

FREMTIDENS HELHEDSORIENTEREDE OG BALANCEREDE KVÆGPRODUKTION

- VISIONER OG UDFORDRINGER FOR MALKEKVÆGSBEDRIFTEN FREM MOD ÅR 2040

TROELS KRISTENSEN, JESPER OVERGÅRD LEHMANN OG LISBETH MOGENSEN (RED.)

DCA RAPPORT NR. 146 · FEBRUAR 2019



AARHUS
UNIVERSITET

DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG



Fremtidens helhedsorienterede og balancerede kvægproduktion – visioner og udfordringer for malkekvægsbedriften frem mod år 2040

Supplerende oplysninger og præciseringer (oktober 2019)

I bestræbelsen på at rapporten lever op til Aarhus Universitetets retningslinjer for transparens og deklarering af eksternt samarbejde gives følgende supplerende oplysninger og præciseringer, som er udarbejdet i samarbejde mellem forsker(e) og AU/STs dekanat:

Som det fremgår af forordet er rapporten første afrapportering i projektet "Fremtidens helhedsorienterede og balancerede kvægproduktion", som er finansieret med tilskud fra Mælkeafgiftsfonden og Kvægafgiftsfonden. Projektet løber i perioden 2018-2019.

Partnerne i projektet er Aarhus Universitet (AU), SEGES og Arla. SEGES's rolle i projektet har været skrivning af kapitel 3 "Samfundets krav til kvægbedrifterne inden for miljø og klima" og kapitel 6 "Management og teknologi" og bidrag, primært med ekspertise omkring dyrkning, til skrivning af kapitel 4 "Fodring og foderproduktion", samt indgå i dialog omkring de beskrevne fremtidsscenarier. Arlas rolle i projektet har været skrivning af kapitel 2 "Forbruger og afsætning", samt indgå i dialog omkring de beskrevne fremtidsscenarier.

Rapporten indeholder oplæg fra 6 eksperter (kap. 2-7) som blev fremlagt ved en workshoppen afholdt som del af projektet. I appendiks er der en liste over deltagere i workshoppen og opsamling af noter herfra. Rapporten indeholder desuden en række fremtidsscenarier, som er et sammendrag af ekspertoplæg og input fra workshop-deltagere (kap. 8).

Morten Kargo, der er angivet som forfatter af kap. 5. Avl, er ud over ansættelse på halv tid ved AU-MBG også ansat halv tid i SEGES.

FREMTIDENS HELHEDSORIENTEREDE OG BALANCEREDE KVÆGPRODUKTION

- VISIONER OG UDFORDRINGER FOR MALKEKVÆGSBEDRIFTEN FREM MOD ÅR 2040

DCA RAPPORT NR. 146 · FEBRUAR 2019



Troels Kristensen, Jesper Overgård Lehmann og Lisbeth Mogensen (red.)

Aarhus Universitet
Institut for Agroøkologi
Blichers Allé 20
Postboks 50
8830 Tjele

FREMTIDENS HELHEDSORIENTEREDE OG BALANCEREDE KVÆGPRODUKTION

- VISIONER OG UDFORDRINGER FOR MALKEKVÆGSBEDRIFTEN FREM MOD ÅR 2040

Serietitel: DCA rapport
Nr.: 146
Forfattere: Troels Kristensen, Jesper Overgård Lehmann og Lisbeth Mogensen (red.)
Udgiver: DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug, Blichers Allé 20,
postboks 50, 8830 Tjele. Tlf. 8715 1248, e-mail: dca@au.dk, hjemmeside:
www.dca.au.dk
Fotograf: Arkivfoto
Tryk: www.digisource.dk
Udgivelsesår: 2019
Gengivelse er tilladt med kildeangivelse
ISBN: Trykt version 978-87-93787-28-5, elektronisk version 978-87-93787-29-2
ISSN: 2245-1684
Rapporterne kan hentes gratis på www.dca.au.dk

Rapport

Rapporterne indeholder hovedsageligt afrapportering fra forskningsprojekter, oversigtsrapporter over faglige emner, vidensynteser, rapporter og redegørelser til myndigheder, tekniske afprøvninger, vejledninger osv.

Forord

'Fremtidens landmand er en kvinde fra byen', 'Græsmælk', 'Mindst muligt kraftfoder', 'Sæsonkælvninger', 'Fremtidens ko yder over 25 ton mælk om året', 'Fokus på dyrevelfærd og livsydelse' – er blot nogle af mange overskrifter set de seneste måneder i fagbladene, og de illustrerer nogle forventninger til fremtidens kvægbrug. Forventninger som tyder på mange nuancer i den fremtidige udvikling, når der ses på bedriften og gennemførelsen af produktionen i primærledet.

I denne rapport gives nogle bud på fremtidige kvægbedrifter baseret på 6 oplæg fra eksperter og bidrag fra deltagere i en workshop. Der er identificeret 7 forskellige fremtidsscenarier, som alle potentielt kunne have deres plads i den danske mælkeproduktionen i 2040. De beskrevne scenarier er identificeret af projektgruppen baseret på noter fra workshopen og forventninger til fremtiden fra de 6 eksperter, som hver især repræsenterer udvalgte områder af primærproduktionen, afsætning og samfundsforhold. De beskrevne fremtidsscenarier er således forfatterens sammendrag af ekspertindlæg og bidrag fra deltagerne i workshopen og dækker derfor ikke nødvendigvis alle de enkelte deltagers holdninger eller oplevelse af dagen.

Rapporten er første afrapportering i projektet "Fremtidens helhedsorienterede og balancerede kvægproduktion", som er finansieret af Mælkeafgiftsfonden og Kvægafgiftsfonden. I en opfølgende rapport vil de konkrete driftsmæssige resultater af fremtidsscenarierne præsenteret i nærværende rapport blive beskrevet sammen med betydningen for miljø- og klimapåvirkningen af de 7 forskellige fremtidsscenarier.

Niels Halberg,

Direktør DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Indhold

1	Fremtidens helhedsorienterede og balancerede kvægproduktion.....	7
1.1	Introduktion	7
1.2	Historisk perspektiv	8
1.3	Fremtids perspektiver	10
1.4	Referencer	12
2	Forbruger og afsætning	13
2.1	Introduktion	13
2.2	Forbrugerne i 2040.....	16
2.3	Fremtidsbilleder af dansk mælkeproduktion i 2040	18
2.4	Afslutning.....	21
2.5	Litteratur.....	22
3	Samfundets krav til kvægbedrifterne inden for miljø og klima.....	23
3.1	Indledning.....	23
3.2	Miljømæssige resultater af udviklingen	29
3.3	Kvægbrugets indsats	30
3.4	Miljømæssige tiltag i den nærmeste fremtid.....	31
3.5	Samfundets krav om 15-20 år.	33
3.6	Referencer	36
4	Fodring og foderproduktion.....	37
4.1	Introduktion	37
4.2	Foderproduktion	37
4.2.1	Kraftfoder.....	38
4.2.2	Græs og kløvergræs.....	38
4.2.3	Andre grovfodermidler	41
4.2.4	Biprodukter	41
4.2.5	Forbruger/mejerikrav til foderforsyning	42
4.3	Rammebetingelser (miljø, klima, krav samfund og forbruger)	42
4.4	Koens foderkrav for at opnå højere foderoptagelse.....	44
4.5	Hvilket foder kan så opfylde behovet for den fremtidige ko	45
4.5.1	Processing	46
4.6	Udfodring og fodringsstrategier	47
4.7	Konklusion.....	48
4.8	Litteratur.....	49
5	Avl.....	52
5.1	Introduktion	52

5.2	Egenskaber i avlsmålet og samspil imellem disse.....	52
5.3	Avlsmål	55
5.4	Muligheder for linjeavl.....	57
5.5	Anvendelse af kønssorteret sæd og kødkvægssæd	58
5.6	Brug af andre reproduktionsteknologier	59
5.7	Brug af genomisk information på besætningsniveau	59
5.8	Anvendelse af systematiske krydsningsprogrammer	60
5.9	Mulige fremtidige scenarier.....	62
5.10	Referencer	64
6	Management og teknologi.....	65
6.1	Introduktion	65
6.2	Sensorteknologi.....	66
6.3	Management-teknologi som erstatter manuelt arbejde	69
6.4	Management-teknologi i ledelse	70
6.5	Miljøteknologi.....	71
6.6	Datahåndtering og kommunikation	71
6.7	Udviklingsveje	72
6.8	Referencer	74
7	Fremtidens stalde herunder krav til pasning af kvæg ud fra et adfærds og velfærdssynspunkt.....	75
7.1	Indledning.....	75
7.2	Væsentlige faktorer som kan påvirke udviklingen og indretningen af fremtidens stalde.....	77
7.3	Forskellige scenarier.....	79
7.4	Afslutning.....	81
7.5	Litteratur.....	81
8	Fremtidsscenarier for bedrifter med mælkeproduktion.....	82
8.1	Indledning.....	82
8.2	Syv fremtidsscenarier.....	83
8.3	Afsluttende bemærkninger	86
9	Appendiks	87

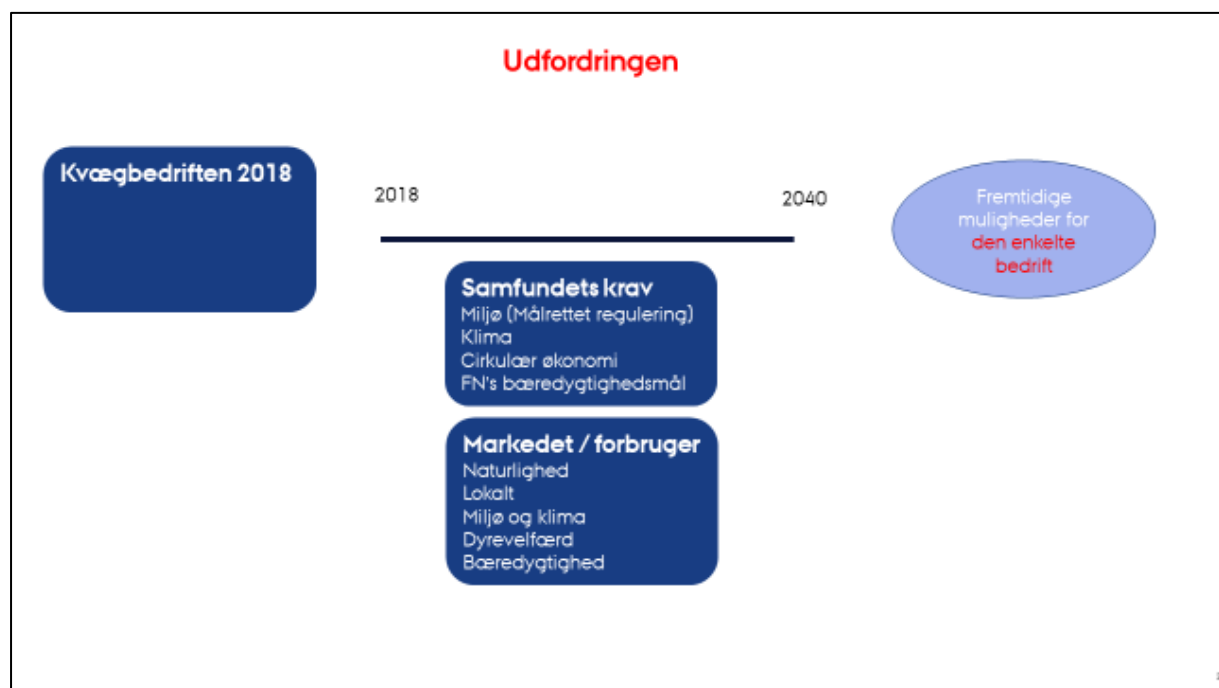
1 Fremtidens helhedsorienterede og balancerede kvægproduktion

Troels Kristensen

Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet, Foulum

1.1 Introduktion

Ifølge en markedsanalyse af Dejgaard (2017) vil en stigende lønsomhed i mælkeproduktionen i de næste årtier, i kraft af kombinationen af et forholdsvis stabilt forhold mellem produkt- og inputpriser samt en stigende mælkeydelse pr. ko, betyde en stigning i den danske mælkeproduktion til godt 6,7 mio. tons i 2030 og en stigning i antallet af malkekøer til 612.000 i 2030. Erhvervet (Anonym, 2014) og mejeriindustrien forventer ligeledes en betydelig stigning i den danske mælkeproduktion.



Figur 1. Illustration af nogle af kvægbedriftens udfordringer frem mod 2040

Rapportens formål er at se ind i denne fremtid – defineret som år 2040 – inden for udvalgte områder af primærproduktionen og sætte det ind i en mere konkret bedriftssammenhæng baseret på vores nuværende viden og ikke mindst versioner for fremtiden (figur 1), for derved at identificere potentielle udviklingsveje for den enkelte bedrift. En fremtid, som også tager afsæt i udviklingen i markedet, som skal aftage den stigende produktion, og samfundets krav og forventninger til erhvervet, både som del af samfundsøkonomien og som en produktion, der potentielt kan påvirke naturen og miljøet, såvel lokalt som globalt. Ændringer i lovgivningen, som f.eks. i forhold til kvælstof med en mere målrettet lokal

regulering forventes at øge behovet for forskellige måder at gennemføre produktionen på den enkelte bedrift tilpasset de lokale restriktioner samtidigt med at produktionen er økonomisk profitabel.

De første kapitler i rapporten indeholder nogle bud på fremtiden generelt indenfor afgørende områder i forhold til bedriften, samfundet og markedet som leder frem til sidste kapitel, hvor potentielle udviklingsveje for den enkelte bedrift er identificeret og beskrevet.

1.2 Historisk perspektiv

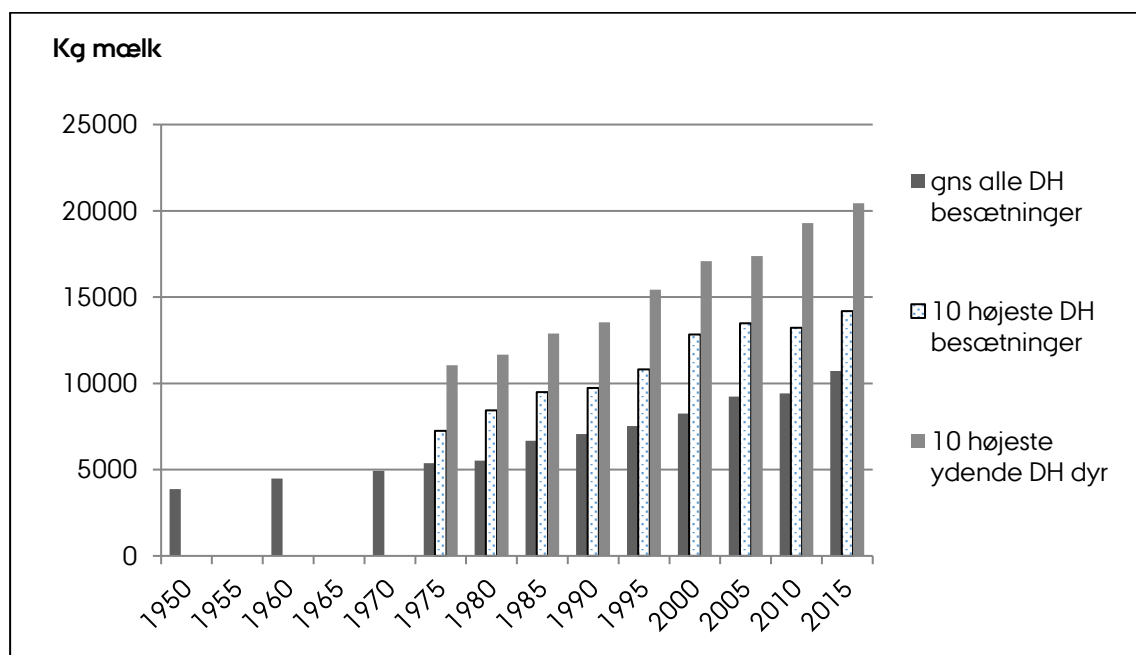
Kristensen et al. (2015) opstillede typebedrifter med mælkeproduktion for perioden fra 1920 til 2010, som grundlag for at beskrive periodens udvikling i produktion, effektivitet, og bedriftsstruktur (tabel 1). I perioden er der sket en betydelig udvikling i effektiviteten, hvormed energi og protein i foderet er omsat til mælk og kød, som er helt afgørende for økonomien i primærproduktionen. En af de afledte effekter af udviklingen i køernes mælkeydelse er en reduktion i kødproduktionen i forhold til mælk, specielt fra 1980 til 2010, hvor kødproduktionen pr 1000 kg mælk er faldet fra 90 til 47 kg (levende vægt).

Tabel 1. Besætningsstruktur, produktivitet og effektivitet i dansk mælkeproduktion (modificeret fra Kristensen, et al. 2015)

År	1920	1950	1980	2010
Køer, årstyr	7	8	20	134
Opdræt, årstyr	5	6	22	126
Tyre, stk produceret	2	2	12	55
Ydelse, kg EKM pr årsko	1804	3435	5058	8994
Tilvækst (besætningen), kg pr årsko	152	200	457	422
Foderoptag (besætningen), kg tørstof pr årsko	4604	5522	8101	9983
Effektivitet				
-Energi (NE) mælk og kød / energi i foder, %	39	49	54	57
-Protein mælk og kød / protein i foder, %	12	19	16	23
-Bedriften mælk kg EKM per ha	1443	3435	5109	7372

Der har været en betydelig udvikling i koens produktivitet, f.eks. er ydelsen i besætninger med Dansk Holstein køer over de sidste godt 20 år steget fra 7.500 i 1995 til over 10.000 kg pr år i dag, men også

udviklingen i ydelsen blandt de højest ydende køer og besætninger har udvist en tilsvarende udvikling (figur 2).



Figur 2. Danske Holstein-besætninger og -køer – årsydelse i ydelseskontrol (Opdateret fra Kristensen & Weisbjerg, 2015).

De højest ydende besætninger og køer er i hele perioden henholdsvis ca. 40 og 100% over den gennemsnitlige besætningsydelse. Det understreger, at det under praktiske forhold er muligt ved en kombination af genetik, fodring og management at opnå en produktion betydeligt over det nuværende gennemsnitlige besætningsniveau, hvilket er i overensstemmelse med fremskrivning af mælkeproduktionen i USA (Britt et al., 2017).

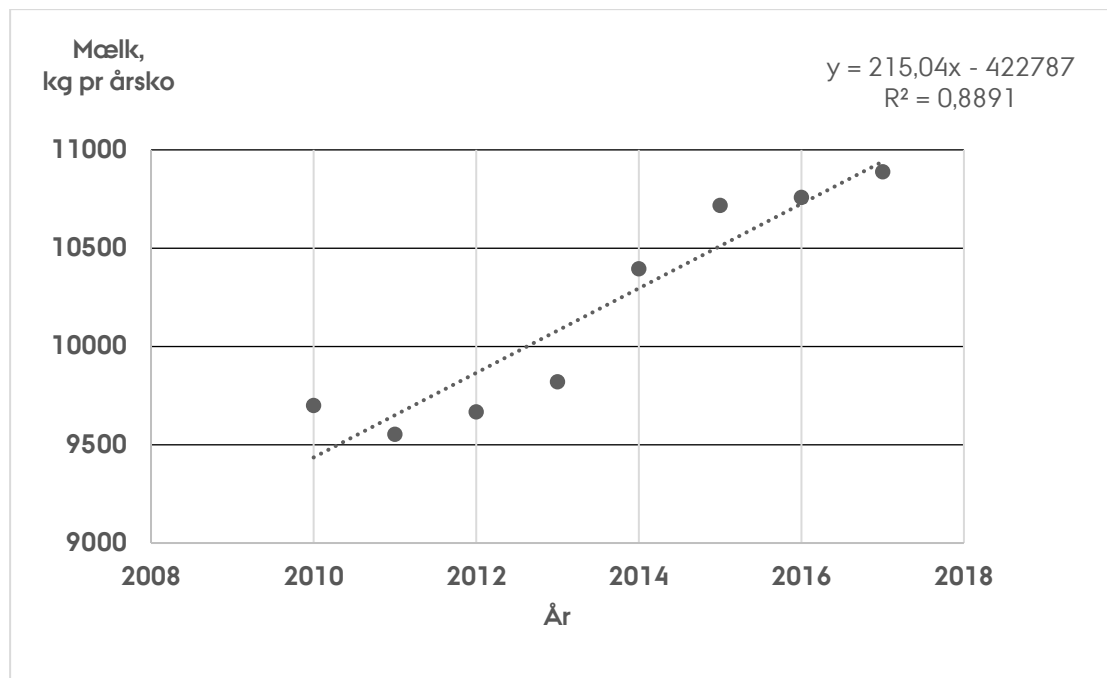
I samme periode er det sket en koncentration af kvægproduktionen på færre enheder, opstaldning i løsdriftstalder og introduktion af nye teknologier f.eks. AMS. Herudover er der sket en ændring i fodringen, hvor TMR anvendes på stort set alle bedrifter, dog på en del bedrifter i modificeret form (PMR), da der tildeles kraftfoder individuelt på mange bedrifter (Kristensen, 2009). Omfanget af afgræsning er faldet markant, og er i dag i udpræget grad knyttet til den økologiske produktion (Kristensen & Søndergaard, 2017), som i omfang er steget fra 49 ton i 1995 til i 2017 at være på 594 ton årligt, svarende til 11 % af den samlede mælkeindvejning (Mejeristatistik, 2017). Senest er der også en udvikling i differentiering af den konventionelle mælk, hvor Arla nu har en indvejning på 725 ton af non-GMO mælk, svarende til 15% af den konventionelle mælkeindvejning (Bligaard, personlig medd., 2018).

