at opretholde  $Ca^{2+}$ -puljen, når trækket på puljen er stort. Det sidste hormon, calcitonin, virker dog modsat ved at deponere/indlejre  $Ca^{2+}$  i knoglerne og sænke  $Ca^{2+}$ -absorptionen fra tarmen (Larsen & Sehested 2003).

Det er typisk sådan, at mange anvendte goldkorationer indeholder mere  $Ca^{2+}$  end det egentlige behov til vedligehold og fosterdannelse. Det betyder, at der er en overflod af tilgængeligt  $Ca^{2+}$  i

tarmsystemet. I sådanne situationer vil PTH og dermed aktiv vitamin D ikke være nødvendige, og de vil derfor være nedprioriterede (Larsen & Sehested 2003). **Du mener nedregulerede?**

Ved kælvning og den dertil pludselige mælkeproduktion opstår der et stort  $\text{Ca}^{2+}$ -træk til yveret. Alene under den første malkning vil 10 L råmælk indeholde 23 g  $\text{Ca}^{2+}$ . For at kompensere for det store træk fra  $\text{Ca}^{2+}$ -puljen, vil kroppen søge efter  $\text{Ca}^{2+}$  fra knoglerne og tarmen. Det betyder, at PTH og aktiv vitamin D skal vækkes og opreguleres ualmindelig hurtigt. Det er dog imidlertid problematisk, da det er estimeret til at tage 24 timers forudgående stimulation af aktivt vitamin D for at absorbere  $\text{Ca}^{2+}$  fra tarmen og 48 timers stimulering af PTH for mobilisering af  $\text{Ca}^{2+}$  fra knoglerne. Dvs. at reguleringsmekanismerne under disse omstændigheder er håbløst bagud, og der er nu en meget reel risiko for mælkefeber (Larsen & Sehested 2003). **Hvordan stimuleres absorptionen fra tarmen? Hvad sker?**

Larsen & Sehested (2003) beskriver i sidste ende ikke mælkefeber som værende en decideret mangel på  $\text{Ca}^{2+}$ , da tildelingen som beskrevet før ofte overstiger behovet. Så i virkeligheden er det en utilstrækkelig opregulering af de ovennævnte mobiliserings- og absorptionsmekanismer, som ikke formår at imødekomme yverets store  $\text{Ca}^{2+}$ -træk, som dermed udkonkurrerer de øvrige  $\text{Ca}^{2+}$ -afhængige væv. **Dertil: hvis koens foderoptagelse går i stå: intet Ca at absorbere.**

#### 2.4.2 Kobling mellem CAB-værdi og mælkefeber

Mekanismen bag, hvorledes supplement af uorganiske salte nedsætter risikoen for mælkefeber er endnu uklar. På trods af det har mange undersøgelser ledt til hypoteser og kvalificerede svar på, hvad der egentlig sker. Bl.a. mener Horst et al. (1997), at nogle tidligere studier har vist tegn på, at supplement med  $\text{Cl}^-$  og  $\text{SO}_4^{2-}$  i goldkorationer vil resultere i en mild forsuring i kroppen og en øget følsomhed overfor PTH. Baggrunden for denne antagelse kommer af, at supplement med anioner øger hhv. osteoclasternes reabsorptionsevne i knoglerne og syntesen af aktivt vitamin D. Som nævnt tidligere stimuleres begge disse processer gennem tilstedeværelsen af PTH. Observationen blev bakket op af studier, som fandt, at køer med mælkefeber havde en nedsat følsomhed overfor PTH-receptorerne i nyrerne og knoglerne grundet højere pH i blodet (basisk miljø) og dermed nedsat evne til at mobilisere og absorbere  $\text{Ca}^{2+}$  fra hhv. knoglerne og tarmen. En grundlæggende hypotese har været, at øget blod- og urin pH (basisk miljø) betyder, at de receptorer, som på knoglerne og i nyrerne genkender PTH, er mindre følsomme. Det er derfor favorabelt med en negativ CAB-værdi, som har en forsurrende effekt, og som øger PTH-receptorernes følsomhed. **Men er det ionerne selv ( $\text{Cl}^-$  er IKKE en base i sig selv) eller de kationer der følger med? er det vist på nogen måde?**

Horst et al. (1997) kom på baggrund af adskillige studier frem til, at den optimale CAB-værdi for goldkøer med henblik på at sænke forekomsten af mælkefeber ligger mellem **-100 til -50 meq./kg TS**. Eftersom størsteparten af fodermidler, som bruges i dagens kvægbesætninger, har overskud af kationer, så har det vist sig i praksis, at det er svært at få CAB-værdien ned på -100 meq./kg TS

(Larsen & Sehested 2003). Ved at tilsætte f.eks. saltsyre (HCl), til goldkøernes foderration er det muligt at sænke CAB-værdien og dermed risikoen for mælkefeber. HCl kan frigive  $H^+$ , som bindes til  $HCO_3^-$  og give en sur effekt (Ender et al. 1971; cf Horst et al. 1997). Ved at fortage urinprøver på goldkøer er det muligt, at bestemme pH og dermed afgøre om køen reagerer på ændringer i syre-base balancen, og om ændringerne er administreret korrekt, eller om de er så ekstreme, at køen risikerer at udvikle vomacidose. Ligger urin-pH mellem 5,5 og 6,2, altså en anelse forsuret, er tildelingen af uorganiske anioner i foderet korrekt. Kommer pH i urinen under 5,5, så er den tilførte mængde for stor, og risikoen for vomacidose er øget (Horst et al. 1997). **og hvad ellers (knogleskørhed)?**

Block (1994) har ved at sammenholde flere studier fundet frem til den samme effekt af en negativ CAB-værdi på risikoen for mælkefeber. Her kom det også frem, at foderrationer med høj  $Ca^{2+}$ -indhold gav anledning til en bedre absorptionsrespons, når CAB-værdien samtidig var negativ. Altså var der en sammenhæng mellem negativ CAB-værdi og stigende  $Ca^{2+}$  absorption fra tarmen. Ses der bort fra  $Ca^{2+}$  tilgængeligheden i foderet, så var risikoen for mælkefeber reduceret ved en CAB-værdi på **-75 meq./kg TS** (Oetzel et al. 1988; cf Block 1994). **i forhold til hvad?**

Koncentrationen af  $Ca^{2+}$  i blodet viste sig ved målinger at være højere for køer, som blev tildelt en foderration med negativ CAB-værdi. Samtidig blev der fundet en øget koncentration af hydroxyprolin hos køer fodret med en negativ CAB-værdi, hvilket indikerer at  $Ca^{2+}$ -mobiliseringen fra knoglerne var øget. Køerne, som blev fodret med en negativ CAB-værdi, havde også en øget koncentration af aktiv vitamin D per enhed PTH, altså måtte PTH-receptorernes følsomhed være bedre ved et forsuret miljø (Block 1994).

Block (1994) betvivler, hvorvidt det er sandsynligt, at  $Ca^{2+}$  fra tarmen stiger med faldende CAB-værdi. Han påpeger, at der ikke er nogen beviser for, at overskud af anioner i foderet giver anledning til en øget  $H^+$  koncentration i tarmen, men at det modsatte nok i virkeligheden er mere sandsynligt. Når foder forsures direkte, så øges koncentrationen af aktivt vitamin D ikke, på trods af en lav mængde  $Ca^{2+}$  i tarmen, og hvad mere er, så vil en lav pH grundet øget  $H^+$  koncentration i tarmen inhibere den ellers aktive transport af  $Ca^{2+}$  fra tarmen til blodet. Det er altså mere sandsynligt, at den øgede koncentration af  $Ca^{2+}$  i blodet, som måles ved negativ CAB-værdi, skyldes øget mobilisering af  $Ca^{2+}$  fra knoglerne og ikke fra tarmen. Dette støtter han op omkring ved at en positiv CAB-værdi, som giver anledning til et basisk miljø, nedsætter osteoclasternes evne til at mobilisere  $Ca^{2+}$  fra knoglerne, netop fordi denne mekanisme er afhængig af et surt miljø. Dette stemmer overens med resultaterne fra studiet af Horst et al. (1997). **Men det er vel heller ikke mekanismen, hvis øget PTH følsomhed => øget aktivering af vitamin D?** **Hmm Ca bliver mere opløseligt**

**Hvad mener du?**

### 2.4.3 Anbefalinger til CAB-værdi for goldkøer

De to ovenstående studier er begge enige om, at CAB-værdien skal være negativ og indenfor et interval på -100 til -50 meq./kg TS. Block (1994) påviser, at allerede ved en CAB-værdi under +40 meq./kg TS er miljøet forsuret, og ved en CAB-værdi over +50 meq./kg TS er miljøet basisk. Et tredje studie af Kristensen (n.d.) mener, at CAB-værdien i goldrationen skal ligge mellem +30 til +80 meq./kg TS. Der er altså lidt uenighed om, hvad den anbefalede CAB-værdi bør være.