Mælkeindvejningen i Danmark var i perioden med mælkekvote relativt stabil omkring 4,7 mio ton årligt, men er de seneste år steget og var i 2017 på 5,5 mio ton. Udover national forsyning, gav mælkeproduktionen en eksportværdi på 20,9 mia. kr (incl. reeksport), hvoraf ost udgjorde 54% og

mælkekonserves 25 % (Mejeristatistik, 2017). Hertil kommer en produktion af oksekød fra malkekvæg på ca. 110 mio. kg (Oksekødsstatistik, 2017), som suppleret med kød fra ammekvæg betød, at produktionen kunne dække 89% af oksekødsforbruget i Danmark. For mælkeprodukterne er der således en betydelig netto eksport primært til vores nærområder (Sverige, Tyskland og Storbritannien), men også til en række fjernere lande med Kina som det 4. største aftagerland. Den forventede stigende mælkeproduktion er således afhængig af afsætning til eksportmarkeder, og specielt til markeder udenfor EU, fordi der i EU forventes et stagnerende forbrug af mælkeprodukter.

1.3 Fremtids perspektiver

Baseret på mælkeproduktion pr ko pr år i perioden siden 1980 beregnede Kristensen & Weisbjerg (2015) en forventet ydelse på 12.500 kg EKM i 2040, svarende til en ydelsesfremgang på 117 kg årligt pr ko, mens et mere optimistisk scenarie, baseret på en stigning i den årlige ydelse på 183 kg begrundet i større avlsfremgang og endnu bedre fodringsmanagement, viste en mælkeproduktion på 14.500 kg EKM i 2040. En opdateret beregning af ydelsesudviklingen baseret på ydelsen ved ydelseskontrol i besætninger med Dansk Holstein i perioden fra 2010 til 2017, viser en årlig fremgang på 215 kg mælk (Figur 3). Tilsvarende argumenterer Britt et al. (2017) for en forøget årlig fremgang i mælkeydelsen i USA begrundet i bl.a. øget avlsfremgang fra brug af genomisk selektion, forbedret management og opstaldning samt en øget fordøjelighed af grovfoderet.



Figur 3. Mælkeproduktion i besætninger med Holstein køer, kg pr årsko – ydelseskontrol (Seges, 2018)

Spørgsmålet er hvordan den enkelte mælkeproducent tilpasser sig disse forhold. Hvordan understøttes en gennemsnitlig besætningsydelse på 14.500 kg mælk i forhold til fodring, opstaldning og management? Og hvad er de afledte konsekvenser i forhold til krav til foderforsyning, påvirkning af miljøet og accept fra forbrugerne? Vil der opstå alternative systemer med mindre vægt på ydelse?

1.4 Referencer

- Anonym, 2014. Vækstscenarier for dansk landbrugsproduktion. Økonomisk analyse, Landbrug og Fødevarer, 88pp.
- Britt, J.H., Cushman, R.A., Dechow, C.D., Dobson, H., Humblot, P., Hutjens, M.F., Jones, G.A., Ruegg, P.S., Sheldon, I.M. & Stevenson, J.S. 2018. Invited review: Learning from the future – A vision for dairy farms and cows in 2067. J. Dairy Sci., 1010, 3722-3741.
- Jensen, J.D. 2017. Fremskrivning af dansk landbrug frem mod 2030. IFRO rapport nr. 255.
- Kristensen T, 2009. Produktionssystemer i danske malkekvægbedrifter. Kvæginfo 2117, SEGES
- Kristensen, T. & Søndergaard, E. 2017. Malkekøer og afgræsning. Ny Kvægforskning 3
- Kristensen, T. & Weisbjerg, M.R. 2015. Mælkeproduktion, effektivitet og miljøpåvirkning fra 1950 til 2010 og perspektiver frem mod 2040. DJF rapport 60, 7-18.
- Kristensen, T., Aaes, O. & Weisbjerg, M.R. 2015. Production and environmental impact of dairy cattle production in Denmark 1900-2010. Livest. Sci., 178, 306-312
- Mejeristatistik, 2017. <https://www.lf.dk/tal-og-analyser/statistik/mejeri/mejeristatistik/>
- Oksekødsstatistik, 2017. <https://www.lf.dk/tal-og-analyser/statistik/oksekoed/>
- Seges, 2018. <https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/RYK/Sider/Resultaterfraydelseskontrollen.aspx>

2 Forbruger og afsætning

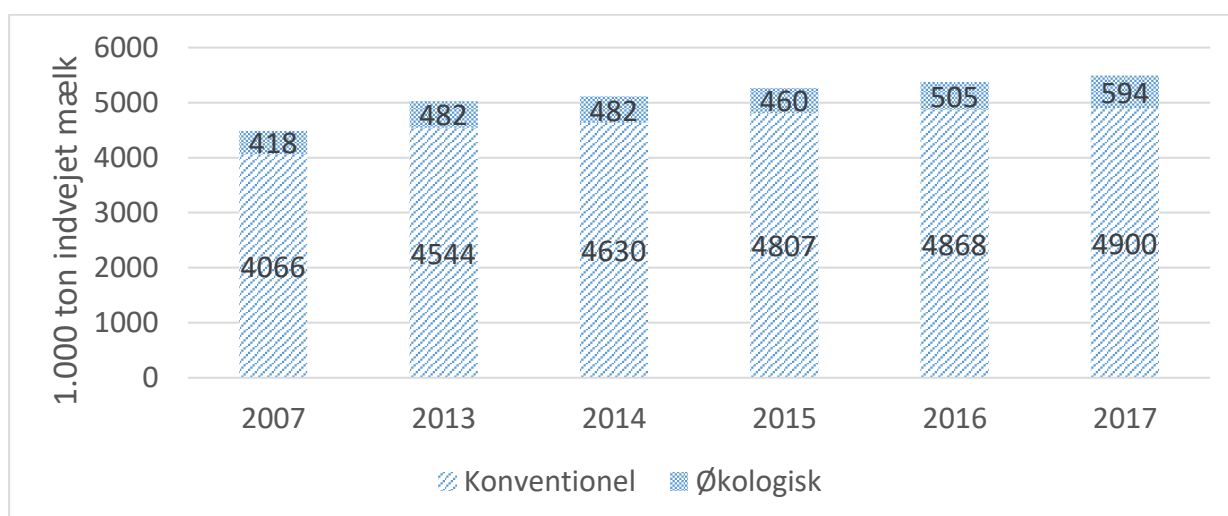
Hanne Bang Bligaard

Arla Foods

2.1 Introduktion

Indvejning af mælk

Indvejningen af mælk fra danske mælkeproducenter vokser fortsat. De seneste 10 år er indvejningen af mælk vokset med 23%. I samme periode er andelen af økologisk mælk der er indvejet i Danmark stegt fra 9,3 til 10,8%.



Figur 1. Indvejet mælkemængde i Danmark (Mejeristatistikken, 2017)

I 2016 var den økologiske markedsandel i Danmark for drikkemælk 31%, surmælksprodukter 19%, smør 16% og ost 6% (Mejeri.dk, 2018). Det er karakteristisk, at forbrugernes villighed til at investere i økologi er størst for drikkemælken, der er tættest knyttet til omsorg og børn. Det understreges af at hver anden liter skolemælk der sælges er økologisk (Landbrug og Fødevarer, 2018a).

Anvendelse af mælken

Produktionen af konsummælkprodukter udgør omkring 15% af den indvejede mængde (tabel 1) og mængden ser ud til at være stagnerende. Det er i overensstemmelse med undersøgelser der indikerer at salget af mælk i EU aftager med 1-3 % p.a.

Tabel 1. Produktion af konsummælk produkter i alt i Danmark (Mejeristatistikken, 2017)

1.000 tons	2007	2013	2014	2015	2016	2017
Konsummælk*	491,3	510,7	509,1	520,5	520,2	518,1
Andre konsummælkprodukter**	307,6	278,1	284,5	290,4	290,1	289,0
I alt	798,9	788,8	793,6	810,9	810,3	807,1

*Sødmælk, letmælk og skummetmælk, **Kærnemælk, fløde, cremefraiche, yoghurt, andre syrnede produkter, kakaomælk, mælkebaseerede drikkevarer og andre friske produkter.

Størstedelen af den producerede konsummælk bliver afsat på hjemmemarkedet idet kun 12,9% blev eksporteret i 2017 (tabel 2). Derimod blev mellem 65 og 86 % af øvrige produkter (smør, ost og mælkepulver eksporteret. Bemærk dog at data i tabel 2 inkluderer re-eksport.

Tabel 2. Eksport andel incl. re-eksport af produktion i Danmark, % (Mejeristatistikken, 2017)

% af produktion	2007	2013	2014	2015	2016	2017
Konsummælk produkter*	8,4	9,2	9,3	12,3	14,4	12,9
Smør	149	86	77	84	71	65
Ost	75,9	91,0	84,9	83,9	83,6	85,6
Mælkekonserver**	82,5	75,9	69,0	67,0	65,7	72,8

* Sødmælk, letmælk og skummetmælk, kærnemælk, fløde, cremefraiche, yoghurt, andre syrnede produkter, kakaomælk, mælkebaseerede drikkevarer og andre friske produkter. ** Sødmælkspulver, skummetmælkspulver og øvrige produkter.

Ifølge Mejeristatistikken (2017) afsættes 80% af eksporteret ost inden for EU28 mens 56% af smørekseport sker til EU28 og 30% til Nær- og Mellemøsten. 44% af pulver eksporteres til Nær- og Mellemøsten; 15-16 % til hver af områderne Afrika, Mellem- og Sydamerika og Asien.

Forbruger forventninger til mælkeproduktionen i dag

Hidtil har danske forbrugere primært stillet krav der rækker ud i primærproduktionen, når det handler om konsummælk og i mindre grad til de mere forædlede produkter. I Danmark er det primært sket gennem tillid til den økologiske mærkning af produkter. De klassiske kvalitetsbegreber beskrives typisk som hygiejnisk, teknisk og etisk kvalitet. Figur 2 viser et bud på en mere differentieret kvalitetsopfattelse i dag, hvor mange forskellige forventninger er i spil.



Figur 2. Illustration af variationen i kvalitetsbegreber i dag

I midten af cirklen kunne man sætte de klassiske kvaliteter, som at produktet er sikkert og indeholder de rigtige næringsstoffer – og at prisen er rigtig. Efterhånden som vi som forbrugere får mere overskud vil vi udvide vores kvalitetsopfattelse. For nogle går det i retning af egen sundhed og de særlige behov, vi oplever vi har, som f.eks. laktosefri eller højt proteinindhold. For andre er det hensynet til dyrene og deres velfærd der vægter højest, mens det for andre igen er klodens "velfærd", der begynder at spille ind.

Kunder i detailledet er tæt på den enkelte forbruger og efterspørger produkter, de kan differentiere sig på i forhold til forbruger. I de senere år har gennemslugtighed i forhold til primærproduktionen fået stigende betydning. Der fokuseres ofte på faktorer, der er lette at kommunikere som f.eks. at undgå æg fra burhøns eller afgræsning som indikator for dyrevelfærd. Der arbejdes ofte med "fravær af" eller minimums- eller maximumskriterier, der skal overholdes.

I Danmark har økologien det primære fokus fra forbrugere, der bekymrer sig for miljø, dyrevelfærd eller bæredygtighed, mens økologiske produkter har mindre fat i andre lande. I disse lande (f.eks. Holland og Storbritannien) er differentiering af produkter i forhold til for eksempel dyrevelfærd eller lokal produktion langt mere almindelig end i Danmark, men også bredere "bæredygtighedsmærker" vinder frem.

Globale fødevarer virksomheder, hvor mejeriprodukter typisk indgår som en ingrediens i andre fødevarer, arbejder langsigtet med bæredygtig udvikling og udvikler strategier, der har til formål at beskytte deres varemærke og skabe "license to produce". Strategierne søger ofte at afdække alle aspekter inden for de tre hovedgrupper af bæredygtighed: Miljømæssig, social og økonomisk bæredygtighed. I denne kontekst er der ud over udvalgte "minimumskriterier" ofte fokus på "kontinuerlig forbedring" – at leverandøren kan dokumentere en fortsat udvikling i reduceret miljøbelastning eller øget bidrag til en øko-systemtjenester.

På tilsvarende måde arbejder Arla Foods med strategier for ansvarlig produktion. Den nuværende miljøstrategi (hele værdikæden) og Strategi for Bæredygtig Mælkeproduktion løber frem mod 2020. Fokus har især været på klima, hvor mælkeproduktionen har den helt store udfordring globalt set. Allerede i 2013 tog Arla det skridt ved at tilbyde klimatjek til ejerne og siden da er der i Danmark gennemført over 1200 klimatjek på kvægbedrifterne for at øge fokus på en klimavenlig produktion. Andre eksempler på, at virksomhedens egne strategier og forventninger fra kunderne afspejler sig helt tilbage til primærproduktionen er ansvarlig produktion af soja, hvor Arla siden 2014 har sikret at alt soja der anvendes som foder på gårdene enten er økologisk, Proterra certificeret, RTRS certificeret eller dækket af RTRS certifikater (Round Table Responsible Soy). Herudover er mælk produceret uden brug af genmodificeret foder et eksempel. I Tyskland er salget af mælk baseret på Non GM foder øget fra 13% i 2016 til 40% i 2017 og 52% i 2018 (Global Dairy News, 2018) og denne udvikling var medvirkende til at Arla i Danmark besluttede at lade alt Arlas drømmemælk være baseret på Non GM foder.

2.2 Forbrugerne i 2040

I mit kikk frem mod 2040 har jeg taget udgangspunkt i, hvilke forventninger vi kan have til forbrugerne i 2040 og den verden de må forventes at leve i.

Millenials – en gruppe med stærke værdier og et globalt udsyn

Ifølge Levinsen (2015) formes vores værdier for alvor et sted mellem det 15. og 23. år ud fra historiske begivenheder, musik, ny teknologi, vilkår i uddannelsessystemet og på arbejdsmarkedet samt øvrige samfundsforhold. Der betyder at vi tager vores værdisæt, der er formet i de unge år, med os videre i livet og at det vil præge vores handlinger og dermed også vores rolle som forbrugere resten af vores levetid.

I rapporten "Millenials Fremtidens Forbrugere" beskrives generationen der er født i 1980'erne og 1990'erne på baggrund af undersøgelser gennemført af Epinion i september 2017 for Landbrug og Fødevarer (Nielsen et al., 2018). Millenials vil være 40-60 år i 2040 og dermed en særdeles købestærk forbrugergruppe på det tidspunkt. Også den efterfølgende generation vil have betydning for forventningerne til mælkeproduktionen i 2040, men den generation er stadig ved at blive "formet".

"Millenials-gruppen er godt på vej til at blive de mest attraktive, men også de mest krævende, kunder for dagligvarebutikker og fødevarer virksomheder. De skiller sig ud i deres fødevarerforbrug, værdier og

holdninger. De er også "digitale indfødte", og det har stor betydning for den måde de handler på." konkluderes det bl.a. i Landbrug og Fødevarer (2018b).

Undersøgelsen viser, at gruppen – som "digitale indfødte" - har en forventning om en hurtig adgang til relevant information. Millennials er nemlig flasket op med en langt mere dynamisk måde at samle informationer på sammenlignet med resten af befolkningen i dag. Millennials er globalt orienterede og bekymrer sig om flere globale udfordringer end resten af befolkningen. 8% af Millennials beskriver sig selv om fleksitarer. Andelen er ikke meget højere end resten af befolkningen (6%), men det italesættes mere i gruppen og begrundes med økonomi, sundhed og miljø.

Bekymringen for miljøet vurderes at kunne være en værdi, der også i fremtiden vil præge forbruget. Globale bekymringer hos gruppen er specielt rette mod klimaudfordringerne, men inkluderer også plastik i naturen og forurening af miljø og natur, globale kriser som flygtningestrømme, terror og hvordan vi brødføder verdens befolkning.

Bæredygtighed er vigtigt i Millennials værdisæt, men det er en udfordring for forbrugerne at gennemskue hvornår noget er bæredygtigt. Blandt danske forbrugere i dag betragtes økologi oftest som svaret på bæredygtighed, men Millennials begynder at se bæredygtighed som et bredere begreb, hvor de for eksempel stiller spørgsmålstejn ved transport over lange afstande. Mange Millennials går op i madspild og ser reduktionen heraf som et svar på et bæredygtigt forbrug.

Størstedelen af Millennials-gruppen ønsker at leve sundere, men ser sundhed som en mere kompleks størrelse end bare sund mad og motion. Den mentale sundhed er lige så vigtig og livskvalitet og nydelse fylder mere hos denne gruppe end hos befolkningen generelt. Derfor kan de godt have fokus på sundhed de fleste dage og derefter tillade sig at fokusere på nydelsen andre dage.

Samfundsmæssige ændringer og forbrugeradfærd

Når Arla analyserer udviklingen i forbrugernes forventninger arbejdes der med to tidsmæssige perspektiver: "Contextual drivers", der er globale kræfter der former vores tro, holdninger og handlinger i fremtiden og "Consumer trends", som er ændringer i forbrugernes holdninger, der har direkte indvirkning på deres beslutninger i relativ nær fremtid. "Contextual drivers" har et længere sigte, da de beskriver strukturelle ændringer. Tidsperspektivet kan være 20 år eller mere, mens "Consumer trends" kun ser 3-5 år ud i fremtiden. Det er derfor blandt "Contextual Drivers" vi skal lede efter udviklingen frem mod 2040. Analysen gennemføres af Foresight Factory og opdateres årligt – og her gengives nogle hovedtræk indefor de fem "Contextual Drivers" der arbejdes med som er politik, økonomi, sociale forhold, miljø og teknologi.

Inden for politik og økonomi beskrives blandt andet at øget globalisering fortsat ses som en drivkraft både kommercielt og kulturelt og at middelklassen fortsætter med at øges i verden – især i Asien. Flere mennesker vil se deres basale behov dækket og begynder at efterstræbe, hvad der tidligere blev regnet for luksusvarer.

Socialt ses en fremtid med aldrende befolkninger. I 2040 forventes gennemsnitsalderen at overskride de 50 år i lande som Japan, Singapore, Sydkorea, Italien og Spanien. I Danmark forventes gennemsnitsalderen i 2040 at være på 43 år mod 42 år i 2015. Bevægelsen fra land til by vurderes også at fortsætte, om end med lavere hastighed end hvad der er set de senere år. I Danmark skønnes det at 90% af indbyggerne vil bo i byerne i 2030, mens tallet på verdensplan forventes at være på omkring 60%. Sundhedsmæssigt vil fedme og livsstilsrelaterede sygdomme fortsat udgøre en stor udfordring globalt set. I 2050 forventes en ud af tre amerikanere at have type 2 diabetes, hvis den nuværende udvikling fortsætter.

Over halvdelen af europæere beskriver at miljøproblemer har betydning for dem personligt. Heraf beskrives klimaforandringer som den vigtigste problemstilling efterfulgt af luftforurening, stigende mængder af affald og forurening fra landbruget. Når de bliver spurgt om hvad de selv gør for at beskytte miljøet svarer over to tredjedele at de har sorteret affald med henblik på genanvendelse. 43% svarer at de har købt lokale produkter, mens 19% svarer at de har købt produkter der er mærket som miljøvenlige. Der sker en langsom udvikling i retning af øget fokus på miljøvenlige produkter, men indtil videre er forbruget stadig primært drevet af personlige behov som kvalitet og sikkerhed.

Teknologisk set er milliarder af mennesker og stadigt flere ting forbundet med hinanden og nye måder at opsamle og analysere data på giver mulighed for mere personligt tilpassede produkter. Europæiske forbrugernes holdning til automatisering og kunstig intelligens har været relativt stabil siden 2012. Omkring 60% af befolkningen har et positivt eller relativt positivt syn på robotter og kunstig intelligens, men der ses fortsat en vis bekymring for konsekvenserne, især i forhold til tab af arbejdspladser. Integration af teknologi i hverdagen kan tænkes at påvirke vores accept af teknologi til løsning af de miljømæssige udfordringer.

2.3 Fremtidsbilleder af dansk mælkeproduktion i 2040

I forsøget på at opstille et fremtidsbillede for dansk mælkeproduktion i 2040 som forbrugerne vil ønske sig det, er en række kolleger bedt om at give deres bud.

Det mest uddybende bud (boks 1) er beskrevet af en repræsentant for Arlas danske del af forretningen som baggrund for fremtidsversionen argumenteres med at vi er på vej mod nyt paradigmeskifte og har en brændende platform. I 2030 vil 60 pct. af klodens befolkning bo i byer. I takt med at flere og flere mennesker søger til byerne for at skabe et bedre liv for dem selv og deres familier, vil byen og dens borgere både blive en del af problemet og en del af løsningen. Med denne udvikling vil landet i endnu højere grad blive affolket. Byen vil forsyne os med livsnødvendige ressourcer som vand, mad og energi og skabe et cirkulært økosystem for forbruget, så forsyningskæden kan holdes intakt på trods af et voksende pres på klodens ressourcer. Med den stigende vandring mod byerne – vil landet, udkantsområderne- og landbruget blive endnu mere afkoblet. Danmark kan som hjemmemarked bidrage til udvikling af nye cirkulære løsninger, der kan eksporteres til andre lande. Mejeribrug har en

latent mulighed for at tænke sig ind i et nyt paradigme. En ny analyse af forbrugernes syn på bæredygtighed juni 2018 (Kilde: Danmarkspanelet, analyse foretaget af Arla DK) viser, at forbrugerne er optaget af bæredygtighed, og mener, at de selv har et stort ansvar – men også at de mangler konkrete bud på løsninger, som de kan handle på. Herudover er beskrevet andre visioner (boks 2-4) som i stor udstrækning understøttes af indspil fra kolleger i Arla, der har deres daglige virke i forskellige dele af organisationen med hver deres sæt af erfaringer, hvad enten det kommer fra en hverdag tæt på primærproduktionen, i mødet med kunderne eller med fokus på virksomhedens globale ansvarlighed.

Boks 1. Malkekvæggård 2040

Det overordnede kendetegn for fremtidens malkekvæggård er, at gårdens drift og produktion i langt højere grad end i dag knytter direkte an til byernes voksende forbrug og økosystem. Snitfladen mellem land og by vil i fremtiden til dels være udvisket som følge af malkekvæggårdenes nye rolle, hvor de ikke alene bidrager med velsmagende, sikre, naturlige og skånsomt producerede fødevarer/ingredienser, men i lige så høj grad med grøn energi, varmelagring, klimasikring og restmaterialer, der kan genanvendes eller videreudvikles til fx transport og forsyningsvirksomheder. Som følge af et langt, proaktivt og struktureret arbejde med klima og fokus på den cirkulære bioøkonomi er gårdene CO2 neutrale, næringsstofferne recirkuleres 100%. Programmet Arlagården Plus har sikret en omfattende viden og dokumentation, der på én gang har fremtidssikret den vigtige symbiose med byerne og samtidig øget afhængigheden til både individuelle og større kundegrupper. Kunder, som er villige til at tage ansvar for deres egen bæredygtige udvikling og søger løsninger via ansvarlige og cirkulære driftssystemer, der sikrer en løbende grøn omstilling. Via data, forskning, ny teknologi og nye driftsformer har det været muligt at høste og implementere de bedste erfaringer fra de mest proaktive og rentable gårde. Disse gårde er gået foran – fx for at demonstrere, hvordan cirkulær bioøkonomi fungerer i praksis, hvordan man i højere grad bliver selvforsynende med (nærproduceret) foder eller hvordan god dyrevelfærd kan udmøntes i praksis. Således er dyrevelfærden generelt forbedret ved at sikre køerne mere plads samt adgang til vintermotion og græsning om sommeren. Nogle af gårdene fungerer som dynamiske demonstrations- og bynære forsøgsgårde, hvor man via folkeaktier kan blive medejer eller blive "buddy" med en landmand og familien og dermed komme tættere på gårdens drift og dagligdag. Andre gårde har også skabt plads til skole/nyttehaver for byboerne, der kan leje sig ind på attraktive vilkår. Malkekvæggården har i lighed med den moderne kunde højt fokus på (drikke)vand, biodiversitet, jord og luft og har taget vidtgående forholdsregler for at dyrke jorden så skånsomt som muligt samtidig med at udledningen af uønskede stoffer i vandløb og luftpartikler er reduceret.

Mejeribruget er gået foran med åbenhed for at gentænke sig selv og sikre helhedstænkning og visionære samarbejder i hele værdikæden. Dette arbejde har betydet, at det hidtidige tunnelsyn fra branche til branche er afløst af nye samarbejder og forretningsmodeller, hvor restmaterialer fra én produktion altid finder vej til andre produktioner og dermed sikrer den højst mulige genanvendelsesgrad.

Boks 2. Malkekvæggård 2040

Min drøm om fremtidens malkekvæggård har stalde, der bedst kan beskrives som "En græsmark under tag" med god plads og så lidt inventar som muligt og med mulighed for at gå ud på græs, når forholdene er til det. Der skal være fokus på at give dyrene valgfrihed og de bedste muligheder for at have en naturlig adfærd – også i forholdet mellem ko og kalv. Fremtidens malkekvæggård vil være kendetegnet med en høj grad af selvforsyning og hvor den primære import af næringsstoffer vil komme fra recirkulering fra husholdningerne og fra fødevareindustrien.

Samtidigt vil fremtidens malkekvægbrug være klimaneutral – via høj effektivitet, kulstofindlejring, produktion af vedvarende energi og måske en "opsamling af metan". Malkekvægbrug vil have en vigtig rolle i pleje/afgræsning af naturområder.

Alt produktion af okse- og kalvekød vil komme fra mælkeproduktionen og der vil ikke blive aflivet kalve.

Boks 3. Malkekvæggård 2040

Dansk mælkeproduktion har etableret sig som den mest bæredygtige i verden. Det betyder, at vi fortsat kan producere både til os selv og resten af verden. Køer i DK (og det gælder i øvrigt Arla-køer generelt) har det godt. Bæredygtighed inkluderer ud over dyrevelfærd, arbejdssikkerhed, work-life-balance, rekrutteringsevne og indtjening.

Mælkeproducenter har været med til at sikre fortsat høj grundvandskvalitet i DK og arbejder for en bedre natur – diversitet for både flora og fauna.

Mælkeproducenter og deres medarbejdere har et attraktivt og sikkert erhverv uden ulykker, som de kan leve af og forbrugerne forstår hvor 'mælken' kommer fra, og hvordan.

Boks 4. Malkekvæggård 2040

Kundernes forventninger i fremtiden er en malkekvæggård som er helt transparent med bæredygtighed i produktionen. Data på gårdniveau er en selvfølge sådan at gården kan vise hvordan den til stadighed forbedrer sin bæredygtighed. Den skal kunne vise ressource effektivitet på forskellig vis (vand, energi, klima, produktion af høj kvalitetsprotein m.m.) og demonstrere, hvilke økosystem-tjenester den bidrager med. Kunderne forventer ikke bare at se dokumentation på reduceret negativ påvirkning, men også på øget bidrag til positive miljøpåvirkning og vil forvente at gårdene bi-drager til begge dele. Kunderne vil forvente sig en minimal anvendelse af antibiotika på baggrund af forebyggelse af sygdomme.

2.4 Afslutning

Ingen ved hvordan vores verden ser ud i 2040, hvilke teknologiske løsninger vi er lykkedes med eller hvor stor en del af forventningerne til mælkeproduktionen, der afhænger af den tids forbrugere. De studier der er refereret i dette afsnit, præsenterer en fremtid med generationer af forbrugere som er værdibaserede og handler i forhold til deres værdier og det må nødvendigvis afspejle sig i de fremtidsbilleder vi kan sætte op. Dertil kommer globale udfordringer som kalder på teknologiske løsninger og ønsker om inddragelse og transparens, der skal erstatte fortidens tætte tilknytning til landbrugserhvervet.

2.5 Litteratur

Global Dairy News, 2018. Intern Arla nyhedsopsummering. 13. August 2018.

Landbrug og Fødevarer, 2018a. Det økologiske marked. <https://lf.dk/viden-om/oekologi/markedet>. Besøgt 19. juli 2018.

Landbrug og Fødevarer, 2018b. Fremtidens forbrugere er både attraktive og krævende. <https://www.lf.dk/tal-og-analyser/forbrugere-og-trends/befolkning-adfaerd-og-samfund/2018/fremtidens-forbrugere-er-krævende#.W3545-RPq3A>. Besøgt 23. august 2018.

Levinsen, M., 2015. Generationerne X, Y, Z og arbejdspladsen. <http://www.fremforsk.dk/artikler/generationerne-x-y-z-og-arbejdspladsen/> Besøgt den 22. august 2018.

Mejeri.dk, 2018. <https://mejeri.dk/produkter/produktion/oekologi/salg-af-oekologiske-mejerivarer-i-danmark> Besøgt 19. juli 2018.

Mejeristatistikken, 2017. <https://mejeri.dk/branchen/branchen-i-tal/mejeristatistik>. Besøgt 19. juli 2018.

Nielsen, C., Gregersen, M. & Preus, N. 2018. Millenials Fremtidens Forbrugere. Landbrug og Fødevarer. <https://www.lf.dk/tal-og-analyser/forbrugere-og-trends/befolkning-adfaerd-og-samfund/2018/fremtidens-forbrugere-er-krævende#.W3545-RPq3A>. Besøgt 4. juni 2018.

3 Samfundets krav til kvægbedrifterne inden for miljø og klima

Ole Aaes, Landskonsulent

SEGES, HusdyrInnovation

3.1 Indledning

Stigende tilførsel til vandmiljøet af kvælstof (N) og fosfor (P) i 1980'erne betød en stor øgning i algevæksten i søer, fjorde og det åbne hav, med stigende hyppighed af iltsvind til følge. Tilførslen af N skyldtes især landbruget, der siden 1960 havde en meget markant stigning i forbruget af handelsgødning og indkøbt foder. Hovedparten af fosforet kom derimod fra industri og private husholdninger, men også direkte udledninger fra bedrifterne (gårdbidrag) bidrog. Derimod kom kun en meget lille del fra landbrugets dyrkningsflade.

Vandmiljøet

I 1984 udarbejdede Miljøstyrelsen en redegørelse om udledning af N, P og organisk stof (O) til vandmiljøet. Det blev indledningen til en lang række af handlingsplaner og tiltag, med det formål at reducere udledningen til vandmiljøet. I tabel 1 er tidspunkt, navn, målsætning og hovedindholdet af handlingsplanerne vist for en række tiltag.

Tabel 1. Nationale handlingsplaner hovedsagelig rettede mod udledningen af næringsstoffer til vandmiljøet.

Nationale handlingsplaner	Formål/Målsætning	Indhold og virkemidler
1985 NPO-handlingsplanen	Reduktion af forureningen med N og P organisk stof	Forbud mod direkte udledninger (Gårdbidraget), overdækning eller flydelag på gyllebeholder, regler om den praktiske udbringning af husdyrgødning og indførelse af harmonikrav mellem areal og antal dyr
1987 Vandmiljøplan I (VMP I)	Reduktion af N-udledningen med 145.000 tons og P-udledningen med 15.000 tons	Skærpede krav til opbevaringskapacitet af husdyrgødning Obligatoriske gødningsplaner 45 % grønne marker i efteråret stigende til 60 % i 1990
1991 Handlingsplan for Bæredygtigt Landbrug	Reduktion af landbrugets markbidrag. Opstramning af VMP I for at nå målene.	N-kvoter for afgrøderne Forbud mod udpredning af husdyrgødning i perioder

		Obligatoriske gødningsplan og -regnskab Minimumudnyttelse af N fra husdyrgødning
1991 EU's Nitratdirektiv	Nedbringe vandforureningen af nitrater fra landbruget	Max grænser for N i husdyrgødning pr. ha på 170 kg, men med undtagelser for kvægbrug på 230 kg Lukkede perioder for udbringning af husdyrgødning
1998 Vandmiljøplan II (VMP II)	Reduktion af markbidraget med 100.000 tons N	15 % højere udnyttelseskrav af N i husdyrgødning 6 % super grønne marker i efteråret 10 % reduktion af N-kvoter Øget harmonikrav
2004 Vandmiljøplan III (VMP III)	50 % reduktion af fosforoverskuddet	Afgift på indkøbt P til husdyr Øget udnyttelse af N i husdyrgødning Forbud mod bredspredning af flydende husdyrgødning. Øgede krav til mængden af efterafgrøder Bufferzoner langs følsomme arealer
2009 Grøn Vækst aftalen Implementering af EU Vandramme- og Habitatdirektiv samt vækstinitiativer for landbruget	Reduktion af udledningen af N med 9.000 tons med udskydelse af yderligere 10.000 tons samt 210 tons P	Et vandmiljø af god kvalitet Reduktion af pesticiders skadevirkninger Reduceret ammoniakbelastning Restriktioner på tidspunkt for ompløjning og omlægning af græsmarker Færre drivhusgasser Bedre naturbeskyttelse og biodiversitet Mere og bedre tilgængelig natur Forbedret miljø- og natur- overvågning samt planlægning
2014	Vandplanerne skal sikre god tilstand i de danske	Flere efterafgrøder

Vandplan I Målsætningerne udarbejdes	vandområder. Det vil sige en tilstand, der kun er svagt ændret i forhold til en uberørt tilstand. Der skal være de dyr og vandplanter, som kan forventes i vandområder, der er stort set upåvirkede. Reduktion af N-udledningen med 6.600 tons	Etablering af vådområder
2015 Landbrugspakken	Paradigmeskifte fra ens regulering af alle til målrettet regulering ud fra behov Skabe vækst og beskæftigelse i harmoni med miljø og natur	N-normer tilbage til et økonomisk optimalt niveau Lempelse af harmonikrav (ikke kvæg)
2016 Vandplan II (2015 – 2021)	Reduktion af N udledningen med 6.900 tons	Målrettet regulering som efterafgrøder eller alternativer og kollektive virkemidler som vådområder, minivådområder og skovrejsning
2016 Vandplan (efter 2021)	Reduktion med 6.200 tons	
2017/18 Fosforregulering	Reducere fosforoverskuddet	Loft for tildelt fosfor pr. ha. 1 2017 og skærpede krav til P-følsomme områder i 2018

NPO-handlingsplanen blev fulgt op af 3 vandmiljøplaner med en opstrammende handlingsplan ind imellem. I Vandmiljøplan I (VMP I) blev der opstillet konkrete mål for reduktionen af N- og P-udledningen til vandmiljøet. For N var det især landbruget der skulle bære den store reduktion, fordi bidragene fra industri og private husholdninger ikke var væsentlige. Målet for en reduktion i markbidraget på 145.000 tons, kunne ikke nås. Derfor kom der en Handlingsplan for Bæredygtig Landbrug i 1991. Den indførte en række tiltag, der lagde væsentlige restriktioner på dyrkning af jorden, f. eks loft på N – tilførsel og udnyttelseskrav til husdyrgødning.

EU's Nitratdirektiv, der havde til formål at nedbringe vandforureningen forårsaget af nitrater fra landbruget, betød at medlemslandene skulle udarbejde en række handlingsplaner. De danske vandmiljøplaner indeholdt i forvejen kravene, da EU var inspireret af de danske tiltag. Nitratdirektivet satte krav om maks. 170 kg N i husdyrgødning pr. ha, men med mulighed for undtagelser, hvis det kunne dokumenteres, at kravene til mængden af nitrater i vandet blev overholdt. Danmark har derfor undtagelse til at udbringe 230 kg N pr. ha på kvægbrug.

Målinger på N-udvaskningen viste at målet for N ikke kunne nås og tvivl om hvorvidt DK opfyldte EU's Nitratdirektiv fra 1991, samtidig med kraftig iltsvind i Mariager Fjord betød initiativ til VMP II. Målet var en

reduktion på 100.000 tons i 2003 i forhold til 1980'erne. Virkemidlerne var højere udnyttelse af N i husdyrgødning, reducerede N-normer til afgrøderne og øgede harmonikrav.

I 2004 kom VMP III, som en mere helhedsorienteret plan. Fosforoverskuddet skulle reduceres 50 % og der indførtes beskyttelse af miljøfølsomme naturområder

Grøn Vækst aftalen skulle implementere EU's Vandramme- og habitatdirektiv, men samtidig indeholdt den tiltag, der skulle give vækstmuligheder for landbruget. Vandløb var i fokus og der blev vedtaget dyrkningsfrie randzoner.

I Vandplan I blev der etableret 23 vandplansområder, som skal være grundlaget i den målrettede regulering. Der var også planer om øgede vådområder.

I 2015 kom Landbrugspakken, der var et opgør med den generelle regulering og begyndelsen til en målrettet regulering. Ideen udsprang af Natur- og Landbrugskommissionens arbejde fra 2013. Konkret betød det tilbagevending til et økonomisk optimalt gødskningsniveau, lempelse af harmonikravene for andre dyrearter end kvæg og afskaffelse af randzonerne. Mængden af efterafgrøder blev øget, som kompensation for den øgede udledning af N som følge af stigende N-normer.

I 2016 kom Vandplan II, som skulle sikre en reduktion i N-udledningen, dels ved målrettede efterafgrøder, dels ved kollektive virkemidler som vådområder, minivådområder til rensning af drænvand og skovrejsning.

I 2016 blev vandplanerne for perioden efter 2021 ligeledes skitseret, og rapporter viser, at der i store kystnære områder kan blive tale om meget væsentlig konsekvenser af de målrettede krav i vandplanområderne, som tilsammen skal give en reduktion på 6.200 tons N.

Fra 2017 blev der indført fosforlofter for landbrugsjorden, som for andre dyrearter end kvæg vil blive skærpet de kommende år. Omkring 24 % af landbrugsarealet er fra 2018 blevet udpeget som P-følsomt område, og har fået reduceret P-loftet. Dette gælder dog ikke kvægejendomme.

Ammoniak

Med baggrund i VMP II, blev en handlingsplan for reduktion af ammoniakfordampningen til i 2001, og implementeret over en årrække. Indholdet var krav om overdækning af gyllebeholdere og fast gødning og krav om hurtig nedbringning af overfladeudbragt gødning. Handlingsplanen sikrede også, at en begrænsning af ammoniakfordampningen fra stalde blev inddraget ved ansøgninger om forbedringsstøtte.

I forbindelse med VMP III i 2004, gennemføres regler om beskyttelse af ammoniakfølsomme naturområder ved udlægning af beskyttelseszoner omkring de sårbare områder. Inden for zonen må der ikke ske udvidelser af husdyrbrug, der forøger udledningen af ammoniak i de følsomme naturområder.

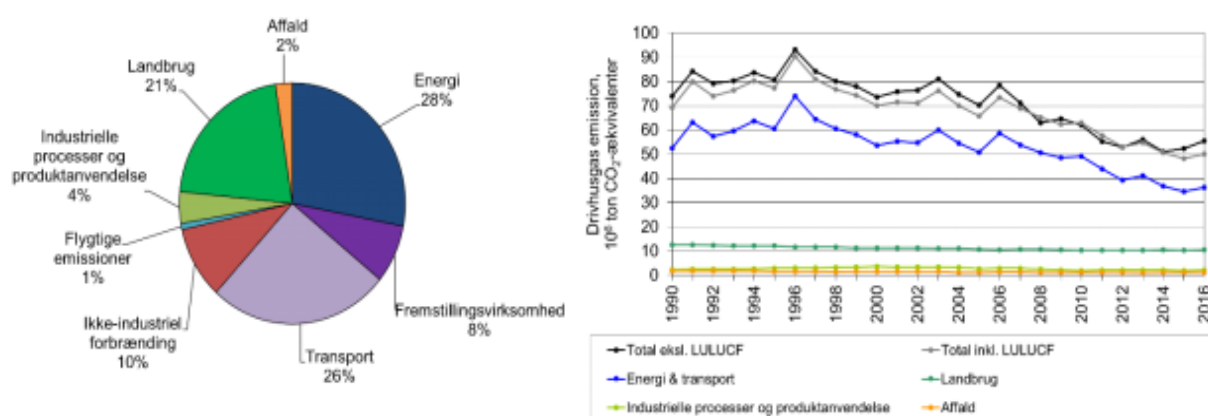
I 2007 indføres et generelt krav om reduktion af ammoniakfordampningen ved nyetablering/udvidelser og renovering. Kravet stiger gradvist til 25 %. Der bliver en maksimal tilladelse til merbelastning af naturområder fra bufferzonerne omkring naturområder

I forbindelse med Grøn Vækst skærpes kravene, så det generelle reduktionskrav bliver 30 %, men for store brug erstattes dette af BAT-standardvilkår (BAT= Best Tilgængelig Teknik). Dette indebærer at reduktionskravet stiger med stigende antal DE.