## 2.5 CAB-værdiens betydning for koen i laktationsperioden

En negativ CAB-værdi har vist sig at have en effekt på forebyggelsen af mælkefeber, og det er derfor muligt, at CAB-værdien også har en potentiel fremmede effekt på lakterende køer og, at der højst sandsynligt vil være en anbefalet værdi. Studiernes anbefalinger til en optimal CAB-værdi er opsummeret i bilag 1 og er baseret på observationer ved maksimeret produktionsrespons.

### 2.5.1 Anbefalinger for CAB-værdi til lakterende køer

Alle studierne har vurderet, at CAB-værdien for lakterende køer skal være positiv, og Block (1994) mener, at det er logisk, fordi lakterende køer har en højere metabolisme end goldkøer pga. den høje mælkeydelse. En højere metabolisme giver anledning til et forsuret cellemiljø, og derfor skal fodrationen indeholde en overvejende større mængde kationer i forhold til anioner, for på den måde at balancere det forsurede miljø i cellerne. Denne logiske udledning bliver bakket op af Tucker *et al.* (1988; cf Block 1994), som fodrede rationer med en CAB-værdi på hhv. +200 meq./kg TS og -100 meq./kg TS og fandt, at køerne med en positiv CAB-værdi havde forbedret mælkeydelsen med 9 %, samt tørstofindtaget med 11 %. Dette lod sig afspejle ved, at pH i blodet,  $[\text{HCO}_3^-]$  i blodet, samt pH i urinen steg lineært med stigende CAB-værdi. Block (1994) anbefaler en CAB-værdi på **+200 meq./kg TS**. de er altså metabolisk acidotiske

En meta-analyse af Hu & Murphy (2004) involverede 17 forsøg med 230 køer, som blev fodret forskellige CAB-værdier. De primære fodermidler var majsensilage og lucerne. Meta analysen viste, at der var en kvadratisk sammenhæng mellem stigende CAB-værdi og hhv. mælkeydelse ( $P = 0,002$ ), 4 % FCM (energi korregeret mælk;  $P=0,029$ ) og tørstofindtaget ( $P<0,001$ ). Ligeledes blev der fundet en kvadratisk sammenhæng mellem stigende CAB-værdi og hhv. blod pH (gns. 7,399;  $P<0,001$ ), urin pH (gns. 7,537-8.0;  $P<0,001$ ) og  $[\text{HCO}_3^-]$  i blodet (gns. 25,58meq./L;  $P<0,001$ ). En kvadratisk sammenhæng betyder at, når CAB stiger  $x^2$ -enheder, så stiger de omtalte faktorer  $x$ -enheder. Ydermere sås en lineær sammenhæng mellem stigende CAB-værdi og  $p\text{CO}_2$  (gns. 42,01 mmHg;  $P=0,004$ ). Der blev også fundet et kvadratisk øget indhold i mælken af hhv. fedt ( $P = 0,053$ ) og protein ( $P=0,012$ ). Dette blev forklaret med den højere ydelse. På baggrund af resultaterne blev CAB-værdien anbefalet til at ligge mellem **+340 til +490 meq./kg TS**.



Sanchez & Beede (1996) samlede 10 studier fra Florida i 1980'erne. I alt omfattede det samlede datasæt 326 køer, som blev fodret majsensilage og bomuldsfrø. Data over to sæsoner (vinter og sommer) blev taget med i de statistiske beregninger. Sæsonen havde en signifikant betydning for tørstofindtag, 4 % FCM, og fedtprocent i mælken, og disse var højere i vintersæsonen. Der udover var tørstofindtaget, 4 % FCM, og mælkeydelsen højere hos køer fodret majsensilage frem for bomuldsfrø. Der var en kvadratisk sammenhæng mellem stigende CAB-værdi og hhv. tørstofindtag ( $P \leq 0,01$ ), mælkeydelse ( $P \leq 0,01$ ) og 4 % FCM ( $P \leq 0,01$ ). Den optimale CAB-værdi var mellem **+250 til +500 meq./kg TS**.

Chan et al. (2005) udarbejdede et forsøg med 33 køer (15, 1. kalvs og 18 ældre) og benyttede formlen for CAB-værdi med svovl. Køerne blev fodret majsensilage, lucerne og bomuldsfrø. Tørstofindtaget, målt som kg/100 kg kropsvægt, var større for de køer, som blev fodret en CAB-værdi på hhv. +200 og +350 meq./kg TS i modsætning til de køer, som blev fodret en CAB-værdi på +500 meq./kg TS ( $P < 0,05$ ). Ligeledes fandt man, at 1. kalvs køerne havde et højere tørstofindtag end de ældre køer, når CAB-værdierne var på hhv. +200 og +350 meq./kg TS ( $P < 0,05$ ). Hverken mælkeydelsen eller dens indhold lod til at blive påvirket af CAB-værdien. Den gennemsnitlige  $[HCO_3^-]$  i blodet var på 26,5 meq./L. Ved en CAB-værdi på +500 meq./kg TS var  $[HCO_3^-]$  i gennemsnit på 27,6 meq./L. Ved at fjerne svovl fra formlen kunne de sammenligne sig med øvrige studier, og dette resulterede i en anbefalet CAB-værdi på mellem **+430 til +520 meq./kg TS**.

I overensstemmelse med de omtalte studier fandt Hu et al. (2007) de samme tendenser ved at samle 16 studier med CAB-værdiens indflydelse på tørstofindtag og ydelse. Det blev i alt til 337 køer, som blev fodret hovedsageligt på majsensilage og lucerne. Der var en kvadratisk sammenhæng mellem stigende CAB-værdi og tørstofindtag ( $P < 0,001$ ). Ligeledes var der en kvadratisk sammenhæng mellem tørstofindtag og hhv.  $[HCO_3^-]$  i blodet (gns. 26,2 meq./L;  $P < 0,001$ ) og pH i urinen (gns. 7,60;  $P = 0,009$ ). Det blev målt, at frivilligt tørstofindtag havde toppunkt ved en urin pH på 7,87. Ydermere var der en positiv lineær sammenhæng mellem tørstofindtag og pH i blodet (gns. 7,409;  $P < 0,001$ ). På baggrund af resultaterne anbefalede en CAB-værdi på **+470 meq./kg TS**.

Slutteligt har et dansk studie af Kristensen (2004) konkluderet på baggrund af andre studier, at CAB-værdien uden problemer og fare for nedsat produktion kan øges til mellem **+350 og +400 meq./kg TS**.

Ville have været fint om disse studier havde været samlet i en tabel, og at teksten havde været mere principiel på tværs af studier

## 2.6 Delkonklusion

CAB-værdien er altså et mål for overskud eller underskud af organiske kationer i forhold til anioner i et fodermiddel/ration.

En negativ CAB-værdi hos goldkøer har vist sig at have en forebyggende effekt på mælkefeber. Den negative CAB-værdi lader til at have en positiv effekt på PTH-receptorfølsomheden i knoglerne og nyrerne og dermed en fremmende effekt på mobiliseringen og måske absorptionen af  $\text{Ca}^{2+}$ . Der er lidt delte meninger om anbefalingen af CAB-værdien til goldkøer, men den bør være et sted mellem **-100 til +80 meq./kg TS**.

CAB-værdien for lakterende køer skal være positiv. Ud fra litteraturen vil det anbefalede niveau for CAB være mellem **+200 og +500 meq./kg TS**. Alt ind imellem dette niveau lader, ifølge de omtalte studier, til at øge tørstofindtaget. Ydermere har nogle af studierne fundet en øget mælkeydelse samt fedtindhold i mælken. Den øgede CAB-værdi kom i de fleste af studierne, til udtryk gennem målinger af øget  $[\text{HCO}_3^-]$  i blodet, øget pH i blodet og i urinen, og i nogle tilfælde en øget  $\text{pCO}_2$ .

Passer dette med hvordan du vil karakterisere den metaboliske status i hhv goldkøer og lakterende køer?

### 3 Fodermidlernes bidrag til variationer i foderrationens CAB-værdi

De anvendte studier er overvejende udenlandske, og derfor er foderrationerne baseret på majsensilage, lucerne og måske bomuldsfrø. Lucerne og bomuldsfrø er ikke særlig anvendte i dansk mælkeproduktion. Formålet med dette afsnit er at overskueliggøre de mest anvendte fodermidler i danske mælkeproduktionssystemer og deres bidrag med CAB til foderrationen. Tabel 1 opsummerer de mest anvendte fodermidler i Danmark og deres respektive CAB-værdi.

#### 3.1 De mest anvendte fodermidler og deres egnethed til hhv. goldkøer og lakterende køer

I rationer til lakterende køer, hvor CAB-værdien skal være høj, vil følgende fodermidler være anvendelige: Kløvergræs-, byghelsæd- og bygærteensilage, samt sojaskrå, som indeholder meget  $K^+$ , men også sodakorn (Hvede NaOH, ludet), som indeholder meget  $Na^+$ . Er der problemer med at hæve CAB-værdien op over +200 meq./kg TS, så kan  $NaHCO_3$  (natriumbikarbonat) med fordel tilsættes. Hu & Murphy (2005) samlede 27 studier med i alt 369 køer, som blev tildelt 3 forskellige mængder af  $NaHCO_3$ . Køerne fik enten en foderration baseret på majsensilage eller en foderration baseret på f.eks. lucerne. De fandt, at køer, som blev fodret majsensilage uden  $NaHCO_3$  supplement, indtog 1,24 kg TS mindre ( $P<0,02$ ) end køer på samme foder, suppleret med  $NaHCO_3$ . Der blev ikke fundet nogen effekt på ydelsen eller mælakens sammensætning uanset rationen. Der var en øget andel af mælkefedt på 2,7 g/kg mælk ( $P<0,02$ ) for køerne fodret majsensilage med  $NaHCO_3$ . Det blev anbefalet, at foderrationer baseret på majsensilage suppleredes med 7,0 til 10 g  $NaHCO_3$ /kg TS. Ligeledes regnede Kristensen (2004) ud, at ved at supplere foderrationer med kemisk rent  $NaHCO_3$  (11.905 meq./kg TS), så det udgør 2,1 % i rationen, så øges CAB-værdien med +250 meq./kg TS.

Hvor ligger effekten? I vommen eller inde i koen?

Skal der laves en foderration til goldkøer, så skal CAB-værdien, som det blev nævnt tidligere, være negativ. Det kan umiddelbart virke svært (jf. tabel 1), da kun to af fodermidlerne er negative: rapskage og type G mineraler. Generelt anbefaler man, at fodermidler til goldkøer har et lavt indhold af  $K^+$  og samtidig skal der i rationen være en god balance mellem energi, fylde og næringsstoffer (Aaes et al. 2003). Det kan altså være en god ide at anvende majsensilage, hvede- eller byghalm og rapskage. Goldmineraller tilsættes ofte, og det sænker samtidig CAB-værdien (Bjørn 2017, personlig kommunikation).

#### 3.2 Delkonklusion

De mest anvendte fodermidler har altså ofte positiv CAB-værdi, og dette skal med i betragtning, når der laves foderrationer til lakterende køer og goldkøer. Supplement med  $NaHCO_3$  kan øge CAB-værdien i en ration. Ligeledes kan fodermidler med lav CAB-værdi sænke CAB-værdien i en ration.

Tabel 1 - Opsummering af de mest anvendte fodermidler i danske mælkeproduktionssystemer og deres respektive CAB-værdi (meq./kg TS), samt indholdet af natrium, kalium, klorid og svovl i g/kg TS (Ancker et al. 2011).

Fodermidl.	Kl.græsens. 1. slæt	Kl.græsens. 2. slæt	Kl.græsens. 3. slæt	Kl.græsens. 4. slæt	Kl.græsens. 5. slæt	Majsens. Middel FK	Byghelsædens . Middel FK	Bygærtens. 20 % ærter	Bygærtens. 40 % ærter
CAB- værdi (meq./kg TS)	199	149	260	334	280	126	192	184	190
Na <sup>+</sup> / K <sup>+</sup>	1,9 / 24,7	1,9 / 23,5	2 / 28,5	2,1 / 31,6	2,8 / 28,2	0,2 / 9,3	0,6 / 16,3	0,7 / 16,3	0,6 / 16,8
Cl <sup>-</sup> / S	14 / 1,9	14 / 2,3	14 / 2,6	14 / 2,7	14 / 2,7	2,3 / 0,9	5,8 / 1,4	5,8 / 1,6	5,9 / 1,6
Fodermidl.	Bygærtens. 60 % ærter	Rapskage, 10 % fedt	Sojaskrå, afskallet	Hvede NaOH, ludet (sodakorn)	Vårbyg	Type 3, granuleret (mineraler lakt.)	Type G, granuleret	NaHCO <sub>3</sub> (natrium bikarbonat)	Fodersalt
CAB- værdi (meq./kg TS)	214	-39	399	682	52	267	-196	11.739	465
Na <sup>+</sup> / K <sup>+</sup>	0,9 / 17,5	0,1 / 14	0,5 / 25	14,8 / 5,8	0,4 / 5,7	120 / 1,5	0 / 3,3	270 / 0	380 / 0
Cl <sup>-</sup> / S	5,9 / 1,7	0,5 / 6,2	0,2 / 4,1	1 / 1,3	1,5 / 1,1	176 / 0,5	0,2 / 4,4	0 / 0	570 / 0
Fodermidl.	Græs, 12-15 cm (afgræsning)	Hvedehalm/byg halm							
CAB- værdi (meq./kg TS)	450	64/25							
Na <sup>+</sup> / K <sup>+</sup>	1,5 / 29	0,1/15 & 1,4/20							
Cl <sup>-</sup> / S	8 / 2,1	9,5/0,9 & 17/1,1							

## 4 Variationer i CAB-værdien hos 10 danske besætninger

Dette afsnit har til formål at beskrive vha. data fra 10 besætninger, hvorledes CAB-værdien varierer mellem besætninger og indenfor besætningerne, samt hvorvidt der er forskelle i CAB-værdien mellem konventionelle og økologiske besætninger.

### 4.1 Metode afsnit

Data tager udgangspunkt i 10 besætninger, som af sikkerhedsmæssige årsager er anonyme. 3 af besætningerne er økologiske og de resterende 7 er konventionelle. Ydelsen for de 10 besætninger ligger fra 10.184 til 13.727 kg EKM produceret (Seges 2017a) og anvendes ikke videre i projektet.

Alle 10 besætninger har gennem en periode indsendt månedlige prøver til KMP Fuldfoder (kritiske målepunkter fuldfoder). KMP fuldfoder er et system, hvor der udtages en repræsentativ prøve af fuldfoderrationen, hvorefter NIR (nærinfrarød spektroskopi) anvendes til at analysere rationens næringsstofsammensætning. NIR er en hurtig analyse af foderprøven, hvor resultaterne vil være forbundet med en vis usikkerhed. Ved udtagning af prøven indtastes en endagsfoderkontrol i DMS, som beregner den forventede sammensætning af foderrationen (Kristensen 2015).

For alle de fuldfoderprøver, der var tilgængelig i de 10 besætninger, blev der trukket beregnede værdier (DMS) og målte værdier (NIR) for CAB-værdi (meq./kg TS). Det er kun fuldfoderrationen der analyseres. De næringsstoffer, der tildeles separat i form af kraftfoder i automater eller ved afgræsning, indgår ikke i analysen, ligesom de heller ikke indgår i beregningen på det forventede indhold. Værdierne blev trukket ud for alle rationer til gold- og lakterende køer for samtlige måneder, hvor der blev foretaget analyser (fra april 2014 og til januar 2017).

På det indsamlede data blev der foretaget simpel statistik i Excel. Der blev udregnet hhv. gennemsnit (kommando:=MIDDEL) og spredning (kommando:=STDAFV.P). Ligeledes blev der regnet relativ afvigelse mellem den beregnede- og målte CAB-værdi. Al statistik blev foretaget indenfor hver besætning og på tværs af alle besætninger, både for lakterende køer og goldkøer.

### 4.2 Variationer i CAB-værdien mellem- og indenfor besætningerne, både for lakterende køer og goldkøer

Tabel 2 opsummerer de statistiske resultater for de beregnede- og målte CAB-værdier mellem- og indenfor besætninger. Det ses, at den gennemsnitlige afvigelse mellem den beregnede- og målte CAB-værdi for lakterende køer, på tværs af besætningerne, er -14,7 meq./kg TS. Altså stemmer de beregnede CAB-værdier rimelig godt overens med de målte. Den gennemsnitlige målte CAB-værdi mellem besætninger er +229,4 meq./kg TS.