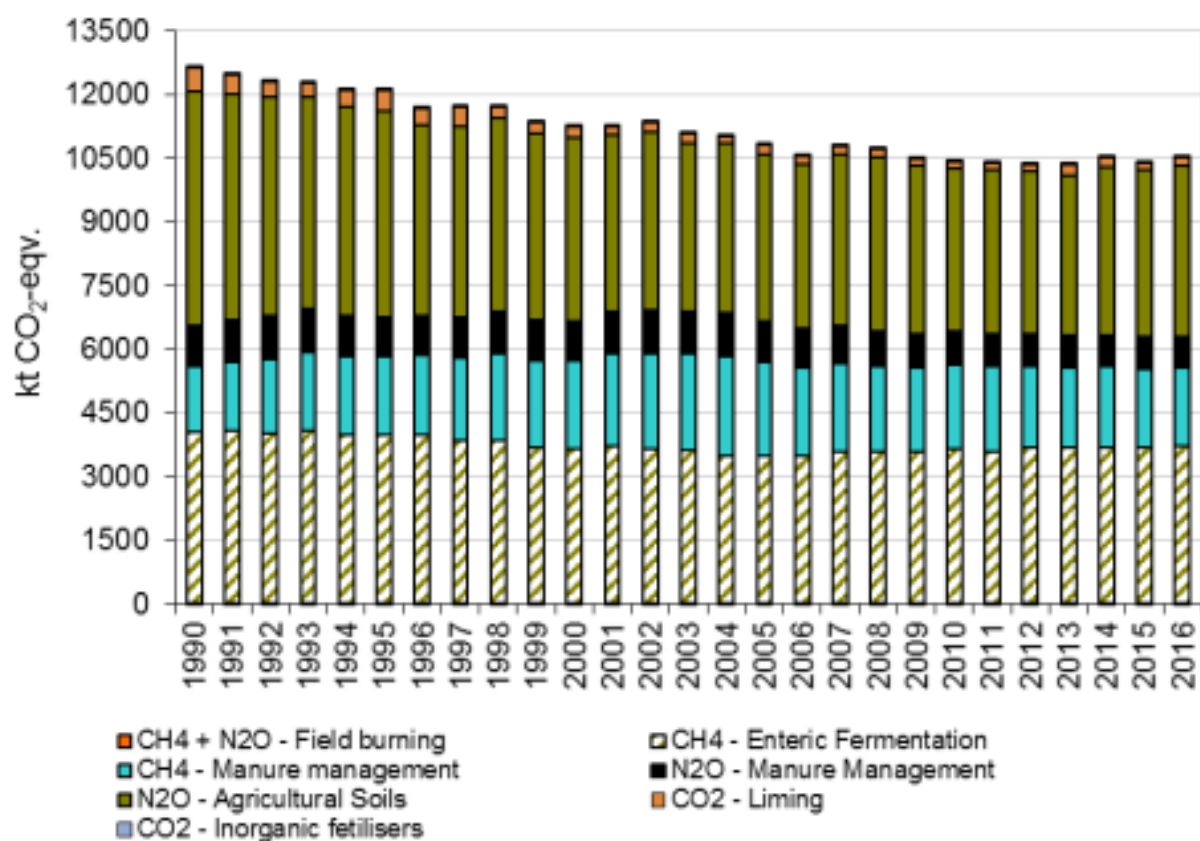
Især på baggrund af Natur- og Landbrugskommissionens rapport (Anonym, 2013), blev godkendelser af arealer og anlæg i 2017 adskilt, og reguleringen blev emissionsbaseret. Der blev indført den såkaldte stipladsmodel ved reguleringen. Det betød, at tidligere beregninger af emissionen pr. dyr, blev afløst af emissionsberegninger pr. m² produktionsareal, hvorfor tilladelserne bygger på et maksimalt antal m² produktionsareal. Tidligere betød en effektivitetsforbedring, at staldene ikke kunne udnyttes fuldt ud, da godkendelser byggede på produktionens størrelse. Den nye Husdyrbrugslov betød, at godkendelser nu var baseret på den faktiske emission, hvorfor det er dyrevelfærdsregler der sætter begrænsningen for produktionen, så længe emissionen af ammoniak og lugt ikke øges. Det øger fleksibiliteten væsentligt. Det generelle ammoniakkrav afskaffes og erstattes af BAT-krav.

Klima

Landbruget bidrog med omkring 21 % af Danmarks samlede udledning af klimagasser i 2016, som vist i figur 1 og en stor del stammer fra kvægproduktionen (Nielsen et al., 2018). Det er især metan fra drøvtyggers fordøjelse og gødningslagre og lattergas fra gødningslagre og dyrkning af jorden, der bidrager meget på landbrugssiden, som vist i figur 2. Landbrugssektoren er den vigtigste sektor hvad angår emissioner af N₂O og CH₄.



Figur 1. Danske drivhusgasemissioner. Bidrag til total emission fra hovedsektorer for 2016 og tidsserier i CO₂- ækvivalenter for 1990-2016, hvor data er angivet med og uden LULUCF (Nielsen et al., 2018).



Figur 2. Dansk landbrugs drivhusgasemission 1990 – 2016 (Nielsen et al., 2018)

Siden 1990 er drivhusgasemissionen fra landbruget faldet med 16,9 %. Faldet skyldes hovedsageligt et fald i emissionen af N₂O. Siden 1990 er emissionen af CH₄ fra husdyrenes fordøjelsessystem faldet med ca. 8 % grundet et faldende antal kvæg. Alligevel udgør enterisk metan omkring 6,5 % af den totale danske CO₂ belastning. Emissionen fra gødningshåndtering er dog i samme periode steget med 19,6 %. Dette skyldes, at der er sket en overgang fra traditionelle staldsystemer med fast gødning til flere gyllebaserede staldsystemer med højere emissioner. Gødningshåndteringen fra kvæg udgør 6,7 % af landbrugets totale bidrag. Samlet set er CH₄ emissionen fra landbrug kun faldet med 0,4 % siden 1990. Produktionen af mælk og oksekød er derfor karakteriseret ved en relativt høj klimabelastning. Det hænger især sammen med at drøvtyggere har en stor udskillelse af klimagassen metan fra fordøjelsessystemet (enterisk metan). Foderproduktionen, som giver anledning til N₂O udledning, udgør dog også en stor andel. I 2016 bidrog landbruget med 89,0 % af den totale emission af N₂O. Siden 1990 er N₂O emissionen faldet med 26,5 %, hvilket skyldes en lang række af de virkemidler der er indført med vandmiljøplanerne for at begrænse tabet af kvælstof til vandmiljøet.

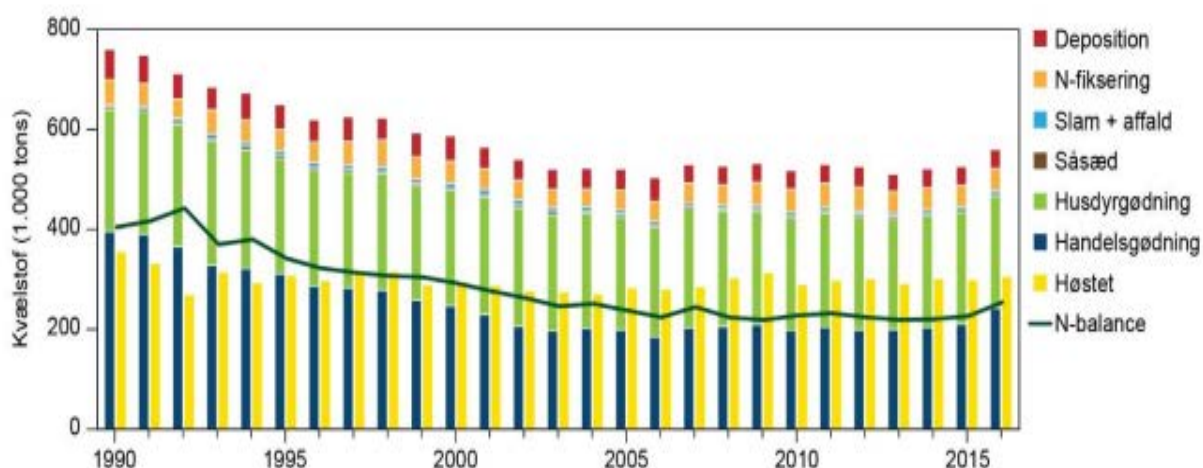
Der er ikke selvstændige klimakrav eller restriktioner til produktionen, men der har gennem tiden været tilløb. I 2008 udgav Fødevareministeriet en rapport der indeholdt analyse af virkning af tilsætning af foderfedt til malkekøer og reduktion af kvægbestanden (Landbrug og Klima: Analyse af landbrugets

virkemidler til reduktion af drivhusgasser og de økonomiske konsekvenser, 2008). I 2013 kom et tværministerielt virkemiddelskatalog med tiltag der skulle bidrage til målet at reducere klimabelastningen i 2030 med 40 % i forhold til 1990 (Energistyrelsen 2013). Der indgik flere drøvtyggerrelaterede tiltag ud over foderfedt som forlænget laktation, nitrat i foderet og ændret fodersammensætning. I efteråret 2018 forventes et nyt virkemiddelkatalog ligeledes med foderfedt og ændrede fodersammensætninger der reducerer metanudskillelsen som forslag.

Et forslag om udtagning af organogene jorde, kan få væsentlig betydning for kvægproduktionen, fordi mange af de udtagne jorde måske skal afgræsses som vedvarende græsmarker eller udnyttes til græsproduktion på anden måde. Disse forslag kommer på baggrund af, at EU stiller krav om reduktion af CO₂-belastningen fra de såkaldte ikke kvotebelagte sektorer (non-ETS sektorer) på 39 % frem mod 2030 i forhold til 2005 niveauet. Non-ETS sektoren består især af tre store områder, nemlig boliger, transport og landbrug. Tekniske detaljer gør, at kravet reelt er en reduktion på 33 %, og der er ingen skitseret fordeling mellem områderne. Energistyrelsen antager dog, at Danmark i år 2020 er foran den skitserede reduktion frem mod 2030, men for at opfylde målene skal udledningen fra non-ETS sektorerne være ca. 8 mio. tons lavere pr. år i 2030. Det kan ses i forhold til at landbrugets bidrag i 2018 antages at være 10,5 mio. tons.

3.2 Miljømæssige resultater af udviklingen

Resultaterne af de forskellige indgreb og tiltag samt egne tiltag i landbruget bliver opgjort årligt i f. eks. Novana rapporter. Figur 1 viser udviklingen i kvælstofoverskuddet fra 1990 til 2016. Efter et stort fald frem mod 2005, har overskuddet stabiliseret sig på omkring det halve i forhold til begyndelsen af 90'erne. Det har resulteret i mere end en halvering af N-udledningen til vandmiljøet, som vist i figur 3.



Figur 3. Udviklingen i tildelt kvælstof og høstet kvælstof for hele landbrugsarealet i Danmark, 1990 til 2016 (Blicher-Mathiesen et al., 2018)

3.3 Kvægbrugets indsats

Kvægbruget har ikke været underlagt specifikke restriktioner eller krav, der rækker ud over de generelle for erhvervet. Det betyder dog ikke, at der ikke har været fokus på miljø og klima i kvægbruget. I Strategi for Kvægforskning i Danmark 2018 (Anonym, 2011), udarbejdet i samarbejde mellem erhvervet, forskningsinstitutionerne og brancherne er minimal klima- og miljøpåvirkning ét af fire punkter.

Erhvervets egen strategi bygger hovedsagelig på en effektivitetsforbedring som tiltag til en mere bæredygtig produktion. I Strategi 2014-2018 (Anonym, 2014), er der målsætninger for en øget energi- og næringsstofudnyttelse, øgede grovfoderudbytter og reduceret tab. I Strategi Landbrug & Fødevarer Kvæg 2018-2020 (Anonym, 2018), er 2 af 6 hovedpunkter rettet mod bæredygtighed. Et punkt er: "Miljø- og klimavenlig mælk, okse- og kalvekød med recirkulering af næringsstoffer" og et andet: "Plads til natur og biodiversitet på alle bedrifter" udtrykker strategien og holdningen.

Nogle af de målsætninger, der er nævnt, er:

- 75 pct. af kvægbrugerne anvender digital foderstyring og leverer systematiske data til optimering af dansk mælkeproduktion
- Grovfoderudbytter hæves 2 pct. årligt (opfodret FEN/ ha), løbende 5 års gennemsnit
- Tabet fra høstet til opfodret grovfoderudbytte reduceres til 5 pct.
- Mælkeydelse på 12.000 kg EKM/årsko med 900 kg værdistof
- Energiudnyttelse på 100 pct.
- Kvælstofudnyttelse på 30 pct. for konventionelle og 27 pct. for økologiske malkekøer
- Økonomisk optimal mængde fedt i rationen
- CO₂-ækvivalenter følges via klimatjek og ved alle foderberegninger i DMS
- Energiforbruget i stalde og teknik reduceres
- Forskningsindsats for at minimere metan-udledning fra staldanlæg og fordøjelsen

I tabel 2, er vist udviklingen i N og P udskillelsen og enterisk metan for malkekøer af tung race. Der har gennem tiden været en stor stigning i mælkeydelsen, hvilket øger miljøbelastningen fra den enkelte ko, men pr. kg produceret mælk, har der været et fald gennem tiden. Effektiviteten er steget gennem tiden, hvilket kan ses ved at kg EKM /kg tørstof er steget ca. 15 % de sidste 20 år. Indholdet af protein pr. kg tørstof har været næsten konstant, mens P-koncentrationen i rationerne er faldet omkring 20 % (ikke vist). Den stigende produktion pr. kg tørstof, konstante proteinkoncentration og stærke fald i P, har betydet et konstant fald i udskillelsen, og dermed miljøpåvirkningen, pr. kg mælk og en stigning i N- og P effektiviteten. Stigningen i effektivitet er imidlertid blevet mindre de seneste år. Derfor vil et fortsat krav om reduktion af miljøpåvirkningen, betyde at der skal findes nye veje til forbedringerne. Det skal dog bemærkes, at når fosforudskillelsen stiger kraftigt, hænger det sammen med en omlægning fra anvendelse af sojaskrå til øgede mængder af rapsprodukter. En udvikling der sandsynligvis vil blive forstærket de kommende år, da det især skyldes øget produktion af non-GM mælk.

Der har ikke været fokus på metanudskillelsen tidligere, men den øgede effektivitet i mælkeproduktionen har alligevel givet et markant fald i udledningen af metan pr. kg mælk. Da det ikke er et område der har været fokus på, må det forventes, at der stadig er potentiale for en yderligere reduktion. Ikke via øget effektivitet, men via sammensætningen af foderrationen.

Tabel 2. Udskillelse af N og P pr. ko og pr. kg EKM samt enterisk metan fra 1985 til 2017 for tung race. (Normtal for husdyrgødning, og Nielsen et al., 2018)

År	1985	1996	2000	2004	2008	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mælk, kg EKM/årsko	6300	7600	7830	8917	9310	9517	9629	10120	10412	10603	10691
Tørstof, kg/årsko	5625	6517	6520	7050	7277	7367	7424	7739	7761	7851	8019
Protein, % af tørstof	17,5	16,7	16,3	16,5	16,4	16,3	16,3	16,3	16,4	16,6	16,7
Kg EKM/kg tørstof	1,12	1,17	1,20	1,26	1,28	1,29	1,30	1,31	1,34	1,35	1,33
N-udskillelse, kg/årsko	123	128	127,3	134,5	140,6	140,9	141,7	146,4	146,6	150,7	155,5
P- udskillelse, kg/årsko		23,0	20,2	21,6	20,8	16,6	19,7	20,7	20,6	21,2	22,2
N-udskillelse, g /kg EKM	19,5	16,8	16,3	15,1	15,1	14,8	14,7	14,5	14,1	14,2	14,5
P- udskillelse, g / kg EKM		3,03	2,58	2,42	2,23	2,06	2,05	2,04	1,98	2,00	2,08
N-effektivitet, %		25	25	26	27		27	27	28	28	27
P- effektivitet, %		26	28	29	32		33	33	33	33	32
Metan, kg/årsko		138	133	143	147	150	151	159	158	160	
Metan, g/kg EKM		18,2	17,0	16,0	15,8	15,8	15,7	15,7	15,2	15,1	

3.4 Miljømæssige tiltag i den nærmeste fremtid

Den nye Husdyrlov der ændrede grundlaget for emissions- og lugtberegninger fra dyret eller produktionen til en emissionsorienteret regulering, hvor det er produktionsanlæggets bidrag der er afgørende, er lagt i rammer. Derfor forventes der ikke gennemgribende ændringer i måden at regulere på. Der ventes heller ikke stramninger, fordi anvendelse af BAT er afgørende for miljøgodkendelserne, og nye BAT-teknologier vil sørge for de mulige reduktioner. Ændringer på dette område kan derimod blive en ændret kategorisering af naturområder omkring staldanlæggene.

Måltrettet regulering

Derimod vil der ske en yderligere målretning af reguleringerne på næringsstofområdet fra 2019. Ifølge krav fra EU skal der i Danmark frem mod 2027 ske en reduktion af landbrugets kvælstofudledning til vandmiljøet. Indsatsen frem mod 2021 er beskrevet i vandområdeplanerne. Frem mod 2021 skal der

ske en reduktion af kvælstofudledningen til kystvand på ca. 7.000 ton. Ca. 3.500 tons af kvælstof-reduktionen skal håndteres ved etablering af såkaldt kollektive virkemidler, som vådområder, minivådområder og skovrejsning.

De resterende 3.500 ton kvælstofreduktion skal i perioden 2019-2021 håndteres gennem den målrettede regulering, hvor der på de enkelte bedrifter skal anvendes kvælstofreducerende virkemidler. Indsatsbehovet indføres med 1/3 årligt. Målrettet regulering skal supplere den allerede eksisterende danske kvælstofregulering. I modsætning til tidligere tiders generelle regulering, differentieres indsatsbehovet geografisk i forhold til lokal miljøtilstand og lokale dyrkningsforhold. Landet er delt i ca. 3000 områder (ID15) For at løfte indsatsen gennemføres der en frivillig ansøgningsrunde på ID15 niveau, om udlæg af efterafgrøder. Efterafgrøderne kompenseres.

Landmændene får dog fleksibilitet til at "veksle" efterafgrøderne til et eller flere alternative kvælstof-virkemidler, der også er kompenseret. Der vil som alternativer kunne anvendes frivillig kvotereduktion, brak, energiafgrøder, mellemafgrøder, tidlig såning og afbrænding af fiberfraktion. I det omfang den frivillige runde ikke er tilstrækkelig til at sikre opfyldelse af indsatsbehovet gennemføres et obligatorisk og ukompenseret efterafgrødekrav. Efter 2021 er det mere usikkert, hvordan reguleringen bliver udformet. Men skal man følge de målsætninger, der er fastsat for at opnå vandrammedirektivets krav om "god økologisk" tilstand i alle kystoplande, vil det medføre vidtgående krav til reduktion af kvælstofudledningen til mange kystvande (Knudsen, 2017).

Konsekvensen af en målrettet regulering kan blive voldsomme restriktioner i nogle områder viser beregninger for Norsminde Fjord, som er et eksempel på et område der kræver store reduktioner i udledningen til fjorden, for at leve op til målsætningerne. Oplandet til fjorden dækker ca. 7600 ha dyrket areal inkl. arealer uden for omdrift (Hvid, 2017 og Ørum et al., 2017).

Målsætningen i 2021 er 10,5 kg udledt pr. ha fra landbrugsarealer, mens den kan blive 6,0 kg i 2027, hvis der ikke ændres i målsætningerne til den tid. I beregningerne af konsekvensen af opfyldelse af målene er der anvendt virkemidler på dyrkningsfladen (normreduktion, efterafgrøder, tidlig såning af vintersæd, mellemafgrøder samt sædskifteændringer fra vintersæd til vårsæd med efterafgrøder) og drænvirkemidler (etablering/reetablering af naturlige vådområder og forskellige former for minivådområder).

Beregningerne viser, at den billigste sammensætning af virkemidler for at nå målsætningen i 2021 er en normreduktion på 15 %, en stor del minivådområder og 16 % efterafgrøder og 14 % mellemafgrøder. Udgiften svarer til ca. 800 kr. pr. ha i hele oplandet.

I 2027 skal 48 % af oplandet braklægges, en stor del af resten skal have minivådområder og en normreduktion på N på 14 %, for at nå målsætningen. Det vil koste ca. 2900 kr. pr. ha i oplandet. Omkostningerne er et minimum, og vil i praksis blive større.

Tilsvarende restriktioner kan forventes i kvægtætte områder som f. eks i områder omkring Limfjorden, hvor det kan betyde store ændringer i afgrødevalget og dyrkningsmetoder.

Klimatiltag

I 2013 udsendte Energistyrelsen et virkemiddelkatalog (Energistyrelsen, 2013) på baggrund af en rapport fra DCA (Olesen et al., 2013). Den indeholdt forskellige tiltag, hvor nogen var målrettet kvæg. I 2018 forventes et nyt virkemiddelkatalog, hvor fodringstiltag på kvæg kan spille en stor rolle, på linje med anvendelse af gylle til biogas. De fodringstiltag der kan komme i spil er tilsætning af fedt til foderrationer og ændringer af kulhydratsammensætningen og fordøjeligheden i rationerne, fordi de har dokumenteret effekt. Tilsætningsstoffer for at reducere enterisk metan, er dog stadig på udviklingsstadiet. Hvorvidt det bliver tvungne, frivillige, økonomisk støttede eller afgiftsregulerede tiltag kan ingen vide, men med krav om store reduktioner i de ikke-kvotebelagte sektorerne (non-ETS), er det rimeligt at antage nogle tiltag.

3.5 Samfundets krav om 15-20 år.

Hvordan samfundet og fødevareproduktionen ser ud om 15-20 år kan ingen vide, men sker der ikke store politiske- eller naturdrevne ændringer, kan man tage bestik af den udvikling der har været. Samfundets krav til mælke- og kødproduktionen kan stå på skulderen af de nuværende krav og reguleringer, men den kan også være båret af nye teknologiske muligheder især inden for måleindustrien. Natur- og Landbrugskommissionen lagde meget vægt på, at målinger skulle være grundlag for fremtidige reguleringer. Det er ikke tilfældet endnu, selv om drænvandsmålinger tillægges større værdi i dag end tidligere.

Når målinger ikke har større betydning i dag, skyldes det tekniske vanskeligheder. Derfor må man forvente, at forskningsindsatser på området, vil stille målemuligheder til rådighed i fremtiden. Derved bliver det muligt for den enkelte landmand at dokumentere sin produktions betydning for miljø og klima. I begyndelsen sandsynligvis i kombination med modeller.

Generelle krav

På kvælstofområdet, kan man forestille sig væsentlig strammere krav til reduktion af udledningen til vandmiljøet end nu, men kravene vil være differentierede mellem oplande. Det skyldes, at det har mening at reducere udvaskningen generelt. For kvægbrug vil der være fokus på afgrødevalg, således at dyrkning af afgrøder med lang vækstsæson får stor betydning. Derfor vil fremtidens kvægbrug skulle have en større andel af græs og måske foderroer, og en langt mindre andel af majs. I områder med størst krav til reduktion af udvaskningen, vil græs skulle være den alt dominerende afgrøde.