Men der er da enorme variationer indenfor en besætning?  
Så det gennemsnit dækker over kæmpe forskelle?  
Hvad skyldes de?  
Hver måling er gns af

Tabel 2 - Opsamling på de 10 besætningers CAB-værdi for lakterende køer og goldkøer, samt resultater for gennemsnit, spredning og den relative afvigelse på hhv. gennemsnit og spredning.  
 \*best.: besætning, \*\*Øko.: Økologisk mælkeproduktion og \*\*\*afv.: afvigelse

<b>Lakterende køer</b>												
CAB-værdi (meq./kg TS)	Mellem best.		Indenfor best.									
Beregnet	CAB værdi		*Best. 1 (**Øko./ PMR)	Best. 2 (Øko./ PMR)	Best. 3 (TMR)	Best. 4 (PMR)	Best. 5 (TMR)	Best. 6 (PMR)	Best. 7 (PMR)	Best. 8 (Øko./ PMR)	Best. 9 (PMR)	Best. 10 (PMR)
Gennemsnit	241,7		207,7	222,0	214,7	244,5	258,7	297,2	256,9	262,0	238,4	186,2
Spredning	58,0		39,0	76,1	39,3	52,0	23,8	31,2	49,7	19,8	30,4	49,5
<b>Målt</b>												
Gennemsnit	229,4		216,9	216,4	195,6	186,6	227,8	284,4	266,2	227,5	182,8	263,6
Spredning	56,7		70,6	45,0	24,3	56,7	36,8	29,8	35,9	11,7	19,5	46,0
<b>Afvigelse</b>												
Gennemsnitlig relativ ***afv.	-14,7	%?	9,2	-2,6	-19,0	-57,8	-30,9	-16,1	9,4	-34,6	-55,6	129,5
Spredning på relativ afv.	55,4	?	74,2	55,1	37,1	25,8	42,6	18,8	30,9	19,1	31,7	73,4
<b>Goldkøer</b>												
CAB-værdi (meq./kg TS)	Mellem best.		Indenfor best.									
Beregnet			Best. 1 (Øko./ PMR)	Best. 2 (Øko./ PMR)	Best. 3 (TMR)	Best. 4 (PMR)	Best. 5 (TMR)	Best. 6 (PMR)	Best. 7 (PMR)	Best. 8 (Øko./ PMR)	Best. 9 (PMR)	Best. 10 (PMR)
Gennemsnit	97,3		110,6	295,6	61,0	97,3	118,1	44,7	24,0	310,3	86,4	NA
Spredning	93,8		23,9	26,3	52,6	14,7	31,5	75,7	6,6	0,0	2,9	NA
<b>Målt</b>												
Gennemsnit	114,3		77,6	202,0	143,3	168,5	130,0	33,7	92,6	161,5	78,4	NA
Spredning	74,6		91,7	71,2	38,1	32,0	55,5	35,7	41,9	0,0	17,6	NA
<b>Afvigelse</b>												
Gennemsnitlig relativ afv.	17,0		-33,1	-93,6	82,3	71,2	11,8	-11,1	68,5	-148,8	-8,0	NA
Spredning på relativ afv.	87,7		110,1	91,2	62,2	32,6	39,9	80,2	40,8	0,0	17,6	NA

Hvordan er de beregnet?

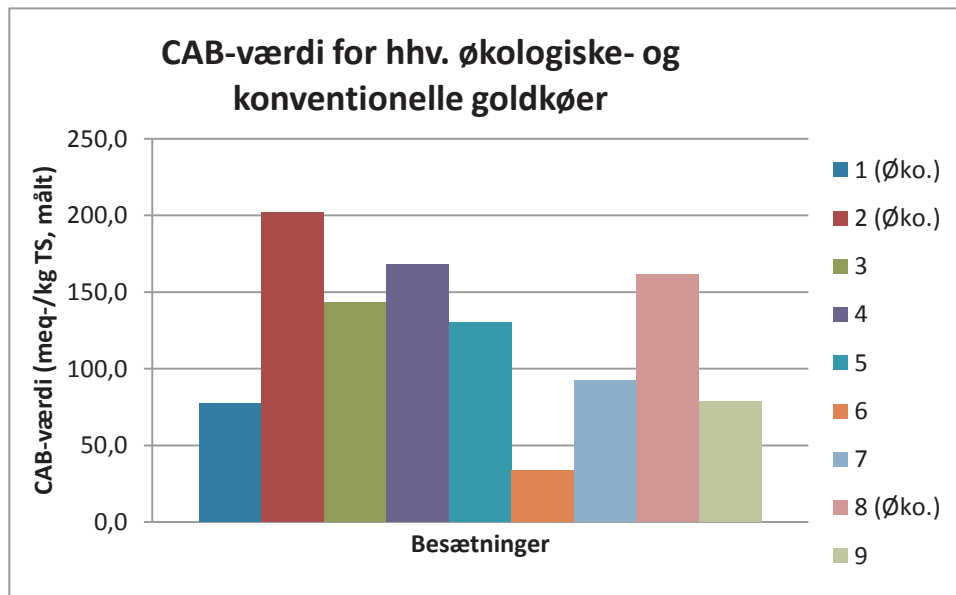
Indenfor besætningerne, ligger den målte CAB-værdi fra +182,8 til +284,4 meq./kg TS. Det er altså en forskel i den gennemsnitlige CAB-værdi på +101,6 meq./kg TS, mellem besætningen med højest og lavest gennemsnit. Den gennemsnitlige afvigelse mellem den beregnede- og målte CAB-værdi for lakterende køer spænder fra -57,8 meq./kg TS, i besætning 4, til +129,5 meq./kg TS, i besætning 10. **Så der var ikke konsekvens i om afvigelsen gik til den ene eller anden side? Var der konsekvens indenfor besætning?** Indenfor besætningerne, kan der altså være en stor variation i afvigelsen mellem den beregnede CAB-værdi og den målte. Den relative afvigelse har en spredning på +55,4 meq./kg TS mellem besætningerne, og indenfor besætningerne spænder det fra +18,8 meq./kg TS til +74,2 meq./kg TS. Der lader altså til at være stor variation i CAB-værdien hos nogle besætninger og mindre hos andre.

På tværs af besætningerne er den gennemsnitlige målte CAB-værdi for goldkøer +114 meq./kg TS og spænder fra +33,7 til +202 meq./kg TS. Det er en forskel i den målte CAB-værdi på +169 meq./kg TS mellem højeste og laveste gennemsnit. Den gennemsnitlige relative afvigelse i CAB-værdien mellem besætninger er på +17,0 meq./kg TS. Altså har goldkøernes foderration nogenlunde den samme gennemsnitlige relativ afvigelse i CAB-værdien som de lakterende køers. Indenfor besætningerne, spænder den gennemsnitlige relative afvigelse fra -148,8 til +82,3 meq./kg TS. Spredningen på den relative afvigelse mellem besætningerne ligger på +87,7 meq./kg TS. Der er altså en større spredning i foderrationernes CAB-værdi for goldkøerne i forhold til de lakterende køer. Indenfor besætningerne, ligger spredningen på den relative afvigelse fra +17,6 til +110,1 meq./kg TS.

### **4.3 Forskellen i CAB-værdien mellem konventionelle og økologiske besætninger**

Sammenholdes de gennemsnitlige målte CAB-værdier for de økologiske besætninger (+220,3 meq./kg TS) med de konventionelle besætninger (+229,6 meq./kg TS) er værdierne meget ens, og der lader ikke til at være nogen tendens til en forskel. Det er vigtigt at være opmærksom på, at økologiske køer får et CAB-bidrag gennem afgræsning, som ligger på +450 meq./kg TS (jf. tabel 1). Denne værdi kan dog variere fra år til år og over sæsonen.

Ud fra tabel 2 er det ikke muligt at se nogen forskel i den gennemsnitlige målte CAB-værdi. Af figur 4 ser det ikke ud som om, at der er forskel i den målte CAB-værdi mellem konventionelle og økologiske besætninger. Til gengæld er det værd at bemærke besætning 2, som har en gennemsnitlig CAB-værdi over +200 meq./kg TS, hvilket er markant højere end de øvrige. Ligeledes er der flere besætninger, som har en gennemsnitlig CAB-værdi over den anbefalede grænseværdi på +80 meq./kg TS (Kristensen n.d.).



Figur 4 - Den gennemsnitligt målte CAB-værdi for goldkøerne i økologiske vs. konventionelle besætninger.

#### 4.4 Delkonklusion

CAB-værdien mellem besætninger og indenfor besætninger varierer meget. Nogle landmænd er gode til at lave fodrationer med en forholdsvis stabil CAB-værdi, og andre har fodrationer med meget svingende CAB-værdier. Det er tankevækkende at fodrationer til goldkøer i gennemsnit ligger over den øvre grænse for den anbefalede CAB-værdi. Det kan umiddelbart give en ide om, at nogle danske besætninger har meget svært ved at holde en stabil CAB-værdi i deres fodrationer, og at mange måske har store udgifter forbundet med hyppig forekomst af mælkefeber grundet alt for høj CAB-værdi i goldkøernes fodration.



## 5 Overensstemmelse mellem den beregnede- og målte CAB-værdi

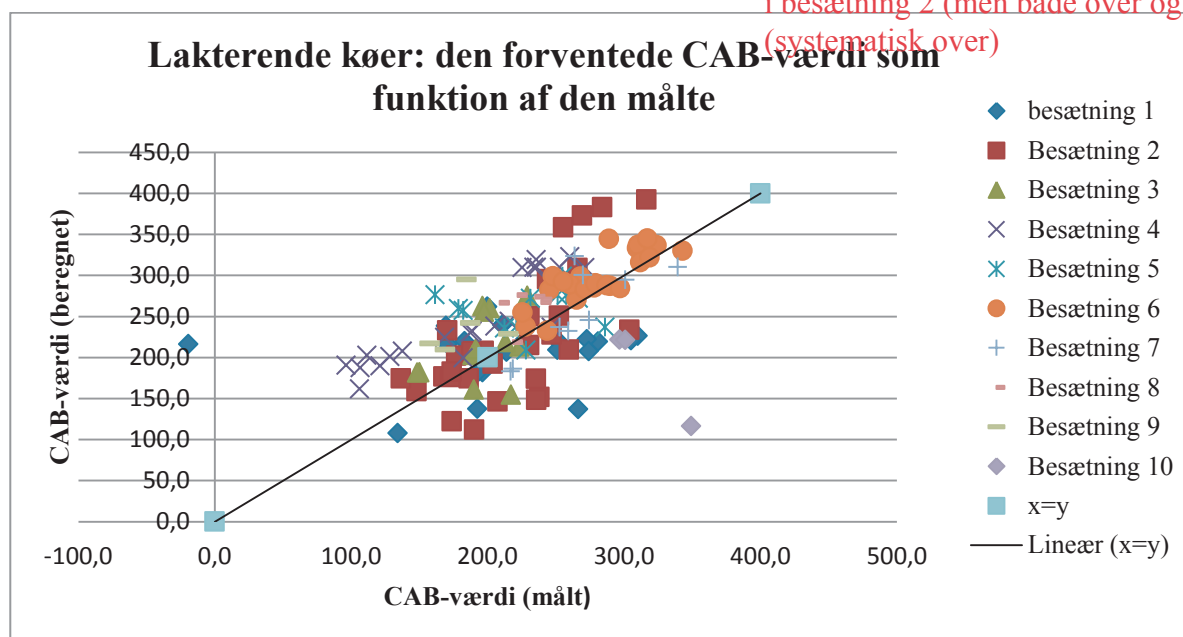
Det fremgår tydeligt af ovenstående analyse, at CAB-værdien kan være ustabil, og det lader til at være mest kritisk i foderrationerne til goldkøer. Det kan muligvis skyldes, at foderplanlægningen er baseret på beregnede CAB-værdier, som holdes op mod målte værdier. Formålet med følgende afsnit er derfor at undersøge forskellen mellem de beregnede CAB-værdier og de målte i de 10 besætningers foderrationer.

I hvor høj grad tror du de ustabile tal skyldes reelle forskelle eller målemetodemæssige forskelle?

### 5.1 Den beregnede CAB-værdi vs. den målte for de lakterende køer

Figur 5 viser et plot over sammenhængen mellem de beregnede CAB-værdier (DMS) og de målte (NIR). Det er ikke specielt tydeligt, men der kan argumenteres for at være en lineær sammenhæng mellem de fleste punkter. Der er stort set lige mange punkter over som under linjen  $x=y$ . Altså stemmer den beregnede CAB-værdi nogenlunde overens med den målte, hvilket også fremgår af tabel 2. Det er svært at se på figur 5, men af tabel 2 fremgår det, at besætning 4, 9 og 10 har den største gennemsnitlige relative afvigelse mellem de beregnede- og målte CAB-værdier. Ydermere har besætning 3, 4 og 9 gennemsnitligt en målt CAB-værdi lavere end +200 meq./kg TS. Altså under den nedre grænse, som blev anbefalet af Block (1994).

Af figuren ses at største afvigelser konsekvent er i besætning 2 (men både over og under) samt 4 (systematisk over)



Figur 5 - Sammenhængen mellem den beregnede CAB-værdi og den målte for de 10 besætningers lakterende køer. Linjen  $x=y$  er plottet, så den skærer i 0,0.

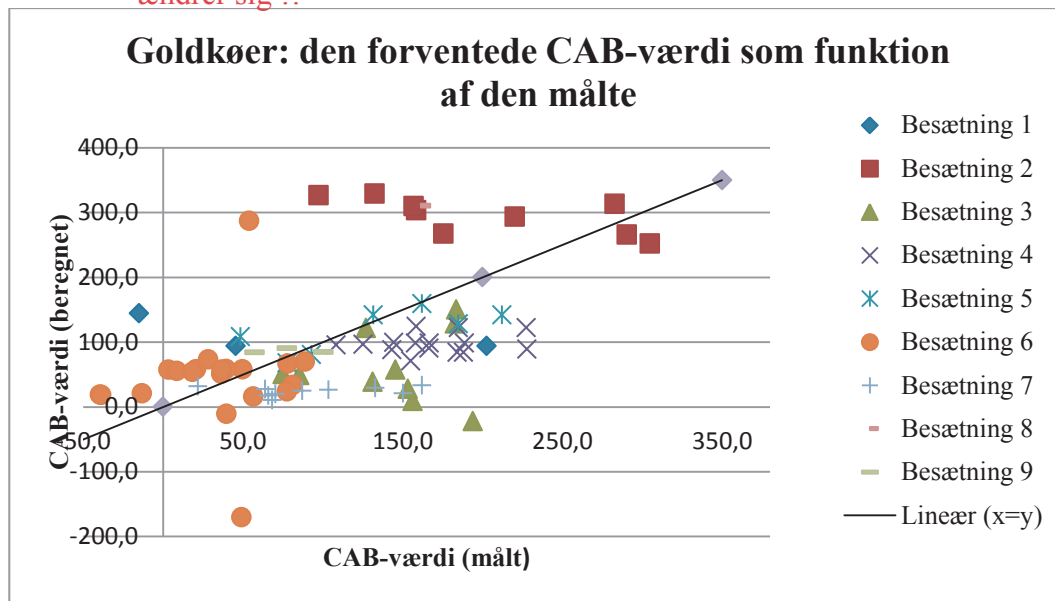
enhed for CAB?

Jeg vil ikke sige at de passer fint, for afvigelserne omkring linjen er +/- 100 meq/kg DM

## 5.2 Den beregnede CAB-værdi vs. den målte for goldkøerne

Af figur 6 lader det ikke rigtig til, at de beregnede CAB-værdier stemmer overens med de målte for goldkøerne. Dette kan skyldes, at der var få data tilgængelige for goldkøerne. Punkterne ligger ikke umiddelbart ligeligt fordelt omkring linjen,  $x=y$ . Af tabel 2 ses det, at den gennemsnitlige relative afvigelse mellem de beregnede- og målte værdier for de lakterende køer og goldkøerne er næsten lige stor (-14,7 vs. 17,0 meq./kg TS), hvor besætning 2, 3 og 8 har de største gennemsnitlige relative afvigelser.

Generelt og især for besætning 2, 4 og 6: ingen ændring i beregnet CAB når målt værdi ændrer sig !!



Figur 6 - Sammenhængen mellem den beregnede CAB-værdi og den målte for 9 af de 10 besætnings goldkøer. Linjen for  $x=y$  er plottet, så den skærer 0,0.

## 5.3 Delkonklusion

Men alt for stor absolut forskel - hvor sikker er NIR værdier?

Gennemsnitlig stemmer de beregnede CAB-værdier rimelig godt overens med de målte for de lakterende køer. På besætningsniveau er det tydeligt, at nogle landmænd har en høj gennemsnitlig relativ afvigelse mellem de beregnede- og målte CAB-værdier. Samtidig varierer spredningen på den relative afvigelse meget. Sammenhængen mellem målt og beregnet CAB er mindre god for goldkøerne.