Nye majssorter med længere vækstsæson eller mere effektive efterafgrøder i majs, kan dog gøre majs til en acceptabel afgrøde i andre områder, og her bibeholde en del af arealet med majs.

Der vil ligeledes være restriktioner på omlægning af kløvergræsmarker, så store udvaskninger efter ompløjning undgås. Kvægundtagelsen stiller nogle af disse krav, og det må forventes at de fortsætter, så længe det kan dokumenteres, at der ikke sker større miljø påvirkning fra disse brug.

For P vil der næppe ske yderligere stramninger for kvægejendomme, så længe de har det laveste P-overskud pr. ha.

Kravene til reduktion af N-udledning og N-udvaskning, vil også bidrage til reduktion af CO₂ eq udledningen. I stalden vil der være krav om enten forsuring eller hurtig udslusning og levering af gyllen til biogasanlæg. Foderrationens sammensætning vil ikke være styret, men tilskudsordninger (måske betalt af kvægbruget selv) vil sikre en meget stor andel fedt i rationen, sandsynligvis bestående af rapsfrø eller lignende produkt.

Målopfyldelse baseret på målinger

Hidtil har reguleringer været baseret på gennemsnitlige normtal. Det gælder for f. eks gødningskvoter og for husdyrenes næringsstofudskillelse. Selv om der er forsøgt stor differentiering på jordtype og udbyttekorrektioner og for husdyrene korrektion for produktionsniveau eller fodersammensætning og effektivitet, så har det generelle billede været generelle normer og generelle tiltag. Selv om der er sket et paradigmeskifte til målrettede reguleringer og emissionsbaseret regulering af anlæggene, så bygger det stadig på generelle forudsætninger. Det har betydet, at ville nogen gøre en indsats for miljø og klima, var det vanskeligt at få udbyttet af dette. Omvendt havde det heller ingen betydning, at man producerede alt andet end miljøvenligt. Det påvirker kun normtallene, hvor den enkelte kun har minimal betydning.

Derfor vil målmuligheder kunne åbne for en ændring fra generelle regler til differentierede regler efter de behov der måtte være i de enkelte områder og på de enkelte bedrifter, samtidig med at bedrifterne kan dokumentere, at de overholder de krav der måtte være stillet for deres bedrift eller område. Konsekvensen er, at den enkelte får større muligheder for at sammensætte sin produktion så miljøkravene kan opfyldes, men endnu vigtigere, at frivillige tiltag kan belønnes. Det betyder, at frivillige tiltag kan få en effekt, hvor det hidtil ikke har givet den enkelte kredit, men tværtimod stillet dem dårligere i konkurrencen. Frivillighed får med målinger en meget større betydning for reduktion af miljø- og klimabelastningen fra landbruget.

Kravene vil ikke adskille sig fra Scenarie 1 med krav om stor reduktion af N-udledning og – udvaskning, men der vil blive sat måltal for den enkelte som skal overholdes over perioder. Det betyder, at der ikke vil være behov for kvægundtagelsen længere. I dette scenarie vil de økologiske bedrifter få samme regulering som de konventionelle. Det er nødvendigt, for at nå målene, især når den økologiske andel øges, men med målinger er det den samlede produktionsmetode der giver resultatet, og ikke restriktioner i produktionen, som økologer enten ikke må anvende eller ikke kan. Målinger kan være næringsstoffer i drænvand, i gyllen samt ammoniakemissionen fra stald og lager.

På klimaområdet, kan krav til energiforbrug, maksimal enterisk metan fra dyrene, maksimal metan og lattergas fra gødningslagre være krav der kan dokumenteres med målinger.

Præcisionslandbrug og dokumentation

Både hos politikkerne og i landbruget er der stor fokus på præcisionslandbrug. For at dette kan praktiseres skal målinger også være i fokus, men også registreringer og anvendelse af disse registreringer. Derfor kan præcisionslandbrug og differentierede krav betyde, at samfundet stiller krav til dokumentation af produktionen ud fra omfattende registreringer på både bedrift- og produktniveau. På den baggrund vil et scenarie være, at hver bedrift vil være stillet over for krav om balanceregnskaber på enten bedrift eller markniveau. Det betyder også, at det enkelte produkt kan identificeres og klassificeres efter miljø- og klimabelastning. Det kan ligeledes betyde, at der stilles krav om maksimal pesticidbehandling på produktniveau, eller information om dette til forbrugerne. Frivillige tiltag og produktionsmetoder, dokumenteret på produktniveau, kommer derfor til at spille en stor rolle, mens behovet for samfundets krav bliver reduceret.

"Planetkøer"

Husdyrproduktion kan i princippet reducere miljøbelastningen, hvis det foregår i lukkede rum. Ventilationsluften kan renses for ammoniak, metan, lattergas og lugt. Husdyrgødningen bringes til afgasning, hvor næringsstofferne efterfølgende oparbejdes til koncentrerede produkter, der kan udbringes uden tab og lugt. Restproduktet kan enten afbrændes under termisk forbrænding eller bringes direkte tilbage som kulstof til det dyrkede jord uden forbrænding. Der vil dog være krav om tilbagebringning af kulstof til jorden. I svineproduktionen er noget lignende præsenteret som "Månegriseprojektet". På kvægområdet er det større indgreb, fordi man skal gå fra åbne stalde til lukkede stalde, endda uden mulighed for afgræsning, hvis effekten skal være maksimal, men den emissionsfri kvægproduktion med "Planetkøer" kan være et krav i fremtiden.

3.6 Referencer

- Anonym, 2011. Strategi for Kvægforskning i Danmark 2018. <https://docplayer.dk/4299569-Strategi-for-kvaegforskning-i-danmark-2018.html>
- Anonym, 2013. Natur og landbrug – en ny start. Slutrapport. www.naturoglandbrug.dk
- Anonym, 2014. Dansk kvæg strategi 2014-2018. <https://www.landbrugsinfo.dk/kvaeg/sider/lf-kvaeg-strategi-2018.pdf>
- Anonym, 2018. Strategi Landbrug & Fødevarer Kvæg 2018-2020
[file:///C:/Users/oea/Downloads/sektostrategi_kvaeg_2020%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/oea/Downloads/sektostrategi_kvaeg_2020%20(3).pdf)
- Blicher-Mathiesen et al. 2018 i VANDMILJØ OG NATUR 2016 NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning. <http://dce2.au.dk/pub/SR274.pdf>
- Energistyrelsen, 2013. https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/virkemiddelkatalog_-_potentialer_og_omkostninger_for_klimatiltag.pdf
- https://www.landbrugsinfo.dk/Miljoe/maalrettede-virkemidler-og-regulering/Sider/pl_17_3839_po_Rapport_Norsminde_Fjord.aspx
- Hvid, S., K., 2017. Konsekvenser af kvælstofomsætninger, Planteorientering
- Knudsen, L. 2017. Målrettede tiltag og regulering. LandbrugsInfo, SEGES
(https://www.landbrugsinfo.dk/Miljoe/maalrettede-virkemidler-og-regulering/Sider/pl_17_3839_Maalrettede_tiltag_og_regulering.aspx)
- Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrechtsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Callesen, I., Caspersen, O.H., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Baunbæk, L. & Hansen, M.G. 2018. Denmark's National Inventory Report 2018. Emission Inventories 1990-2016 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy 851 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 272. <http://dce2.au.dk/pub/SR272.pdf>
- Normtal for husdyrgødning,
<http://anis.au.dk/forskning/sektioner/husdyrernaering-og-fysiologi/normtal/>
- OLESEN, J., E., UFFE JØRGENSEN, JOHN E. HERMANSEN, SØREN O. PETERSEN, JØRGEN ERIKSEN, KAREN SØEGAARD, FINN P. VINHER, LARS ELSGAARD, PETER LUND, JAN V. NØRGAARD OG HENRIK B. MØ., 2013.EFFEKTER AF TILTAG TIL REDUKTION AF LANDBRUGETS UDLEDNINGER AF DRIVHUSGASSER. Rapport nr.027, DCA, AU.
https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Analyser/1_effekter_af_tiltag_til_reduktion_af_landbrugets_udledninger_af_drivhusgasser.pdf
- Ørum J.E., Kjærsgaard C., Thomsen I.K. 2017. Landbruget og Vandområdeplanerne – omkostninger og implementering af virkemidler i oplandet til Norsminde Fjord, IFRO Rapport 258
https://curis.ku.dk/ws/files/178737610/IFRO_Rapport_258.pdf

4 Fodring og foderproduktion

Martin Riis Weisbjerg¹, Jørgen Eriksen², Marianne Johansen¹, Torben Frandsen³

¹Institut for Husdyrvidenskab, AU Foulum, Aarhus Universitet

²Institut for Agroøkologi, AU Foulum, Aarhus Universitet

³SEGES Planteinnovation, SEGES, Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.

4.1 Introduktion

Malkekvægbruget i Danmark har gennem de seneste år udviklet sig meget hurtigt. Besætningsstørrelsen øges og har nu rundet 200 køer/besætning. Det høje antal køer pr. besætning giver en række muligheder for gruppeopdeling indenfor besætningen og dermed nogle muligheder i forhold til fodringen (f.eks. opdeling efter paritet, afstand fra kælvning, og/eller ydelsesniveau), samt for investeringer i teknologi, der for mindre besætninger ville være irrationelle og for omkostningstunge (f.eks. udstyr til monitorering af det enkelte dyrs foderoptagelse, mælkeproduktion, vægt, aktivitet, liggeadfærd mm.). Derimod giver det høje antal køer pr. besætning udfordringer for systemer med afgræsning.

Malkekøernes mælkeydelse øges også voldsomt, og hvis vi fremskriver den ydelsesfremgang der har været de seneste år (2010-2016), så vil en Holstein ko i 2040 yde knap 16000 kg mælk/år. Ved en uændret fodereffektivitet og rationssammensætning i forhold til i dag vil koen i 2040 have behov for at æde omkring 35 kg tørstof pr. dag.

Det kan forventes, at konkurrencedygtigheden fortsat vil blive udfordret og vil være en af de væsentlige faktorer for en fremtidig mælkeproduktion i Danmark. For at bevare konkurrencedygtigheden er det essentielt med en ressourceeffektiv produktion, men samtidig en produktion, der er lønsom for den enkelte landmand. Det vil kræve en mælkepris, der er relativt høj på den internationale skala, da det danske lønniveau er højt, samtidig med at der er høje miljøkrav. Derudover vil der være betydelige krav til dyrevelfærd fra forbrugerne, og på fodersiden kan der forventes krav til sporbarhed, lokal produktion, non-GM foder samt høj grovfoderandel.

4.2 Foderproduktion

De væsentligste grovfoderemner i Danmark pt. er kløvergræs og majs til helsæd. **Her vil vi omtale kraftfoder, kløvergræs og udfordringerne vedr. gødskning, afgræsning, dyrkning af græs i renbestand, majs til helsæd, roer og biprodukter.**

4.2.1 Kraftfoder

Kraftfoderet i malkekvægbruget er i dag overvejende råvarer (især korn samt raps og sojaprodukter). Non-GM mælk har øget fokus på lokalproduceret proteinkraftfoder, og fosfor restriktioner betyder at rapsprodukter ikke umiddelbart kan udfylde hele proteinbehovet. Hestebønner er et eksempel på en frø-afgrøde, der både kan være lokalproduceret, og som kan erstatte raps- og sojaprodukter som proteintilskud til malkekøer. **Det forventes, at lokalproducerede proteinholdige frø som f.eks. hestebønner vil blive en betydelig del af proteinforsyningen fremover.**

4.2.2 Græs og kløvergræs

Måltrettet gødskning af kløvergræs

Kløvergræs består af to funktionelle grupper, som har vidt forskelligt gødningsbehov. Mens græs giver respons på N-tilførsel op til 500 kg N/ha, så kan kløver fikserer atmosfærisk N og har derfor ikke et behov for kvælstofgødning. N-behovet for blandingen af de to komponenter afhænger derfor af, hvor stor en andel kløveren udgør. Da kløver har betydning for kvalitet og mælkeydelse afhænger den økonomisk optimale N-tilførsel derfor af fire ting: Udbytte, kløverandel, prisen på protein og prisen på N-gødning. Den økonomisk optimale N-tilførsel vil derfor være væsentligt reduceret i takt med øget kløverandel.

Dette forhold tages der i dag kun i meget begrænset omfang højde for, og N-normen på 282-297 kg N/ha, alt efter jordtype og mulighed for vanding, rammer derfor på dele af arealet langt over behovet, og omvendt vil der være områder, hvor kløverandelen er meget lille, og hvor N-normen for kløvergræs er for lav. På fremtidens kvægbrug er der behov for lokalt at gødske efter kløverandel. Det kræver præcis kendskab til kløverandelen lokalt samt at man kan forudsige N-tilførsels effekt på kort og lang sigt.

Der arbejdes pt. med kamerateknologi, som vha. neurale netværk kan trænes i at kende forskel på græs og kløver (Skovsen et al., 2017), og det vil ovenikøbet være muligt at differentiere rødkløver fra hvidkløver (Skovsen et al., 2018). Sådanne kameraer vil kunne monteres på ATV og drone eller på udstyr, som alligevel kører i marken i forbindelse med gylleudbringning, afpudsning eller skårlægning. På sigt vil satellitbilleder måske få en kvalitet, som kan anvendes.

Udviklingen og implementeringen af disse teknologier er i sin vorden, men de har potentialet til en væsentlig øget udnyttelse af N-tilførslen med bedre grovfoderkvalitet og økonomi til følge. Ud over teknologiudviklingen kræver det et udbygget kendskab til dynamikken i kløvergræsmarken, for at en kløverandel bestemt på et givent tidspunkt skal kunne relateres til kvalitet og mængde ved høst under forskellige klimatiske forhold. Det er især vigtig i forårsvæksten.

Sædskifter uden majs

I græsmarker sker en betydelig opbygning af N, og ved ompløjning af marken sker en stor frigivelse. Ved et uhensigtsmæssigt sædskifte, hvor afgrøderne efter ompløjning ikke tidsmæssigt og

mængdemæssigt er i stand til at udnytte den frigivne N, kan der især på lette jordtyper ske betydelig udvaskning. Især majs umiddelbart efter ompløjning er en udfordring, som kun delvis kan imødegås med efterafgrøder i majs. Ved en placering længere væk fra tidspunktet for ompløjning forbedres det væsentligt (Hansen et al., 2018).

Ikke desto mindre er der interesse for at producere mælk, som er græsbaseret i sædskifter uden majs. Det vil bringe udvaskningen af nitrat ned på et niveau, som er det laveste, der kan præsteres på et dyrket areal, under forudsætning af, at ompløjningen håndteres forsvarligt med et "tæt" sædskifte i årene efter (Hansen et al., 2018). Uden at det nødvendigvis er en konsekvens, må det formodes at skubbe i retning af græsmarker af længere varighed, eller andre afgrøder med mindre N udvaskning som f.eks. roer.

Da udbyttet i marken i energi eller protein varierer mellem afgrøder, vil afgrødevalget have betydning for arealkravet. Da udbyttet (gennemsnit 2010-2016) i majs-helsæd (98 a.e./ha) normalt er højere end i kløvergræs (79 a.e./ha), og i foderroer (118 a.e./ha) højere end i majs-helsæd (Oversigt over landsforsøgene, 2016), vil en ændring mod mere græs øge arealkravet. En kombination med kløvergræs med foderroer ville kunne opveje dette øgede arealkrav.

Græs i renbestand

Mht. miljø og klimapåvirkning har græsmarker en stor fordel sammenlignet med majsmarker, da klimapåvirkningen beregnet som CO₂-ækvivalenter pr. kg produceret tørstof er mindre for kløvergræsensilage end for majsensilage (Mogensen et al., 2018). I dag er det dog, som beskrevet ovenfor, svært at optimere både energi og proteinudbytte i kløvergræsmarken, da øget kvælstoftilførsel reducerer kløverandelen og mindsker det samlede proteinudbytte. Samtidig er det vanskeligt at opnå det fulde udbyttepotentiale for græsset med de gødningsnormer, der er for kløvergræs i dag. I fremtiden kunne det derfor måske være mere optimalt at have separat dyrkning af hhv. græs og kløver. I de rene græsmarker, kan der anvendes store mængder kvælstofgødning, og danske forsøg har vist, at der ved høj kvælstoftilførsel kan høstes over 20 tons tørstof pr. hektar uden at påvirke N udvaskningen negativt (Manevski et al., 2017, 2018). I kløvermarkerne vil udbyttet være lavere, men med en højere protein koncentration selvom der ikke er tilført kvælstof, hvorved det samlede proteinudbytte vil være større end i en gødet kløvergræsmark. I et scenarie, hvor bioraffinering med produktion af grønt protein til enmavede dyr er essentielt, vil det også være mere økonomisk, hvis der kan avles større mængder grøn protein på mindre areal.

Persistens i græsmarken

Persistens i græsmarken defineres her som antal år, græsmarker kan anvendes med højt udbytte uden omlægning. Omlægning af græsmarker er typisk forbundet med store omkostninger og risiko for tab af næringsstoffer. En undersøgelse af grovfodersædskifter fra praksis på baggrund af data fra Landbrugsstyrelsen 2010-2015 viste, at af de ca. 300.000 ha omdriftsgræs, der var registreret i 2010, var 32 % omlagt efter 1. brugsår, 56 % efter 2. brugsår og 72 % efter 3. brugsår. Det skal dog bemærkes at

disse vintre var markant koldere end normalt. Alligevel er der behov for en fortsat forædling og forskningsindsats i retning mod mere persistente græsarter, der samtidig tilgodeser kravene til højtydende malkekøer. En lavere omlægningsfrekvens vil reducere omlægningsomkostningerne, og dermed nedbringe dyrkningsomkostningerne og reducere risikoen for tab af næringsstoffer ved omlægning.

Ud over brugen af mere persistente græsarter kan oversåning af græsmarker være en metode, der kan bruges til at forlænge brugsårene af græsmarken med forsat høj udbytte uden omlægning. I andre lande, hvor oversåning praktiseres med succes, kan levetiden for en græsmark uden problemer være 10-15 år, hvilket vil reducere omkostningerne og udvaskningen af næringsstoffer i forbindelse med omlægning. I økologiske systemer, hvor kløvergræsmarken bruges til sanering af sædskiftesygdomme og ukrudt, samt bidrager med næringsstoffer til den efterfølgende afgrøde, vil græsmarker med meget lang levetid nok ikke være så relevant, men en god persistens er forsat essentielt, så græsmarken kan yde høje udbytter i 2-3 brugs år.

Afgræsning med store besætninger

I forbindelse med projektet "DairyClim" lavede Kristensen & Sørensen (2017) en undersøgelse i 2015 blandt 375 mælkeproducenter. Samlet set viste undersøgelsen, at 25 % af de danske malkekøer var på græs, heraf 14 % konventionelle. Undersøgelsen viste endvidere, at andelen af konventionelle bedrifter med afgræsning faldt markant med stigende besætningsstørrelse, og der var således kun 2 % af besætningerne med mere end 250 årskøer, der benyttede afgræsning. De adspurgte oplyste, at de primære årsager til hvorfor disse bedrifter ikke praktiserede afgræsning var: Økonomi, lav ydelse og styring, mens afstand, areal og jordbund blev vurderet mindre betydende.

Afgræsningsskoler i 2014 viste, at afgræsning kan mestres med høj græsoptagelse i hele afgræsningssæsonen, og satte fokus på tiltag som landmanden kan foretage for at opnå dette. Men specielt større kvægbesætninger havde udfordringer med at opnå og opretholde en stor græsoptagelse ved afgræsning. Omfanget af dette problem vokser i takt med strukturudviklingen indenfor økologiske kvægbesætninger. Samtidig har nyomlæggere ekstra udfordringer i form at køer som ikke er vant til afgræsning.

Udbredelsen af Non-GM produkter i detailhandlen har vist, at forbrugerkrav kan rykke krav til produktionsformer relativt hurtigt. Et evt. forbrugerkrav om, at konsummælk skal være baseret på et vist minimum af afgræsning, vil få konsekvenser for en række mælkeproducenter. Dette vil stille krav til udvikling af:

- Planlægning og management af det rette sædskifte i forhold til arrondering (indmark/udmark)
- Græsudbud og smagbarhed gennem afgræsningssæsonen – artsammensætning, alternative afgræsningsafgrøder.
- Drivgange og græspleje (f.eks. isåning) som sikre produktive arealer.
- Afgræsningsplanlægning og beslutningsstøtte i afgræsningssæsonen. – brug af remote sensing

- Opdeling i afgræsningsgrupper (lakterende/goldkøer/opdræt) evt. på flere lokaliteter for at mindske udfordringer med arrondering.
- Tekniske løsninger til holdopdeling (smartgates).
- Planlægning og management i form af daglige rutiner i forhold til at sikre tilstrækkelig afgræsning afstemt staldfodring og malkning. Specielt udfordrende i robot besætninger.