Det var mildt udtrykt

## 6 Diskussion - Besætningernes evne til at opfylde anbefalingerne til CAB-værdien

Formålet med dette afsnit er at diskutere spørgsmålene fra problemformuleringen. Samtidig kigges der med kritiske øjne på resultaterne fra de anvendte videnskabelige studier samt resultaterne fra de 10 besætninger. Eventuelle mangler belyses og kommenteres ud fra egen synsvinkel og undren.

Det optimale interval for CAB-værdi til lakterende køer er gennem diverse forsøg fundet på baggrund af øget tørstofindtag, fedt procent/ydelse i mælken og i nogle tilfælde en øget mælkeydelse. Hvorledes en høj CAB-værdi er skyld i øget tørstofindtag og øget mælkeydelse er endnu uvis. Det er ligeledes uvist, hvorvidt mælkeydelse stiger pga. en øget CAB-værdi, eller pga. det øgede tørstofindtag. Det virker mere sandsynligt, at det er det øgede tørstofindtag, som får mælkeydelsen til at stige. Ydermere er det forsat uvist, hvorfor en øget CAB-værdi skulle resultere i et øget tørstofindtag. Metabolisk acidose kan formodentlig hæmme foderoptagelsen (alkalosen gør) De anvendte studier kommer ikke med forklaringer på den bagvedliggende mekanisme, og det virker besynderligt, at de nyeste studier, som var mulige at finde, daterer tilbage fra 2007. Ligeledes er det uklart, hvad koblingen er mellem øget CAB-værdi og fedt procent/ydelse i mælken. Nogle af studierne forklarede det ved, at en stigende CAB-værdi ledte til øget pH i vommen, hvorved andelen af propionsyre falder. Dertil stiger andelen af eddikesyre og smørsyre, hvilket bidrager med mere substrat til *de novo* fedtsyresyntesen i yveret (Hu & Murphy 2005; Roche et al. 2005). Disse studier daterer tilbage fra 2005 og det har ikke været muligt at finde nyere studier, som kommer med svar på disse observationer.

Effekten af den øgede CAB-værdi lod sig afspejle i en lettere øget  $[\text{HCO}_3^-]$  i blodet, lettere basisk urin, lettere basisk pH i blodet og en større mængde  $\text{pCO}_2$ . Under metabolisk alkalose er det realistisk at pH i blodet stiger til 7,50-7,60, hvilket er typisk ved indtagelse af  $\text{NaHCO}_3$ . Det svarer næsten til en halvering i blodets  $[\text{H}^+]$  (Ganong 2001). Hu & Murphy (2004) fandt en gennemsnitlig pH i blodet på 7,39. Mens Hu et al. (2007) fandt en gennemsnitlig pH i blodet på 7,4, hvilket ligger indenfor en normal pH i blodet (Ganong 2001). Det kan dog stadig godt betyde, at der er observeret stigninger i blod pH, hvis denne som udgangspunkt var lav pga. foderrationer med lav CAB-værdi. I overensstemmelse med litteraturen steg  $[\text{HCO}_3^-]$  i blodet til 26-28 meq./L, hvilket førte til øget udskillelse via urinen og en øget urin pH (Ganong 2001). Der blev målt pH i urinen på hhv. 7,87 og 7,5-8,0 (Hu et al. 2007; Hu & Murphy 2004).

For goldkøerne er det optimale interval for CAB-værdien baseret på forebyggelse af mælkefeber. En realistisk forskydning i pH mod et forsurende miljø er omkring 7,28 i blodet (Ganong 2001). Det svarer til halvanden gang større  $[\text{H}^+]$  i blodet (jf. Figur 1). Det lettere forsurende miljø vil øge følsomheden af PTH receptorerne, hvilket resulterer i en opregulering af osteoclasterne i knoglerne og aktivering i nyrerne af vitamin D til den aktive form 1,25-diOH-cholecalciferol, hvorved

mobiliseringen og absorptionen af  $\text{Ca}^{2+}$  stiger (Block 1994). Der er uenighed om, hvorvidt det er sandsynligt, at  $\text{Ca}^{2+}$ -absorptionen fra tarmen stiger (Block 1994). I de anvendte studier er det ikke belyst om opreguleringen af PTH-receptorernes følsomhed kan skyldes andet end en lav CAB-værdi. Uden at vide det, kunne det også skyldes foderrationens sammensætning, som fører til et surt miljø, hvilket giver de rette betingelser for osteoclasterne. Der er uden tvivl brug for en bedre forståelse omkring mekanismen. Der fandtes ingen studier nyere end fra 1996.

Eftersom lakterende køer og goldkøer ikke skal tildeles foder med samme CAB-værdi, er det afgørende for foderrationen, hvilke fodermidler man anvender. Fodermidler bidrager ikke med den samme CAB-værdi. Fodermidler med meget kalium vil være bedst egnet til lakterende køer, mens fodermidler med mindst kalium er bedre til goldkøer. Hovedparten af de mest anvendte fodermidler bidrager med en høj CAB-værdi (jf. Tabel 1). Det er derfor ikke så mærkeligt, at 7 ud af de 10 besætninger har en målt CAB-værdi for goldkøerne over +80 meq./kg TS. Ud fra egne data var det svært at se en direkte sammenhæng mellem den målte CAB-værdi og incidensen af mælkefeber. Incidensen af mælkefeber for besætningerne svinger mellem 0 til 19,3 % per årsko, og en høj CAB-værdi passer ikke nødvendigvis med en høj incidens af mælkefeber (Seges 2017b). Den uklare sammenhæng skyldes højst sandsynligt usikkerheden forbundet med måling af CAB-værdien i foderrationerne. Især behandlingsstrategien, som er forskellig fra besætning til besætning, giver anledning til usikkerheder. Hos nogle besætninger er strategien forebyggende, og derfor vil der være mange registreringer, uden at der nødvendigvis har været tilfælde af mælkefeber. Her er registreringer hos økologer sandsynligvis mere reelle, da behandlinger skal foretages af en dyrlæge (Bjørn 2017, personlig kommunikation). Fra egne data er det altså urealistisk at koble en høj CAB-værdi til en høj incidens af mælkefeber. Eller i hvert fald ikke lige til at gøre

Er der en meget høj CAB-værdi i goldkøernes foderration og en høj incidens af mælkefeber, så kan det være værd at overveje visse ændringer i foderrationen. Besætning 2 er udvalgt som eksempel på, hvorledes rationen kan ændres for bedre at opfylde anbefalingerne til CAB-værdien og måske sænke incidensen af mælkefeber. Denne besætning har i gennemsnit den højeste målte CAB-værdi på +202,0 meq./kg TS (jf. tabel 2) og foderrationerne indeholder generelt meget græs, hvilket fremgår af tabel 3.

**Tabel 3 - Besætning 2's foderrationer for hver måned der blev foretaget foderanalyser. De anvendte fodermidler er listet og for hver måned er der sat kryds ved denne foderrations respektive fodermidler (Seges 2016)**

Fodermiddel (CAB-værdi)	Apr. 14	Apr. 14	Nov. 14	Dec. 14	Jan. 15	Mar. 15	Dec. 15	Mar. 16	Dec. 16
4. slæt(334)	X	X							
2. slæt (149)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1. slæt (199)	X	X							
Goldmineral (-196)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Enggræs/wrap (283)		X	X	X	X	X	X	X	
Grønkorn(534)			X	X	X	X	X		X
Halm(64)				X	X	X		X	X
Majsens. (129)									

For at reducere CAB-værdien vil det kræve en reduktion i andelen af græs i rationen. En alternativ ration til goldkøerne, hvor CAB-værdien kommer mere i fokus, kunne tænkes at indeholde mindre 4. slæt, enggræs/wrap og grønkorn. Dertil øges mængden af halm og majsensilage. I det omfang der tildeles kraftfoder, kunne det være et godt tiltag, primært at bruge rapskage, som har en negativ CAB-værdi (jf. tabel 1) (Bjørn 2017, personlig kommunikation; Ancker et al. 2011). Altså kan en anbefalet foderplan bestå af majsensilage, rapskage og halm, samt goldkomineraler. Foretrækkes det, at rationen fortsat indeholder lidt græs, bør slæt af kløvergræsensilage med mindst kaliumindhold anvendes, da det vil have den laveste CAB-værdi. Energiforsyningen skal også tages med i betragtning ved ændringer i foderrationen til goldkøer. Goldkøer med for højt huld (over 4), grundet øget energiindhold, har større risiko for udvikling af mælkefeber pga. større kropsmobilisering (Ingvarsen et al. 2003). Biologisk set er kropsmobilisering, på et normalt niveau, en naturlig del af overgangen fra goldperiode til laktation. Det skal bare ikke overdrives ved et højere energiindhold i goldrationen (Friggens et al. 2003).

På sin vis overrasker det ikke, at besætning 2 ligger blandt de 75 % ringeste besætninger på incidens af mælkefeber. Information omkring besætning 2's sygdomsopgørelse blev trukket ud af DMS Dyreregistrering (jf. tabel 4). Her hører kælvningsfeber/mælkefeber til under kategorien fordøjelses- og stofskiftelidelser, som blev registreret per måned i perioden fra maj 2016 til april 2017. De sidste 12 måneder var der registreret 19 tilfælde af fordøjelses- og stofskiftelidelser. Dette svarede til 0,28 (28 %) tilfælde per årsko. Ifølge benchmark nøgletal, for økologiske besætninger, ligger de 25 % laveste besætninger på 0,04 (4 %) og de 75 % højeste ligger på 0,11 (11 %). Besætning 2 har haft 6 tilfælde af mælkefeber indenfor de sidste 12 måneder (jf. tabel 4). Det svarer til 1/3 af de 0,28 tilfælde af stofskiftelidelser pr. årsko, hvilket er omkring 0,09 (9 %).

Tabel 4 - Incidens af mælkefeber i besætning 2 i perioden fra maj 16 til april 17 (Seges 2017c).

Besætning 2 – tilfælde af kælvningsfeber															
	Maj 16	Jun. 16	Jul. 16	Aug. 16	Sept. 16	Okt. 16	Nov. 16	Dec. 16	Jan. 17	Feb. 16	Mar. 16	Apr. 17	S. 12 mdr.	2016	2015
Kælvn.feber		1		1		1			2			1	6	7	2

I modsætning til goldkøerne, så lader det til, at de lakterende køers foderration opfylder anbefalingerne en smule bedre. Den målte CAB-værdi over de 10 besætninger er i gennemsnit +229 meq./kg TS (jf. tabel 2). Dette virker dog til at være i den lave ende af det anbefalede interval, når der er fundet produktionsrespons helt oppe omkring en CAB-værdi på +400 til +500 meq./kg TS. Her skal det bemærkes, at de anvendte studier er overvejende udenlandske. Dvs. der fodres generelt med store mængder lucerne, majsensilage og i nogle tilfælde bomuldsfrø. Det kan betyde, at de udenlandske studier har fundet relativ stor effekt af en høj CAB-værdi, fordi CAB-værdien som udgangspunkt måske har været lav. Det er altså ikke sikkert, at den samme store effekt findes i danske besætninger, hvis CAB-værdien som udgangspunkt er tilstrækkelig høj. Anbefalingerne kan altså ikke direkte implementeres til danske besætninger.

Her skal også huskes at der i sommermåneder er tildeling af græs ved siden af med høj CAB værdi

Der lod ikke til, at være nogen forskel mellem konventionelle og økologiske besætninger på de målte CAB-værdier (jf. figur 4). Hertil skal det bemærkes, at økologiske laktations køer indtager en ukendt CAB-værdi i perioden for afgræsning. Gennemsnitligt stemmer den beregnede- og målte CAB-værdi rimeligt overens mellem besætningerne (jf. tabel 2). På trods af det har nogle besætninger en stor gennemsnitlig relativ afvigelse mellem de beregnede- og målte CAB-værdier. Det gælder både for foderrationerne til lakterende køer og goldkøer. Det virker umiddelbart mærkeligt at den beregnede- og målte CAB-værdi i foderrationer til lakterende køer gennemsnitligt afviger med helt op til +129,5 meq./kg TS i den samme besætning (jf. besætning 10, tabel 2), mens den for foderrationer til goldkøer kan afvige med -148 meq./kg TS. Det skal bemærkes, at der var langt færre data tilgængeligt for goldkøerne.

Hvad tolker du ud af det? Var de målte eller beregnede CAB værdier de "rigtige"?

Variationer i fuldfodersammensætningen kan være meget store indenfor besætninger. Det gælder for alle andre næringsstoffer så vel som for CAB. Det skyldes bl.a. variation i næringsstofsammensætningen af de enkelte fodermidler, men også læsseunøjagtigheder. Der udover kan der være usikkerheder forbundet med analyse og prøveudtagning. Ved foderplanlægning er dette svært at forudse, men det er favorabelt, at køer oplever stabilitet i foderrationen. Derfor ligger der en stor opgave i at opnå stabile foderrationer til både goldkøer og lakterende køer (Bjørn 2017, personlig kommunikation). Det er tvivlsomt, hvor troværdigt det i virkeligheden er at anvende disse systemer til foderplanlægning for lakterende køer og goldkøer.

Hvilke systemer?

## 7 Konklusion

Manipulation af CAB-værdien i foderrationer til goldkøer og lakterende køer har potentielle gavnlige effekter på bl.a. incidensen af mælkefeber, øget tørstofindtag, øget fedtydelse i mælken og sandsynligvis øget mælkeydelse. Den optimale CAB-værdi for goldkøer og lakterende køer er ikke ens. Anbefalingerne for goldkøer ligger i intervallet: **-100 meq./kg TS til +80 meq./kg TS**, mens den for lakterende køer ligger mellem: **+200 meq./kg TS og +500 meq./kg TS**. CAB-værdier udenfor intervallerne kan koste på produktiviteten eller være sundhedsskadelige for koen. Mekanismerne bag effekterne er endnu ikke veldokumenterede, og der kræves mere forskning indenfor dette felt, inden der kan drages konklusioner vedr. CAB-værdiens indflydelse på tørstofindtaget, fedtprocenten/ydelsen i mælken samt mælkeydelsen. Ydermere bør anbefalingerne implementeres i danske besætninger med vægt på, at disse er baseret på udenlandske studier, hvor brugen af lucerne, majsensilage og bomuldsfrø er stor.

Fodermidler med lavt kaliumindhold og lav CAB-værdi bør anvendes til goldkøer. En blanding af majsensilage, rapskage og halm har potentiale til at opfylde anbefalingerne, og kan med fordel anvendes. Fodermidler med højt kaliumindhold og positiv CAB-værdi er at foretrække til lakterende køer. Til lakterende køer kan der med fordel suppleres med  $\text{NaHCO}_3$ , hvis CAB-værdien er under +200 meq./kg TS. **Hvad vil det koste ift øget forventet mælkeydelse?**

De målte CAB-værdier er sjældent ens i fodermidler, og de vil derfor have en stor spredning både mellem- og indenfor besætninger. Nogle landmænd er bedre til at fodre en stabil CAB-værdi i forhold til andre. Der lader ikke til at være signifikant forskel i den beregnede- og målet CAB-værdi mellem konventionelle og økologiske besætninger. Det skal dog huskes, at økologiske laktationskøer indtager ekstra ukendt CAB i afgræsningsperioden. Indenfor besætningerne, burde der ikke være store variationer i foderrationerne. Der er altså store usikkerheder forbundet med de anvendte systemer til foderplanlægning. Dertil kan det konkluderes, at der er behov for yderligere viden om foderplanlægningssystemet, før det kan anvendes med størst mulig præcision.

**Tag stilling til præcision af metoderne - CAB ud fra DMS hhv NIR**

## 8 Perspektivering

Projektet har overvejende fokus på CAB-værdiens indflydelse på goldkøer og lakterende køer generelt. Ved brugen af CAB til lakterende køer påpeges det, at CAB-værdien bør variere afhængigt af laktationsstadiet, energibalance og mælkeydelse, hvortil der mangler en del undersøgelser (Chan et al. 2005). Undersøgelser med dette perspektiv kan muligvis definere en mere præcis CAB-værdi baseret på maksimal produktionsrespons, hvilket kan øge mælkeproducenternes interesse, hvis det medfører større økonomisk gevinst.

Før landmænd kan lave foderrationer, hvor præcise anbefalinger for CAB-værdien opfyldes, er det nødvendigt med målesystemer, som kan korrigere for varierende CAB-værdier på daglig basis. Der er mange usikkerheder forbundet med brugen af NorFor/DMS, da den beregnede foderplan ikke altid stemmer overens med den foderration, køerne faktisk indtager. Derudover er der endnu en forholdsvis stor usikkerhed forbundet med NIR-måling af CAB-værdi, men her er der et potentiale i at forbedre kalibreringen af NIR.