4.2.3 Andre grovfodermidler

Majs til helsæd

Majs til helsæd har i dag en meget stor betydning i grovfoderforsyningen. Der har i Danmark foruden udbytte været fokus på en høj fordøjelighed af fiberdelen, som i sortsvalet er vægtet højere end en høj stivelseskoncentration. Dette fokus på høj fordøjelighed af fiberdelen forventes at fortsætte. Men med klimacændringen, højere temperaturer og længere vækstsæson vil mulighederne øges for majs til modenhed og/eller kerne/kolbeensilage. Både til majs og til nordiske kornarter kan det tænkes, at der vil komme og blive anvendt plukkeudstyr til en stivelsesrig ensilage bestående af kerner samt de mest fordøjelige dele (blade, avner, svøb mm), mens strå/stængel kunne ensileres til biogas.

Fodersukkerroer

Fra at være en betydelig del af rationerne i kvægbruget for 30 år siden, er roerne i dag næsten forsvundet til fordel for majs-helsæd. I dag er der kun en begrænset anvendelse af friske roer, og af roer samensileret med f.eks. majs-helsæd. Men på grund af det betydelige udbyttepotentiale samt den begrænsede N udvaskning fra roemarken, forventes roer at få en renæssance. Roer har desuden en meget høj fordøjelighed, og vil derfor kunne medvirke til at opnå høj foderoptagelse. Stort arbejdskrav og kravet om frisk anvendelse har hidtil begrænset lysten til roerne, men i dag kan dyrkning, rengøring, konservering mm automatiseres. Yderligere har forsøg med vådensilerede roer vist, at roer konserveret på denne måde kan erstatte majsensilage (Helwing et al., 2017), og dermed levere en konstant foderkvalitet over hele året. **Fodersukkerroer vil blive en del af foderet til malkekøer fremover.**

4.2.4 Biprodukter

Biprodukter som oliekræm/skrå fra planteolieindustrien, klid mm. fra møllerierne, mask/bærme fra øl/alkoholindustrien, roepiller fra sukkerindustrien og citruspulp fra juiceindustrien er velkendte og værdsatte biprodukter i foderrationer til malkekøer. Vi må forvente, at med øget fokus på brug af vedvarende ressourcer i industrien, f.eks. som erstatning for plastprodukter, vil der komme en række nye biprodukter, der mængdemæssigt kan være betydelige for fodringen. Et eksempel herpå var den kraftige vækst i bioetanol og biodiesel produktion, som vi så for ca. 10 år siden, og hvor der var forventning om at en bærme og glycerol ville blive meget betydelige fodermidler til malkekøer.

(Gaillard et al., 2017; Gaillard et al., 2018). Glycerolen blev dog aldrig betydende, idet efterspørgslen fra industrien efter glycerol hurtigt blev øget, og glycerolen går derfor til et marked der kan betale mere. Glycerolen er således et eksempel på, at biprodukter kan have en kort levetid på fodermarkedet før der findes mere 'økonomisk' anvendelse. **Vi kan forvente, at der fremover vil komme nye og betydende biprodukter til kvægfodring.**

4.2.5 Forbruger/mejerikrav til foderforsyning

Der forventes som nævnt ovenfor, at der vil være en generel ydelsesstigning, der vil stille krav om mere og bedre foder. Derudover kan der forventes en række lovgivnings og/eller forbruger/mejeri krav, som kan få afgørende betydning for foderforsyningen.

Således vil en udvikling mod mere græsmælk og/eller afgræsning stille krav om mere græs og større arealer. En øgning af økologisk mælkeproduktion vil have nogenlunde samme konsekvenser. Der er desuden for tiden en øget interesse i fodring med frisk høstet græs.

Krav om at køer ikke fodres med foder, der kan anvendes til human ernæring (human edible) vil i sin yderste konsekvens betyde, at opdyrket jord ikke kan bruges til at producere kvægfoder som primær afgrøde, men at kvæg skal fodres med afgrøder fra vedvarende arealer og med biprodukter, der ikke kan spises af mennesker. Sådanne biprodukter kunne være pulp fra fremstilling af grøn protein fra græs/kløver, hvor proteinet bruges humant eller til enmavede, dvs. at der stadig kunne være foderproduktion på dyrkbar jord på kvægejendommen.

Udvikling mod mere non GM mælk vil sandsynligvis medføre en øget arealanvendelse til proteinholdige frø (hestebønner, ært, lupin), og det vil samtidig øge sporbarheden og andelen af lokal produceret foder.

Gennemgående er der i dette kapitel antaget, at vi vil have en fortsat øget ydelse pr. ko. Men der kunne komme en trend for mælk fra køer der har en lav 'naturlig!' mælkeydelse. En sådan udvikling vil, hvis mælkeproduktionen skal opretholdes på samme niveau, medføre et betydeligt større arealkrav til foderproduktion.

4.3 Rammebetingelser (miljø, klima, krav samfund og forbruger)

Der er krav om at miljø- og klimapåvirkning fra mælkeproduktionen reduceres, herunder ammoniak-emission, N udvaskning og metanudledning. Disse krav gælder for alle malkekvægbrug, men kravene til reduceret ammoniakemission kan være større i eller omkring ammoniak-følsomme områder, og kravene til reduceret N udvaskning forventes især i områder, der afvander til belastede fjordområder. Afhængigt af hvorledes rammerne udformes, kan det få ganske betydelige konsekvenser for den fremtidige kvægfodring. Ammoniak kravene (hvis de ikke løses via tekniske løsninger som f.eks. forsuring) vil kunne medføre, at det bliver optimalt at reducere proteinniveauet til under det, der er optimalt, når man ser på mælkeproduktionen (Weisbjerg et al., 2010). Kravene til reduceret N

udvaskning kan medføre, at afgrøder som majs til hedsæd kan blive problematiske i visse områder, da majsdyrkning især efter ompløjning af græs kan resultere i en betydelig N udvaskning. Alternativer kan her være øget dyrkning af græs og kløvergræs, evt. kombineret med bioraffinering. Desuden kan fodersukkerroer med deres store udbyttepotentiale og lave N udvaskning være et relevant alternativ. En sådan erstatning af majs til hedsæd med enten roer eller kløvergræs vil medføre at fodringen ændres fra stivelsesrig til henholdsvis mere sukkerrig for roerne eller mere protein og fiberrig for kløvergræsset, fiberrig især hvis øget græs/kløvergræs dyrkning kombineres med bioraffinering. **Majs til hedsæd kan blive erstattet af mere kløvergræs og/eller roer.**

Med hensyn til 2030 kravene til reduktion af metanemissionen fra mælkeproduktionen er det svært pt. at spå om hvilke restriktioner/rammer der måtte komme. Men sandsynligvis kommer der nogen! **Der kan forventes krav til reduceret metanemission, som vil have betydning for fodringen.**

Der vil sandsynligvis herudover komme krav fra 'samfundet' eller fra 'forbrugerne', tænkeligt gennem mejerierne, som vil have stor betydning for fodringen af malkekøer. Lanceringen af mælk fra GM fri fodrede køer i 2016 er et eksempel, og her vil det være logisk, at GM fri udvides fra at gælde drikkemælk til at dække al dansk mælk. Tænelige scenarier kunne være krav om græsfodring, afgræsning, fodring uden 'human edible' foder, osv. Ligeledes kan en øgning af andelen af økologisk mælk være tænelig, og alle scenarier kan medføre betydelige ændringer i fodringen. Det er også tæneligt at der fremover blive flere 'specialproduktioner', hvor vi i dag har f.eks. økologisk og NON-GM, og som en lille produktion 'græsmælk'. Men overordnet vil der i alle scenarier være de samme krav til øget mælkeproduktion og øget foderoptagelse som nævnt ovenfor. Kun et scenarie, hvor der ønskes mælk fra lavtydende køer (som også kunne være et tæneligt scenarie), vil fundamentalt ændre ovenstående krav om foder, der kan øge foderoptagelsen.

Med den udvikling, vi har set gennem de senere år, hvor mejerierne er blevet meget mere aktive i vurderingen af bl.a. foderet på de enkelte bedrifter, er det ikke utæneligt, at mejerierne fremover vil spille en endnu større rolle i at definere foder og foderrationer til malkekøerne. **Samfunds, forbruger og mejerikrav kan medføre, at fodringen ændres fundamentalt.**

Sammenhæng til biogas

Høj fodereffektivitet har hidtil været et vigtigt mål for kvægbruget, og har også været nævnt som et af Dansk kvægs indsatsområder. Der sker pt. en kraftig udbygning af biogas kapaciteten, og det må forventes, at en betydelig del af kvæggyllen inden for de kommende år vil gå videre til et biogasanlæg. Dette kan tænkes at ændre kravet om høj effektivitet hos koen betydeligt, da en lavere effektivitet hos koen (mere fordøjeligt organisk stof i gødningen) vil øge gødningens biogaspotentiale, og derved i biogassen 'opsamle' det, vi taber i koen. Derfor bør kvægproduktionssystemer, der leverer gødning til biogas (og som selv har biogasanlægget eller hvor gyllen afregnes efter kvalitet) fremover i foderplanlægningen medregne gyllens værdi til biogas. Dette vil tæneligt betyde, at det økonomisk

optimale foderniveau øges. Hvis kvæggyllen biogasomsættes kan det således øge det optimale foderniveau

4.4 Koens foderkrav for at opnå højere foderoptagelse

En mælkeydelse på omkring 16000 kg EKM pr. ko pr. år i 2040 vil betyde, at koen til den tid skal have en foderoptagelse på omkring 35 kg tørstof pr. dag. En foderoptagelse af denne størrelse vil være udfordrende både for koens tidsbudget og for dens kapacitet.

Ædehastigheden for en grovfoderrig (70% grovfoder) TMR varierede mellem 68 og 106 g tørstof/min (Johansen et al., 2017) afhængig af grovfodertypen, og for en PMR med 64 % grovfoder er en ædehastighed på ca. 100 g tørstof/min registreret for både Holstein og Jersey (Henriksen et al., 2018a). Jersey bruger således mindre tid på at æde end Holstein, da de har en lavere daglig foderoptagelse, selv om andre undersøgelser tyder på, at ædehastigheden (g tørstof/min) er lidt højere for Holstein end for Jersey (Henriksen et al., 2018b). Med en ædehastighed på 100 g tørstof/min vil det tage 10 min at æde 1 kg tørstof, og med en daglig foderoptagelse på 35 kg tørstof ville det tage næsten 6 timer at æde foderet.

For at koens tidsbudget skal hænge sammen med en tørstofoptagelse på 35-40 kg/dag, er det en forudsætning, at ædetiden pr. kg tørstof skal reduceres i forhold til, hvad den er i dag. Med en stigning i mælkeydelsen til 18.000 kg vil det kræve mere tid til malkning, forventelig med 3-4 malkninger pr. dag, hvorved koen ikke kan bruge ekstra tid ved foderbordet, hvis liggetiden på 12-13 timer pr. dag skal opretholdes.

Koens kapacitet for at rumme og slippe af med en foder mængde af denne størrelse er også udfordrende. Udfordringen med kapaciteten kan delvis afhjælpes ved at øge den overordnede fordøjelighed af foderrationen, da koens behov for indtag af tørstof dermed vil falde, da der trækkes mere energi ud af en given mængde tørstof. I produktionsforsøg med malkekøer har fordøjeligheden af total rationen varieret fra 67-80 %, mens fordøjeligheden for 'normale, ikke forsøgs' rationer nok ligger omkring 73-75% (Hymøller et al., 2005; Johansen et al., 2017). Hvis foder-fæces fordøjeligheden kan øges med f.eks. 5 procentenheder, så vil behovet for tørstofoptagelse blive reduceret med 6-7 procent. Derfor er høj fordøjelighed af foderet under produktionsforhold væsentlig for at kunne forsyne en højtydende ko med energi. Øget fordøjelighed af foderrationen vil i bedste fald kun kunne afhjælpe en begrænset del af det øgede behov, resten skal opfyldes via øget foderoptagelse.

Koens kapacitet for optagelse af foder afhænger dels af vommens kapacitet for indhold, dels af hastigheden hvormed vommen tømmes, enten gennem forgæring eller gennem passage ud af vommen. Vommens kapacitet for indhold er sandsynligvis fysisk begrænset af koens og dermed vommens størrelse, men varierer også med foderrationen. Derudover varierer mængden af vomindhold over døgnet med højeste fylde tidligt om aftenen og laveste fylde om morgen umiddelbart før morgenfodringen, når der fodres efter ædelyst med 2 daglige udfodringer (morgen og eftermiddag)

(Lund, 2002). Det vil kunne påvirke foderoptagelseskapaleten betydelig, hvis vomkapaleten udnyttes fuldt ud. Der er en vis mulighed for at øge vomindholdet via rationssammensætningen (Lund, 2002), men generelle større ændringer kan sandsynligvis kun opnås via større køer (avl). Det største vomindhold, der er målt i danske forsøg er 134 kg i et forsøg, hvor alt foderet udgjordes af kløvergræsensilage. I dette forsøg var den gennemsnitlig vomindhold 99 kg, og det gennemsnitlig indhold af tørstof i vommen var 13-14 kg (Weisbjerg et al., 2018).

En øget forsvinding fra vommen kan opnås ved øget forgæringshastighed, hvilket kan påvirkes via foderrationen. En øget forsvinding fra vommen via passage vil kunne fremmes både ved ændring i foderrationen (ændret valg af fodermidler og deres andel), og desuden ved valg af køer (avl).

Der findes så vidt vi ved ikke dokumentation for, om den avlsudvikling der er sket med køerne over tid har ændret den fordøjelighed køerne opnår, hvis man tænkte sig at samme ration blev udfodret. Men det blev ud fra tidligere forsøg vurderet, at fodereffektiviteten er konstant uafhængig af avlsfremgang med deraf følgende øget foderoptagelse, for ædelystfodrede køer der fodres med 'ens' rationer (Kristensen et al., 2003; Weisbjerg & Kristensen, 2005). Der er således ikke umiddelbar en forventning om, at der er sket en væsentlig udvikling i fordøjelighed ud over det som foderrationens iboende sammensætning og fordøjelighed kan forklare.

Proteinforsyning

Det er afgørende for at opretholde en fornuftig mælkeproduktion, at køerne har en tilstrækkelig proteinforsyning via foderet. Dette gælder såvel vomnedbrydelig protein til at sikre den mikrobielle omsætning og vækst, dels foderprotein der passerer vommen unedbrudt. Hvis øget foderoptag delvis fremmes via øget passagehastighed gennem vommen, kan der forventes en øget effektivitet af den mikrobielle proteinforsyning, således at kravet til foderprotein der passerer vommen unedbrudt vil blive reduceret. Men der vil i alle tilfælde være et krav til total proteinindhold i foderet, og grovfoderet vil sandsynligvis vil være en betydelig kilde. Dette betyder at der vil være behov for en del proteinrig grovfoder som bælgplanter og græs.

4.5 Hvilket foder kan så opfylde behovet for den fremtidige ko

Ud fra ovenstående kan vi forvente, at den fremtidige ko har en meget højere mælkeydelse og derfor har behov for en større næringsstofforsyning, hvilket primært skal opfyldes ved en højere foderoptagelse. Dette stiller krav om foder, der kan ædes hurtigere, som har en højere koncentration af tilgængelige næringsstoffer, og som fylder mindre (høj nedbrydnings- og passagehastighed), så koen kan æde mere.

Det har længe været kendt, at en høj fordøjelighed af grovfoderet er afgørende for at opnå en høj mælkeydelse, og at øget kraftfodertildeling kan afhjælpe, men ikke fuldstændig modvirke den negative

effekt af lavt fordøjeligt grovfoder (Kristensen & Skovborg, 1990). Nye studier viser, at grovfoder af høj kvalitet stadig er afgørende for at opnå en høj mælkeproduktion (Weisbjerg et al., 2017).

Udover høj fordøjelighed vil der være behov for grovfodertyper, der kan ædes hurtigt, og som kan fordøjes og passere hurtigt. På alle tre punkter har især hvidkløver, men også rødkløver, og græsarten rajsvingel (af rajgræstypen) vist fordele (højere ædehastighed, højere nedbrydningshastighed, højere foderoptagelse) sammenlignet med alm. rajgræs og strandsvingel, når der samtidig tages højde for fordøjelighed (Johansen et al., 2017). **Der er derfor uden tvivl potentiale i målrettet grovfodervalg for fremtidens ko.**

Høj fordøjelighed kan også opnås gennem øget kraftfoderandel af rationen, da de kraftfodermidler, der anvendes i dag (eks. byg, hvede, raps og soja), vil reducere andelen af cellevægge i den samlede foderration og dermed øge fordøjeligheden. Effekten vil dog afhænge af fiberfraktionen i kraftfodermidlet. I fremtiden må det forventes, at de kraftfodermidler, der kan anvendes i kvægrationer, vil blive mere fiberrige og have et større indhold af antinutritionelle faktorer, da der uden tvivl vil blive mere fokus på bæredygtighed og en reduceret brug af "human edible" fodermidler (fodermidler, der potentielt kan bruges til menneskeføde). Dvs. at det primært er fodermidler, som ikke kan anvendes til menneskeføde, eller som vil være problematiske at anvende til grise eller fjerkræ, som det vil være økonomisk fordelagtig at anvende i kvægbruget. Dette vil dermed medføre, at kraftfoderdelen bliver mindre fordøjelig, end den er i dag, hvilket vil kræve endnu mere af fordøjeligheden af grovfoderet. Dette kan også betyde, at grovfoderandelen af totalrationen vil øges de kommende år, og at forskellen og dermed skelnen mellem grovfoder og kraftfoder med tiden vil blive udvisket. Set i en større sammenhæng vil der være store muligheder i at optimere foderproduktionen, ved samproduktion på tværs af kvæg, svine, plante, og fjerkræ bedrifter og evt. udnyttelse af bioraffinering. **Der vil blive øget fokus på at kørne skal udnytte det foder enmavede ikke kan udnytte.**

4.5.1 Processing

Processing af grovfoder

Koen har gennem evolutionen udviklet evnen til at udnytte energien fra planternes cellevægge via samspillet med mikroorganismene i vommen. For at få den bedste udnyttelse af foderet er det nødvendigt, at foderpartiklerne forbliver i vommen i så lang tid, at mikroorganismene har tid til at nedbryde cellevæggene. Dette giver dog den ulempe, at vommen er med til at begrænse foderoptagelsen, da foderet ikke kan passere videre, før det er tilstrækkeligt nedbrudt eller findelt. Koen bruger en betydelig del af ædetiden til at neddele foderet, og gøre det mere tilgængelig for mikrobiel nedbrydning. Den efterfølgende drøvtygning reducerer partikelstørrelsen til noget, der kan passere ud af vommen. Så længe foderpartiklerne ikke kan passere ud af vommen, vil de fylde og dermed begrænse ny foderoptagelse. Fysisk behandling af foderet før opfodring, eller evt. før ensilering, vil potentielt kunne øge såvel foderoptagelsen (herunder ædetid) som omsætningshastigheden.

lgangværende projekter, der undersøger effekten af fysisk behandling af græsmarksafgrøder før ensilering (Weisbjerg et al., 2018) og undersøger foderværdien af kløvergræs-pulp (rest efter bioraffinering, hvor græssaften er ekstraheret mhp. proteinforsyning af enmavede) (Damborg et al., 2018, under publicering), tyder på, at der ved fysisk behandling før opfodring kan opnås betydelige gevinster ift. foderoptagelse og fordøjelighed af fiberfraktionen. **Fysisk behandling af grovfoder før opfodring kan have et betydeligt potentiale.**

Processing af kraftfoder

Det kraftfoder, der anvendes i dag, har normalt gennemgået en form for processing. Ikke-hjemmeproduceret kraftfoder har normalt været igennem et centraliseret og større 'industrikompleks', og der vil derfor være rige muligheder for at 'optimere' det produkt, der går videre til kørerne som kraftfoder. Mange af disse produkter, der ofte anses som et restprodukt af producenten, bliver solgt på bulk markedet, og der vil være en stort potentiale i at forbedre foderværdien af disse produkter. Potentielle muligheder vil være fraktionering af f.eks. oliekrager og -skrå mhp. f.eks. at reducere fosforindholdet i kraftfoder til kvæg, eller forbehandling med enzymer mhp. at øge fiberfordøjeligheden og/eller fosfor tilgængeligheden. En simpel anvendelse af fraktionering, som allerede har fået en betydelig anvendelse, er afskalning af havre. Her kan den fiberrige skal anvendes til f.eks. kvier og goldkør, der ikke har behov for store energimængder, mens den energirige afskallede kerne med et højt fedtindhold er et godt fodermiddel til højtydende malkekør. Tilsætning af enzymer til foderblandingen, der skal hjælpe med nedbrydningen af næringsstoffer i maven, er også en mulighed, men denne teknologi har endnu ikke vist overbevisende fordele i forhold til fiberfordøjelighed. **Måltrettet processing (fraktionering og forbehandling) af kraftfodermidler til malkekør forventes at have et stort potentiale.**

4.6 Udfodring og fodringsstrategier

En foderration er ofte optimeret til den højtydende malkeko mht. energi og næringsstoffer, og det er derfor vigtigt, at det, der er tiltænkt til koen, også er det, der udfodres. Dette er der kommet stor fokus på de senere år, hvor der vedr. udfodring er sket en markant udvikling. Der arbejdes bl.a. med at øge præcisionen ved blandingen vha. NIR måling af tørstof, så variationen i foderblandingen fra dag til dag minimeres, og med at automatisere registreringen ved direkte dataoverførsel, så der er bedre styr på, hvad der faktisk er kommet i foderblandingen. Yderligere er der stor fokus på at reducere køernes mulighed for at selekttere, bl.a. ved kompakt fuldfoder.

Automatiske registreringer af foderblandinger kombineret med øvrige daglige automatiske registreringer (bl.a. mælkeydelse, vægt, aktivitet, kraftfoderoptagelse, og måske fremover også individuel foderoptagelse af ædelystfoderet (TMR, PMR)), vil give meget større muligheder for at styre og optimere fodringen, såvel på gruppe som på individuel niveau.

Individuel styring og optimering af energitildelingen via individuelle kraftfoderstrategier synes ikke pt. at være fordelagtige (Henriksen et al., 2018a, b, c; Ferneborg et al., 2018). Alligevel er der uden tvivl et stort potentiale for at optimere fodringen over laktationen, f.eks. med høj energi og protein koncentration i rationen i tidlig laktation, og fedttilskud efter afsluttet mobilisering (Weisbjerg, 2014). Yderligere kan der være en fordel i at opdele besætningen mellem 1. laktations og ældre køer såvel adfærds/velfærdsmæssigt som fodringsmæssigt. Det tyder f.eks. på, at positiv respons på øget proteintildeling i tidlig laktation især gælder for ældre køer (Weisbjerg et al., 2014). Den betydelige øgning i besætningsstørrelse, vi ser pt., og som ser ud til at fortsætte, vil betyde, at det bliver praktisk muligt at tilrette fodringen til specifikke grupper af køer. Ligeledes vil det øge muligheden for at optimere fordelingen af (grov)-fodermidler til forskellige dyregrupper (lakterende køer, goldkøer, kvier, kalve). **Det forventes således, at TMR1/PMR1 vil blive afløst af TMR2-?/PMR2-?.**

4.7 Konklusion

Følgende udvikling er tænkelige for fremtidig fodring og foderproduktion indenfor malkekvægbruget i Danmark:

- Ydelsesfremgangen vil kræve en stor stigning i foderoptagelse
- Øget foderoptagelse kræver foder, der kan ædes hurtigere og nedbrydes/passere hurtigere
- Andel af lokalproduceret foder i rationen vil stige
- Miljøkrav vil blive bestemmende for grovfodervalg
- Mindre majs til helsæd, mere græs/kløvergræs og roer
- Græs-kløvergræsmarker vil få større persistens
- Økologi og dermed anvendelse af afgræsning vil øges
- Processing af grovfoder (herunder bioraffinering) bliver almindeligt
- Behandling/processing/fraktionering af kraftfoder bliver mere udbredt
- Fodring på gruppeniveau ('fasefodring') vil blive udbredt

4.8 Litteratur

- Britt, J. H., Cushman, R. A., Dechow, C. D., Dobson, H., Humblot, P., Hutjens, M. F., Jones, G. A., Ruegg, P. S., Sheldon, I. M., Stevenson, J. S. 2018. Invited review: Learning from the future - A vision for dairy farms and cows in 2067. *J. Dairy Sci.* 101:3722–374, <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14025>
- Ferneborg, S. Steinshamn, H. Prestløkken E. 2018. Dynamic feeding of dairy cows in automatic milking systems NFSC, Nordic feed Science Conference, Proceedings of the 8th Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden, 13-14 June 2017. Report 296, SLU. 107-110.
- Gaillard, C., Sørensen, M.T., Vestergaard, M., Weisbjerg, M.R., Basar, A., Larsen, M.K., Martinussen, H., Kidmose, U., Sehested, J. 2017. Effect of substituting soybean meal and canola cake with dried distiller's grains with solubles, at two dietary crude protein levels, on feed intake, milk production, and milk quality in dairy cows, <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12718>. *J. Dairy Sci.* 100, 8928–8938.
- Gaillard, C., Sørensen, M.T., Vestergaard, M., Weisbjerg, M.R., Larsen, M.K., Martinussen, H., Kidmose, U., Sehested, J. 2018. Effect of substituting barley with glycerol as energy feed on feed intake, milk production and milk quality in dairy cows in mid or late lactation. *Livest. Sci.* 109. 25-31.
- Hansen E.M., Thomsen I.K., Petersen S.O., Lærke P.E., Pedersen B.F., Rasmussen J. & Christensen B.T., Jørgensen U. & Eriksen J. (2018) Muligheder for reduktion af næringsstoffab i græsrigte sædskifter. DCA-notat til Landbrugsstyrelsen 15. maj 2018.
http://pure.au.dk/portal/files/127151867/Besvarelse_Mulighed_for_reduktion_af_n_ringsstofab_i_gr_srige_s_dskifter.pdf
- Hellwing, ALF., Messerschmidt, U, Larsen, M, Weisbjerg, M.R. 2017. Effects of feeding sugar beets, ensiled with or without an additive, on the performance of dairy cows. *Livest. Sci.* <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.10.007>. 206, 27-44.
- Henriksen, J. C. S. Munksgaard, L., Weisbjerg, M. R. 2018a. Short-term responses in production and behavior during periods of change in concentrate allowance for dairy cows. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14624>. *J. Dairy Sci.* in press.
- Henriksen, J. C. S., Munksgaard, L., Agerbo, M., Weisbjerg, M. R. 2018c. Effects of production and behaviour when cos concentrate allowance is based on individual com milk yield response. Manuskript.
- Henriksen, J. C. S., Weisbjerg, M. R., Løvendahl, P., Kristensen, T., Munksgaard, L., 2018b. Effect of an individual cow concentrate strategy on production and behavior. Submitted *J. Dairy Sci.*
- Hymøller, L., Weisbjerg, M.R., Nørgaard, P. Børsting, C.F. & Kristensen, N.B. 2005. Majsensilage til malkekøer. DJF Rapport Husdyrbrug nr. 65. 71pp
- Johansen, M., Lund, P., Weisbjerg M.R. 2018. Feed intake and milk production in dairy cows fed different grass and legume species: a meta-analysis. doi:10.1017/S1751731117001215. *Animal*, 12, 66-78.
- Johansen, M., Søegaard, K. Lund, P. and Weisbjerg, M. R. 2017. Digestibility and clover proportion determine milk production when silages of different grass and clover species are fed to dairy cows. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13401>. *J. Dairy Sci.* 100, 8861-8880.
- Kristensen & Sørensen, 2015. Malkekøer og afgræsning.
<http://anis.au.dk/aktuelt/nyheder/vis/artikel/malkekoeer-og-afgraesning/>

- Kristensen, T., Jensen, C., Østergaard, S., Weisbjerg, M.R., Aaes, O., Nielsen, N., 2015. Feeding, production, and efficiency of Holstein-Friesian, Jersey, and mixed-breed lactating dairy cows in commercial Danish herds. *Journal of Dairy Science*. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8532>. *J. Dairy Sci.* 98, 263–274.
- Kristensen, T., Aaes, O., Weisbjerg, M.R. 2015. Production and environmental impact of dairy cattle production in Denmark 1900-2010. doi:10.1016/j.livsci.2015.06.012, *Livest. Sci.* 178, 306-312.
- Kristensen, V.F., Skovborg, E.B. 1990. Betydningen af tidspunktet for 1. slæt i græs for græsudbytte og – kvalitet og for ensilageoptagelse og produktion hos malkekøer. Fællesberetning nr. 15. Statens Planteavlsforsøg & Statens husdyrbrugsforsøg. 37 pp.
- Kristensen, V.F., Weisbjerg, M.R., Børsting, C.F., Aaes, O. & Nørgaard, P. 2003. Malkekoens energiforsyning og produktion. I: Kvægets ernæring og fysiologi. Bind 2 – Fodring og produktion. Ed.: F. Strudsholm & K. Sejrsen. DJF rapport nr. 54. 73-112.
- Lund, P. 2002. The effect of forage type on passage kinetics and digestibility of fibre in dairy cows. PhD Thesis, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark. 169.
- Olijhoek, D.W., Løvendahl, P., Lassen, J., Hellwing, A.L.F., Höglund, J.K., Weisbjerg, M.R., Noel, S.J. McLean, F. Højberg, O. Lund, P. 2018. Methane production, rumen fermentation, and diet digestibility of Holstein and Jersey dairy cows being divergent in residual feed intake and fed at two forage-to-concentrate ratios. *J. Dairy Sci.* Accepted.
- Oversigt over landsforsøgene, 2016. SEGES. https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Landsforsoeg-og-resultater/Oversigten-og-tabelbilaget/Sider/pl_oversigten_landsforsoegene_2016_web.pdf
- RYK. <https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/RYK/Sider/Kv-2017-11-14-Ydelseskontrol-2016-2017.pdf>
- Skovsen S., Dyrmann M., Eriksen J., Gislum R., Karstoft H. & Jørgensen R.N. (2018) Predicting Dry Matter Composition of Clover Grass Leys Using Data Simulation and Camera-based Segmentation of Field Canopies into White Clover, Red Clover, Grass and Weeds. *Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture*. June 24-27, Montreal, Canada.
- Skovsen S., Dyrmann M., Mortensen A.K., Steen K.A., Green O., Eriksen J., Gislum R., Jørgensen R.N. & Karstoft H. (2017) Estimation of the Botanical Composition of Clover-Grass Leys from RGB Images Using Data Simulation and Fully Convolutional Neural Networks. *Sensors* 17, 2930; doi:10.3390/s17122930.
- Weisbjerg, M.R. & Kristensen, V.F. 2005. Udnyttelsen af energien i foderet forringes, når koen får mere foder. *KvæglInfo* nr. 1453. 5 pp
- Weisbjerg, M.R. 2014. Feeding strategies for dairy cows. *Bulgarian Journal of Animal Science*. LI, 133-137.
- Weisbjerg, M.R. Waldemar, P., Hellwing A.L.F., Kristensen, T. 2018. Can we increase digestibility of green forages by physical treatment before ensiling? *Proceedings, 9th Nordic Feed Science Conference*, 12-13 June 2018, Uppsala, Sweden. Rapport 298, SLU. 15-22.
- Weisbjerg, M.R., Hymøller, L., Hellwing A.L.F., Larsen M. 2014. Older Cows Respond Dramatically to Increased By-pass Protein Immediately after Calving. In: (Ed.) S. Hatcher, G.L. Krebs and B.W.B. Holman *Proceedings of the 30th Biennial Conference of the Australian Society of Animal Production*. ANIMAL PRODUCTION IN AUSTRALIA. 30. 92.

- Weisbjerg, M.R., Johansen, M. 2017. A note on the response in feed intake and milk yield on increased forage organic matter digestibility. NFSC, Nordic feed Science Conference, Proceedings of the 8th Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden, 13-14 June 2017. Report 296, SLU. 77-80.
- Weisbjerg, M.R., Kristensen, N.B., Hvelplund, T., Lund, P. & Løvendahl, P. 2010. Malkekoens produktion ved reduceret kvælstoftildeling. In: Ed. N.B. Kristensen. Malkekoens biologiske potentiale for reduceret udskillelse af fosfor, kvælstof og metan. Intern rapport, Husdyrbrug nr. 22. 17-29.

5 Avl

Morten Kargo

Institut for Molekylærbiologi og Genetik, Aarhus Universitet

5.1 Introduktion

Husdyravlen og herunder kvægavlen har gennem det seneste årti som følge af introduktionen af genomisk selektion (Meuwissen et al., 2001) gennemgået en revolution inden for avlsværdivurderingen. Dette har samtidig afstedkommet store ændringer i avlsarbejdets organisering. I forhold til avlsmålet har de nordiske lande igennem mange år været foran i forhold til at avle for en samlet forbedring af det enkelte dyrs evne til at skabe størst mulig økonomisk afkast til kvægbrugeren. Dette forspring er imidlertid ved at skrumpe ind, idet mange andre lande nu også har registreringer for de funktionelle egenskaber.

Når effekten af avlsarbejdet inden for kvæg skal vurderes, er det vigtigt at skelne imellem det avlsarbejde, der foretages på populationsniveau, og det avlsarbejde der foretages på besætningsniveau. Avlsarbejdet på populations niveau er bestemmende for, i hvilken retning (fastlagt ved avlsmålet) populationen bevæger sig i, samt bestemmende for hastigheden, hvormed det sker, hvor hastigheden afspejler avlsplanens effektivitet. På besætningsniveau er avl en vigtig del af besætningens management strategi på mellemlangt sigt. De håndtag, der her er at skrue på, er fastsættelse af besætningens avlsmål (gård-indeks) – altså det indeks hvorefter der udvælges tyre til inseminering. Derudover skal det på den lidt længere bane beslutes hvilke (n) race(r), der skal anvendes i besætningen. Det skal beslutes, om der i besætningen skal anvendes systematiske krydsningsavlplaner, og det skal beslutes i hvilken grad kønssorteret sæd og kødkvægssæd anvendes i besætningen.

5.2 Egenskaber i avlsmålet og samspil imellem disse

I avlsmålet for malkeracerne i Norden indgår allerede mange egenskaber. I projektet "Den optimale ko" blev det vurderet hvilke egenskaber, der vil være vigtige fremover, og som derfor skal tildeles en økonomisk værdi i avlsmålet for malkekvæg. Opsummeringen fra dette arbejde er:

Mælkeproduktion og produktkvalitet

Egenskaberne mælk, fedt og proteinydelse i 1., 2. og senere (3+) laktation har økonomisk værdi

- For mælkeydelse bør værdien opdeles i en værdi for væskedelen og en værdi for laktosedelen
- Værdien af fedt bør opdeles i en værdi for den mættede del og i en værdi for den umættede del. Derudover bør det påtænkes at give CLA en særskilt økonomisk værdi
- Værdien af protein bør opdeles i en værdi for kasein, en værdi for b-lactoglobulin og en værdi for restprotein

- Hvis det er muligt, er det relevant at beregne økonomiske vægte for bestemte varianter af mælkeproteinerne f.eks. κ-kasein B

Tilvækst og kødkvalitet

Egenskaberne tilvækst for tyrekalve, slagteform for tyrekalve (ca. 12 måneder ca. 18 måneder), samt slagteform for køer og mørhed bør tildeles økonomisk værdi.

Frugtbarhed

Som udgangspunkt bør der beregnes økonomiske vægte for de tre egenskaber:

- Evnen til at komme i brunst og til at vise brunst.
- Evnen til at blive drægtig (Drægtighedschance)
- Evnen til at bibeholde drægtigheden (abort)

Fødsel og kælvning

Der bør beregnes økonomiske værdier for følgende egenskaber:

- Dødfødsler (% dødfødte) for både 1. paritet og senere pariteter
- Kælvningsevne for både 1. paritet og senere pariteter

Yversundhed

I denne egenskabsgruppe bør der beregnes økonomiske værdier for:

- Smitsom mastitis og miljø/ko afhængige mastitis typer
- Indenfor hver af disse grupper bør der fastsættes værdier afhængig af sværhedsgrad (subklinisk, klinisk, klinisk)
- celletal

Øvrige sygdomme

Der bør beregnes økonomiske værdier for:

- Reproduktionslidelser samt fordøjelses- og stofskiftelidelser under hensyntagen til sværhedsgraden af disse.
- Digital dermatitis, klovbrandbyld samt en samling af hornrelaterede klovproblemer
- Sygdomme i opdrætsperioden

Eksteriør og brugsegenskaber

Det drejer sig om følgende egenskaber:

- Malkeorganer
- Malketid
- Temperament

Holdbarhed

Den økonomiske værdi af produktiv holdbarhed defineret som det faktiske antal dage i laktation bør tildeles en økonomisk værdi.

Dødelighed

Der bør beregnes økonomiske værdier for dødelighed hos både køer og ungdyr.

Persistens

Den økonomiske værdi af persistens bør vurderes.

Foderoptagelse og næringsstofudnyttelse

Beregning af den økonomiske værdi for residual feed intake og næringsstofudnyttelse bør beregnes.

Klima- og miljøpåvirkninger

Som udgangspunkt bør den økonomiske værdi af metan-produktion (liter metan/dag) og af urea niveau beregnes.

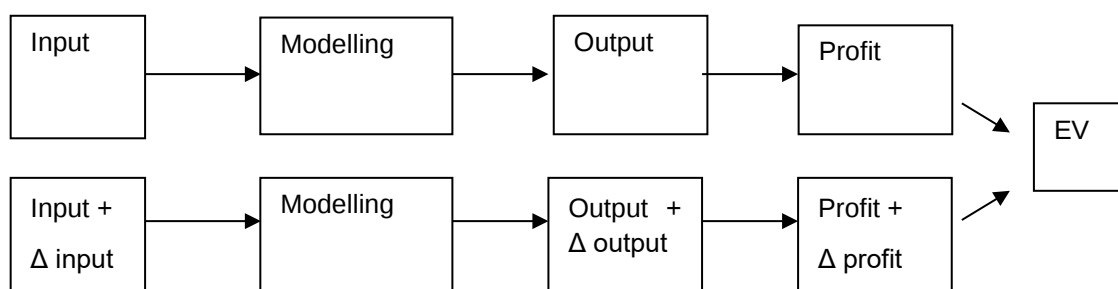
Niveauet af alle disse egenskaber er vigtige for det samlede økonomiske resultat på et kvægbrug. Ved fastsættelsen af de økonomiske værdier skal der ikke tages hensyn til egenskabernes arvbarhed eller indbyrdes fænotypiske og genetiske sammenhænge. Effekten af egenskabernes arvbarhed indgår i omsætningen af den økonomiske værdi til en indekseværdi for indekset for egenskaben. Sammenhængene imellem egenskaberne bør der ikke tages hensyn til, da en sådan hensyntagen vil betyde dobbeltvægtning på visse egenskaber. De genetiske sammenhænge har imidlertid meget stor indflydelse på den effekt, som opnås ved gennemførelsen af en given avlsplan. Overordnet set er der ugunstige genetiske sammenhænge imellem ydelsesegenskaber og hhv. funktionelle egenskaber som frugtbarhed og kælvningsevne og sygdomsegenskaber. Der er gunstige sammenhænge imellem ydelse og foderoptagelse, men kun således at foderoptagelsen ikke stiger proportionalt med behovet, hvilket f.eks. betyder at den højere ydende ko kræver mere koncentreret foder. Der er gunstige sammenhænge imellem egenskaberne inden for gruppen af funktionelle egenskaber og sygdomsegenskaber, hvilket betyder at selektion for en af egenskaberne alt andet lige også fremmer de andre egenskaber i gruppen. En egenskab som størrelse har en svag genetisk sammenhæng til ydelse, men en ugunstig sammenhæng til sundhedsegenskaber. Det er derfor ganske naturligt, at der skete en væsentlig reduktion i det avlsmæssige niveau for sundhed og frugtbarhed i de sidste årtier i forrige århundrede, hvor avlsmålet primært var ydelse og eksteriør.

5.3 Avlsmål

Avlsmålet er utroligt vigtigt for det samlede avlsarbejde, da det er i avlsmålet, at retningen for de avlsmæssige ændringer, som vil komme til at ske, fastlægges. Traditionelt tildeles alle egenskaber en økonomisk værdi, og baseret på denne beregnes en indeks vægt for hver af egenskaberne. Optimalt set bør alle egenskaber med økonomisk værdi indgå i avlsmålet – altså egenskaberne beskrevet i forrige afsnit.

De økonomiske værdier kan beregnes med forskellige metoder. De to mest udbredte er ikke objektive og objektive metoder

De ikke objektive metoder er en subjektiv fastsætte vægte, baseret på ønsket om en given fremgang for en eller flere egenskaber. Når disse værdier fastsættes regner man så at sige baglæns, idet man givet kendskab til en avlsplan beregner hvilken vægt en egenskab skal tillægges for at man i denne avlsplan opnår den ønskede fremgang. Når der anvendes objektive metoder til estimeringen er de økonomiske værdier baseret på simulering (modellering af den virkelige verden, og den marginale værdi af en øgning af hver af avlsmålsegenskaberne beregnes som det fremgår af Figur 1. Model antagelserne kan være baseret på nuværende forhold, men det er bedre at basere de på de fremtidige produktionsforhold, eller forventninger til disse.



Figur 1. Udlledning af økonomiske vægte (EV) ved brug af en simuleringsmodel og marginal betragtninger (modificeret efter Nielsen (2004) og Groen (2001)).

Avlsarbejdet med kvæg i Norden har gennem flere årtier på papiret fokuseret på den økonomiske ko, og avlsmålene i de nordiske lande har således omfattet både produktionsegenskaber og funktionelle egenskaber. Derved har landene haft en ledende rolle på dette område med "Den nordiske profil" (Philipsson et al., 1975; Juga et al., 1999; Pedersen et al., 2003). Dog har avlsorganisationerne (især inden for HF) helt frem til årtusindskiftet ofte anvendt andre mål ved udvælgelsen af avlsdyr, hvilket har betydet, at man i de år ikke nåede så langt i retning af den total økonomiske ko, som man kunne have gjort. I stedet fik man større fremgang for ydelses- og eksteriør egenskaber. Siden årtusindskiftet er fokus for alle racer dog kommet på total økonomi, hvilket også kan aflæses i de opnåede avlsfremgange.

I samme periode er samarbejdet mellem Finland, Sverige og Danmark til stadighed forstærket. Det har derved været muligt at skabe et fælles totaløkonomisk indeks (NTM) for hele området. Udarbejdelsen af NTM-indekset er baseret på et videnskabeligt arbejde, og det er et af de bedst dokumenterede totaløkonomiske indeks i verden (Kargo et al., 2014). Ved fastlæggelsen af NTM for de tre malkeracer HF, Nordisk rødt og jersey fastlægges avlsmålet ud fra det gennemsnitlige produktionssystem i de tre lande. Dette gør avlsmålet robust, men betyder også, at kvægholdere med væsentlig afvigende produktionsforhold muligvis ikke opnår den avlsfremgang de ville have kunnet få, hvis avlsmålet var baseret på deres egne produktionsforhold. Samtidig betyder det også, at de tre racer avlsmæssigt bevæger sig i retning af at blive mere ens. Hvorvidt det er hensigtsmæssigt og muligt at have flere forskellige avlsmål inden for race behandles i næste afsnit.