Generelt består den anvendte litteratur af ældre studier, og derfor vil det være en fordel at udføre nogle nye undersøgelser. Ydermere kunne det være en god ide med flere danske studier, som er baseret på fodermidler, som er typiske for danske mælkeproduktionssystemer. På den måde kan danske mælkeproducenter sammenligne sig med udenlandske og lave benchmarking på incidensen af mælkefeber hos goldkøer, samt merydelse hos lakterende køer i forhold til foderrationernes gennemsnitlige CAB-værdi.



## 9 Litteraturliste

- Aaes, O., Sehested, J. & Larsen, T (2003): *Malkekoens mineralbehov og forsyning*. In: Strudsholm, F & Sejrsen, K. (eds.): *Kvægets ernæring og fysiologi – Bind 2 Fodring og Produktion*. DJF rapport Husdyrbrug nr. 54. Danmarks Jordbrugs Forskning, Foulum, kapitel 8, pp. 154-178.
- Ancker, M.L., et al. (2011): *Håndbog i Kvæghold*. Landbrugsforlaget. Videncentret for Landbrug, Kvæg. Side 6-41.
- Block, E. (1994): Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows, In: Linn, J., Wagner, G. & De Steno, P (eds.) (1994): *55th Minnesota Nutrition Conference & Roche Technical Symposium*. Minnesota Extension Service, pp. 115-134.
- Bjørn, K.B. (2017): Personlig meddelelse. Kvægrådgiver Sagro-viden og vækst. Foulum, Blichers Allé, 8830 Tjele. Bygning C-20. Telefon: 61 75 68 80. e-mail: kbb@sagro.dk.
- Chan, P., J. West, J. Bernard & J. Fernandez (2005): Effects of dietary cation-anion difference on intake, milk yield, and blood components of the early lactation cow. *Journal of Dairy Science*, Elsevier, Vol. 88:12, pp. 4384–92.
- Ender, F., Dishington, I.W. & Helgebostad, A. (1971): Calcium balance studies in dairy cows under experimental induction and prevention of hypocalcaemic paresis puerperalis. The solution of the aetiology and the prevention of milk fever by dietary means. *Z. Tierphysiol. Tierernaehr. Futtermittelkd.* Vol 28 pp. 233.
- Friggens, N.C., Andersen, J.B., Larsen, T., Dewhurst, R.J. & Aaes, O. (2003): *Fodring i goldperioden*. In: Strudsholm, F & Sejrsen, K. (eds.): *Kvægets ernæring og fysiologi – Bind 2 Fodring og Produktion*. DJF rapport Husdyrbrug nr. 54. Danmarks Jordbrugs Forskning, Foulum, kapitel 8, pp. 295-316.
- Ganong, W.F. (2001): *Review of Medical Physiology*. Twentieth edition. Lange Medical Books/McGraw-Hill Medical Publishing Division. pp. 695-712.
- Horst, R.L., J.P. Goff, T.A. Reinhardt & D.R. Buxton (1997): Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, Elsevier, Vol. 80:7, pp. 1269–80.
- Hu, W., L. Kung Jr & M.R. Murphy (2007): Relationships between dry matter intake and acid-base status of lactating dairy cows as manipulated by dietary cation-anion difference. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 136:, pp. 216–225.
- Hu, W. & M.R. Murphy (2004): Dietary Cation-Anion Difference Effects on Performance and Acid-Base Status of Lactating Dairy Cows: A Meta-Analysis. *Journal of Dairy Science*, Elsevier, Vol. 87:7, pp. 2222–2229.
- Hu, W. & M.R. Murphy (2005): Statistical evaluation of early- and mid-lactation dairy cow responses to dietary sodium bicarbonate addition. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 119:1–2, pp. 43–54.
- Ingvartsen, K.L., Houe, H. & Nørgaard, P. (2003): *Forebyggelse af fodringsbetingede sygdomme hos malkekvæg*. In: Strudsholm, F & Sejrsen, K. (eds.): *Kvægets ernæring og fysiologi – Bind 2 Fodring og Produktion*. DJF rapport Husdyrbrug nr. 54. Danmarks Jordbrugs Forskning, Foulum, kapitel 8, pp. 227-279.
- Kristensen, N.B. (2004): Brug af buffere til malkekøer. *KvægInfo*, 1299, pp. 3–6.

- Kristensen, N.B. (n.d.): Optimal fodring af goldkoen. *Syddansk Kvæg*.
- Kristensen, N.B. (2015): *Beskrivelse af KMP-fuldfoder*. [Online]. Seges, Landbrug og Fødevarer. Landbrugsinfo. [11.05.2017]. Dato for revision: 25. November 2015. Tilgængelig på internet: <URL:[https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Foder/KMP/Sider/Beskrivelse-af-KMP-fuldfoder\\_2281.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Foder/KMP/Sider/Beskrivelse-af-KMP-fuldfoder_2281.aspx)>
- Larsen, T. & Sehested, J. (2003): *Absorption og omsætning af mineraler*. In: Hvelplung, T. & Nørgaard, P. (eds.): *Kvægets ernæring og fysiologi – Bind 1 Næringsstofomsætning og fodervurdering*. DJF rapport nr. 53. Danmarks Jordbrugs Forskning, Foulum, kapitel 12, pp. 331-369.
- Nielsen, M.O. (2017): Personlig meddelelse. Professor/forsker. Production, Nutrition and Health. Grønnegårdsvej 3, 1870 Frederiksberg C, 1-61. Bygning A 109. Telefon: 35 33 30 65. e-mail: mette.olaf.nielsen@sund.ku.dk.
- Oetzel, G.R., Olson, J.D., Curtis, C.R. & Fettman, M.J. (1988): Ammonium chloride and ammonium sulfate for prevention of parturient paresis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. Vol. 71, pp. 3302.
- Roche, J.R., S. Petch & J.K. Kay (2005): Manipulating the Dietary Cation-Anion Difference via Drenching to Early-Lactation Dairy Cows Grazing Pasture. *Journal of Dairy Science*, Elsevier, Vol. 88:1, pp. 264–276.
- Sanchez, W.K. & D.K. Beede (1996): Is there an optimal cation-anion difference for lactation diets?, Vol. 59:, pp. 3–12.
- Seges (2017a): *Mælkeproduktionsopgørelse*. [Online]. Seges, Landbrug & Fødevarer. DMS Dyreregistrering. [06.06.2017]. Dato for revision: 6. juni 2017. Tilgængelig på internet: <URL:<https://www.seges.dk/da-dk/software/kvaeg/dms-dyreregistrering>>
- Seges (2017b): *Sygdomsopgørelse*. [Online]. Seges, Landbrug & Fødevarer. DMS Dyreregistrering. [06.06.2017]. Dato for revision: 6. Juni 2017. Tilgængelig på internet: <URL:<https://www.seges.dk/da-dk/software/kvaeg/dms-dyreregistrering>>
- Seges (2017c): *Sygdomsopgørelse*. [Online]. Seges, Landbrug & Fødevarer. DMS Dyreregistrering. [22.05.2017]. Dato for revision: 30. April 2017. Tilgængelig på internet: <URL:<https://www.seges.dk/da-dk/software/kvaeg/dms-dyreregistrering>>
- Seges (2016): *Blandingsspecifikation*. [Online]. Seges, Landbrug & Fødevarer. DMS Dyreregistrering. [08.05.2017]. Dato for revision: 14. december 2016. Tilgængelig på internet: <URL:<https://www.seges.dk/da-dk/software/kvaeg/dms-dyreregistrering>>
- Sjaastad, Ø.V., Sand, O., & Hove, K. (2010): *Physiology of domestic animals*. Second edition. Oslo: Scandinavian Veterinary Press. Chapter 15, pp. 517-532.
- Tucker, W.B., Harrison, G.A. & Hemken, R.W. (1988): Influence of dietary cation-anion balance on milk, blood, urine and rumen fluid in lactation dairy cows. *Journal Dairy Science*. Vol. 71, pp. 346-354.

## Bilag 1

Tabel 5 - Opsummering af studierne anbefalinger til CAB-værdien for både goldkøer og lakterende køer

Lakterende køer (meq./kg TS)	Goldkøer (meq./kg TS)	Bemærkning	Forfattere
+340 til +490	-	En blanding af køer i midt- og sen laktation	Hu et al. (2004)
+200	Minimum -75		Block (1994)
-	-50 til -100		Horst et al. (1997)
+250 til +500	-		Sanchez & Beede (1996)
+430 til +520, når S fjernes fra formlen	-	+230 til +330 (dette interval er baseret på formlen med S)	Chan et al. (2005)
+470	-	Overvejende højt ydende køer i tidlig laktation	Hu et al. (2007)
+350 til +400	-		Kristensen (2004)
-	+30 til +80		Kristensen (n.d)