Danske kvægbrugere blev for nyligt adspurgt i forhold til deres præferencer i forhold til avlsmål (Slagboom et al., 2016) og her viste det sig f.eks., at de økologiske landmænds præferencer ikke adskilte sig væsentligt fra de konventionelle landmænds præferencer. Samtidig blev det diskuteret, at kvægbrugernes svar antageligvis er et svar på et spørgsmål med et meget langsigtet perspektiv, baseret på de forholdsvis nære forventninger til fremtiden. Forstået på den måde, at forventning til høje mælkepriser på den korte bane forventeligt vil føre til at flere landmænd vurderer mælkeproduktion vældigt højt i avlsmålet. Derfor vil et avlsmål fastsat ud fra en økonomisk model, med forudsætninger svarende til de forventede fremtidige (6-10 år) produktionsforudsætninger være det bedste. I visse tilfælde bør det dog ikke alene være økonomien, som spiller en rolle, men også principper for produktion, således vil f.eks. et avlsmål tiltænkt den økologiske mælkeproduktion være meget forskelligt alt efter om den er baseret på en stringent økonomisk model eller baseret på de økologiske principper (Slagboom et al., 2018).

En ny udfordring, som ikke er taget op i forhold til avlsmåls fastsættelsen hos malkekvæget er betydningen af klimaafttryk set i forhold til den samlede kvægproduktion. Kvæget leverer både kød- og mælkeprodukter. Kødkvæg leverer kun kød, medens malkekvæg kan levere både mælk og kød. I forhold til klimaafttryk er det forholdsvis belastende at have en ko gående året rundt for blot at producere et slagtedyr. Derfor er klimabelastningen af slagtedyr produceret på en malkeko langt mindre, da malkekoens klimaafttryk kan fordeles på både kød og mælk. Dette vil alt andet lige forskyde avlsmålet for malkekvæg i retning mod en toformålsrace.

Hvis en kvægbruger ikke finder, at avlsmålet afspejler den retning, han ønsker besætningens avlsmæssige niveau ændret i, kan insemineringstyrene udvælges ved hjælp af et "gård-indeks" fastlagt på basis af ejendommens egne forudsætninger. Dette giver mulighed for at dyrenes avlsmæssige egenskaber afviger fra racens avlsmæssige egenskaber, men kun til en vis grad, da udvælgelsesgrundlaget stadig er dyr fra en population, som følger det af racen fastsatte avlsmål. På sigt vil også landmanden, som anvender et gård-indeks følge racens samlede avlsmål. Er dette ikke tilfredsstillende kan raceskift eller krydsning være en mulighed i forhold til at komme i den retning man ønsker.

De danske racer har forskellige styrker og svagheder. I en undersøgelse fra sommeren 2018 udført af Ruth Davis og Lisa Hein fra SEGES er det undersøgt, om de tre danske malkeracer (Holstein, RDM og Jersey) er økonomisk ligeværdige. Racerne er blevet sammenlignet på flere forskellige måder, baseret på både regnskabsdata og på de enkelte dyrs egen præstation (ydelse, sundhed m.m.). Alle sammenligninger viste, at de tre racer er økonomisk ligeværdige. Den enkelte races økonomiske formåen stammer imidlertid fra forskellige egenskaber. Holstein har således en højere mælkeproduktion og et bedre eksteriør, men dette modsvares af bedre sundhed og frugtbarhed hos RDM og Jersey. Det er imidlertid svært at sammenligne den økonomiske ligeværdighed af malkeracerne helt objektivt. Der er derfor gennemført flere forskellige analyser, som hver især har styrker og svagheder. For at sikre de bedste resultater, er sammenligningerne foretaget over flere årgange i besætninger af omtrent samme størrelse. Ved at sammenholde resultaterne af de forskellige analyser, er der fremkommet et nuanceret billede af de økonomiske forskelle mellem racerne. Resultaterne viste, at racerne er helt økonomisk ligeværdige – med under 100 kr. i forskel mellem race. Holstein har væsentlig højere mælkeproduktion samt et bedre eksteriør end de andre racer. Men det bliver opvejet af lettere kælvninger, bedre frugtbarhed samt færre sygdomstilfælde hos RDM og Jersey. RDM og Holstein er også jævnbyrdige i blandede besætninger. Indenfor samme besætning havde RDM væsentlig mindre mastitis og var mere frugtbare end Holstein, men de havde en lavere ydelse. Totalt set var RDM og Holstein økonomisk ligeværdige i de samme besætninger. Mere information på landbrugsinfo (<https://www.landbrugsinfo.dk/kvaeg/avl/krydsning/sider/startside.aspx>).

Om denne ligeværdighed imellem racerne er til stede om to årtier, afhænger af racernes evne til optimering af avlsplanen, men alle tre danske malkeracer har muligheden for at udføre et avlsarbejde således at en ligeværdighed også vil være mulig om to årtier.

5.4 Muligheder for linjeavl

Linjeavl er opsplitning af en population i forskellige linjer, hvor der i hver linje avles i forskellige retninger alt efter i hvilket produktionssystem produktionsdyrene skal anvendes. I tiden op til introduktionen af genomisk selektion var linjeavl ikke noget påtrængende emne, da avlsfremgangen i den tids avlsprogrammer primært blev skabt ved en hård udvælgelse blandt afkomsundersøgte tyre. For at få en tilpas stor gruppe afkomsundersøgte tyre at vælge iblandt skulle der være en ret stor population af produktionsdyr, hvori tyrene kunne afkomsundersøges. Samtidig var de områder, hvori der blev samarbejdet mindre, hvilket i nogen tilfælde faktisk medførte en form for linjeavl, idet avlsarbejdet blev indført inden for mindre geografiske områder. Et eksempel på dette kan ses i kvægavlsarbejdet i Danmark, Sverige og Finland. Frem til dannelsen af kvægavlsforeningen Viking, som dækker landene Danmark, Sverige og Finland, havde man i hvert af landene separate avlsprogrammer med lidt divergerende avlsmål. Efter sammenlægningen fik man et avlsprogram for hver race med et samlet avlsmål.

Med indførelsen af genomisk selektion er afkomsafprøvning blevet overflødig i forhold til at opnå avlsfremgang. Nu er avlsfremgangen primært bestemt af, hvor stor antallet af genotypedede køer med valide fænotyper (den såkaldte reference population) er, idet det er her sikkerheden på avlsværditallene bliver fastlagt. Opnåelse af høj selektionsintensitet på tyresiden er blevet et mindre emne, idet alle fødte tyrekalve, som har en genomisk test, i realiteten er kandidater til at blive brugstyre. Det er derfor muligt at opnå en tilstrækkelig avlsfremgang inden for små og mellemstore populationer. Hvor store, disse populationer skal være, er afhængig af hvilke egenskaber, som er i avlsmålet (lav eller høj heritabilitetsegenskaber), samt om der er mulighed for samarbejde omkring reference populationen. Om det giver økonomisk mening at oprette linjer er afhængig af den økonomiske værdi af at frembringe avlsmæssige ændringer, der i højere grad passer til produktionssystemet, end de ændringer der alternativt ville være opnået. Hvis denne værdi kan betale for den omkostning oprettelsen af linjerne er behæftet med bør linjeavl overvejes. Årsagerne, til at det eventuelt vil være relevant at oprette forskellige linjer, er, at der til forskellige produktionssystemer kan være tilknyttet forskellige økonomiske værdier til de samme egenskaber. Forstået på den måde, at en eventuel avlsmæssig ændring for en egenskab kan have forskellig økonomisk værdi i forskellige produktionssystemer. En anden årsag kan være, at der eksisterer såkaldte genotype*miljøvekselvirkninger, som betyder, at det avlsmæssige niveau af et dyr udtrykkes forskelligt i to forskellige miljøer. Under danske forhold viser nye undersøgelser dog, at G*E ikke er voldsomt store mellem en egenskab udtryk under hhv. konventionelle eller økologiske produktionsformer (Liu et al., 2018), hvorimod der er betydelig G*E imellem en egenskab udtrykt i low input produktionssystemer og high input produktionssystemer (Interbull).

Der vil fremover blive mere fokus på at tilpasse det genetiske produktionsgrundlag til den enkelte ejendoms produktionssystem, hvilket vil øge fokus på racevalg og det vil formentlig føre til oprettelse af avlslinjer inden for de eksisterende racer.

5.5 Anvendelse af kønssorteret sæd og kødkvægssæd

Anvendelse af kønssorteret sæd har været en praktisk mulighed det sidste årti. Mulighederne ved brug af kønssorteret sæd består i, at det herved bliver muligt at få hunligt afkom til indskiftning født efter de avlsmæssigt bedste hundyr, hvorved en besætnings avlsmæssige niveau højnes. Herved reduceres det såkaldte avlsmæssige efterslæb (genetic lag), som er et udtryk for forskellen imellem det avlsmæssige niveau hos en races avlstop, defineret som kvægsavlsforeningstyrenes avlsmæssige niveau og en besætnings produktionskøer (Ettema et al., 2015). Samtidig har brug af kønssorteret sæd på kvier et velfærds perspektiv, idet kviekalve fødes lettere end tyrekalve, hvorved anvendelse af kønssorteret sæd reducerer kælvningsvanskelighederne. Ved kraftig anvendelse af kønssorteret sæd bliver der imidlertid, i de fleste besætninger, født flere kvier end der er behov for til indskiftning. Med de aktuelle økonomiske- og miljømæssige forudsætninger er det oftest uhensigtsmæssig, at der bliver født flere kvier i besætningen, end der er behov for. Afhængig af andelen af kvier insemineret med kønssorteret sæd,

reproduktionseffektivitet, udskiftningsprocent, kalvedødelighed og dødelighed i opdrætsperioden skal en del af de avlsmæssigt ringeste køer derfor insemineres med kødkvægssæd. Sker brugen af kødkvægssæd på de avlsmæssigt ringeste køer reduceres det genetiske efterslæb samtidigt.

Med et forventet øget fokus på miljø udfordringer i fremtiden forventes det, at optimering af antallet af kvier til indskiftning vil komme yderligere i fokus. Bestemmelse af kønnet af det fødte afkom vil i langt de fleste tilfælde være almindelig management praksis, og de kalve, som ikke er kviekalve til indskiftning vil være kødkvægskrydsningstyrekalve.

5.6 Brug af andre reproduktionsteknologier

Avancerede reproduktionsteknologier, som MOET og OPU er allerede i anvendelse i avlsplanen på populationsniveau, og samtidig har arbejdet med at avlsværdivurdere embryoner på embryonstadiet stor fokus. På besætningsniveau forventes disse teknikker dog ikke at få stor udbredelse. En undtagelse vil kunne være, hvis der bliver frembragt et kødkvægssæd, som fødes let og har god tilvækst. En klon af et sådant dyr vil muligvis være interessant at ilægge i køer, som alternativ ville være blevet insemineret med en kødkvægstyre. En anden og mere velkendt reproduktionsteknologi er naturlig bedækning. Naturlig bedækning har i mange år været på et begrænset niveau, da ikke kvægavlsforeningstyre tidligere ikke havde nogen afkomsundersøgelse, og i dag har de ikke genomiske avlsværdital. Dette er dog en politisk beslutning, som selvfølgelig står til at ændre. Skulle det ske vil naturlig bedækning med tyre med høje avlsværdital forventeligt vinde frem.

5.7 Brug af genomisk information på besætningsniveau

Ved at bruge genomiske test på hunddyrene i en besætning forbedres udvælgelsen af mødre til næste generations produktionsdyr. Forbedringen skyldes, at de genomiske avlsværdital er mere sikre end de traditionelle avlsværdital baseret af stamningsinformation og egen præstation. Genomiske test er således et managementredskab, som kan øge besætningens avlsmæssige niveau (Hjortø et al., 2015). En oplagt måde at hente en økonomisk gevinst på er ved at bruge kønssorteret sæd på de avlsmæssigt bedste kvier. De resterende kvier insemineres med almindelig sæd. En mere teknisk avanceret måde at udnytte de genomiske test på er at udnytte dem i forhold til en optimering af insemineringsplanen med henblik på at opnå den højeste mulige dominans effekt i det kommende afkom. Dette har særlig relevans for besætninger, som anvender systematiske krydsningsprogrammer, men også i forhold til insemineringsplaner i renrace besætninger, da opnåelse af den største mulige dominanseffekt i afkommet også her er relevant, uanset denne effekt ikke videreføres avlsmæssigt.

Fremover må det forventes, at prisen på genomiske test vil reduceres. Derfor vil mange besætninger kunne opnå en økonomisk gevinst ved at foretage genomiske test på alle hundyr.

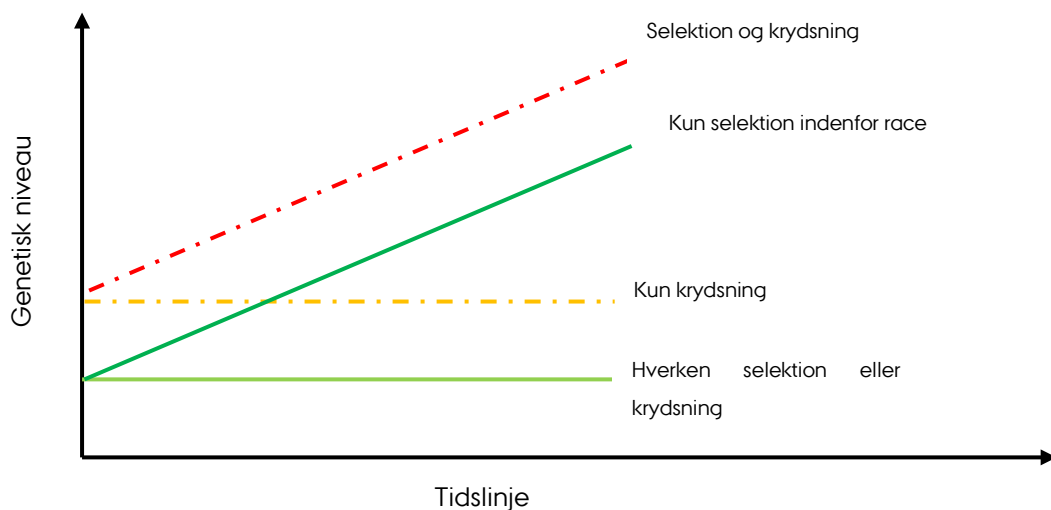
5.8 Anvendelse af systematiske krydsningsprogrammer

Krydsning af racer og linjer er ikke ny viden. Det har været kendt i over 200 år, at man ved at krydse opnår forstærkede præstationer grundet krydsningsfrodighed. Det har også været velkendt, at ubeslægtede individer alt andet lige klarer sig bedre end beslægtede som følge af indavlsdepression. Naturen har, som beskrevet af Darwin, gennem århundreder sørget for, at den stærkeste overlever. Denne overlevelse er stærkt korreleret med egenskaber som frugtbarhed, evnen til at føde levedygtigt afkom og sygdomsresistens - altså egenskaber relateret til frugtbarhed og robusthed. Derved er disse egenskaber over meget lang tid blevet forbedrede. Disse egenskaber har forholdsvis lav arvbarhed, hvilket vil sige, at en ret lille andel af den fænotypiske variation, vi ser, skyldes arv, men det er også egenskaber, hvor indavlsdepression og den modsatte pendant krydsningsfrodighed virker kraftigt.

Krydsningsfrodighed

Krydsningsfrodighed er defineret som krydsningsafkommets avlsmæssige overlegenhed i forhold til gennemsnittet af forældreracernes avlsmæssige niveau (det additive niveau). I teorien bestemmes et dyrs samlede avlsmæssige værdi af den additive effekt, dominanteffekten og den epistatiske effekt. I avlsværdivurderingen tages der højde for additive effekter, da disse effekter videregives til afkommet. Krydsningsfrodighed opstår som følge af vekselvirkninger mellem forskellige gener (arveanlæg) inden for det samme genpar (dominanteffekter) og mellem gener fra forskellige genpar (epistatiske effekter), hvor dominanteffekten er den vigtigste. Oftest er dominanteffekten størst i dyr, som indeholder gener fra forskellige racer - heraf navnet krydsningsfrodighed. Da kombinationen af gener i afkommet adskiller sig fra kombinationen af gener i hvert forældredyr, bliver langt den væsentligste del af krydsningsfrodigheden ikke videregivet til afkommet. Krydsningsfrodighed kan altså betragtes som en ekstra gevinst, der lægges oveni den permanente avlsfremgang, der skabes i de rene racer, som det fremgår af Figur 2. Krydsningsfrodighedens størrelse afhænger bl.a. af, hvor beslægtede forældreracerne er med hinanden, og hvor indavlede dyrene er indenfor hver forældrerace. Generelt kan man sige, at jo mindre beslægtede forældreracerne er med hinanden, og jo mere indavlede forældreracerne er des større krydsningsfrodighed. Krydsningsfrodighed kommer især til udtryk i de funktionelle egenskaber. Det er dog ikke kun de egenskaber, der kontrolleres af mange gener, som f.eks. ydelse, mastitisresistens og frugtbarhed, der påvirkes i en positiv retning af krydsningsavl. Risikoen for at arvelige sygdomme, der kontrolleres af ét gen og nedarves recessivt (vigende), kommer til udtryk, mindskes ligeledes ved at krydse dyr fra forskellige racer. I Tabel 1 er der angivet overordnede tal for, hvor stor krydsningsfrodighed der kan opnås for udvalgte økonomisk vigtige egenskaber i malkekvægsproduktionen.

En forudsætning for at anvendelse af systematiske krydsningsprogrammer er, at de racer, som indgår i krydsningsprogrammerne er økonomisk jævnbyrdige. Helt nye resultater fra SEGES har vist at de danske racer, HF, RDM og Jersey er økonomisk ligeværdige. Dette gør anvendelse af krydsningsprogrammer, hvor netop disse racer indgår, interessante. Samtidig er det blevet vist at effekten af at anvende krydsning findes på alle management niveauer (Clasen et al., 2018)



Figur 2. Ideen i krydsningsavl

Tabel 1. Krydsningsfrodighed for udvalgte egenskaber for en gennemsnitlig førstegangskrydsning (Sørensen et al, 2008)

Egenskab	Krydsningsfrodighed
Ydelse	3 pct.
Frugtbarhed	10 pct.
Koens evne til at føde	10-15 pct.
Kalvens evne til at blive født	- 10-15 pct.
Holdbarhed	10 – 15 pct.
DB pr. ko	Minimum 10 pct.

Det må forventes at systematiske krydsningsprogrammer vil blive en vigtig part malkekvægsproduktionen fremover, uanset hvilke produktionsscenarier fremtiden byder på.

5.9 Mulige fremtidige scenarier.

Der er mange forskellige fremtidsscenarier for kvægproduktionen i 2040. I afsnittet her vil følgende scenarier blive belyst

- a) High tech produktion (**HT**) i lukkede systemer ejet af aktieselskaber eller fonde, f.eks. store lukkede stalde fornuftigt beliggende i forhold til samfundets infrastruktur. Fokus er produktion af billige mælkeprodukter.
- b) Traditionelle produktionssystemer (**TP**), hvor en stor del af grovfoderet produceres på ejendommens egne arealer. Fokus er produktion af billige fødevarer (mælk og kød).
- c) Produktionssystemer, hvor fokus er på bæredygtig produktion både i forhold til dyrevelfærd, miljø (kvælstof og CO₂/metan belastning) og biodiversitet (**BP**). Fokus er på produktion af produkter, hvor både pris og kvalitet spiller en rolle
- d) Produktionssystemer hvor fokus er på nicheproduktion (**NP**), både i forhold til selve produkterne samt i forhold til produktionsmetoder. Fokus i disse systemer er mere på kvalitet end på produkternes fremstillingspris.

Inden for hver af disse scenarier vil de mulige og relevante avlstiltag på både populations- og besætningsniveau blive beskrevet. I opsummeringen herunder forsøges at angive de vigtigste avlsmæssige forventninger til "trends" inden for hver af scenarierne.

High Tech

I HT mælkeproduktionen er der meget stor fokus på at forbedre mælkeproduktionsegenskaber. Samtidig er der stor fokus på den avlsmæssige komponent i forhold til at finde dyr med høj persistens af ydelse inden for laktation, da man derved kan reducere antal fødte kalve pr. kg produceret mælk. Samtidig er der ikke så meget fokus på foderoptagelse, idet der ikke er nogen form for krav om grovfoder andele i foderrationen. Fokus er i stedet på foderudnyttelse, samt i nogen grad på dyrenes holdbarhed, og dermed deres resistens imod sygdomme. Dette betyder, at der skal avles efter en højtproducerende mindre ko med en høj fodereffektivitet. Brug af kønssorteret sæd vil ske i den udstrækning, det kan være med til at hæve besætningens avlsmæssige niveau for de nævnte egenskaber. Brug af kødkvægssæd vil kun være relevant, hvis der kan være afsætning af disse kalve til viderefodning i specialiserede slagtekalve besætninger.

Traditionelle produktionssystemer

I de traditionelle produktionssystemer er stor fokus på produktion af billige kød og mælke produkter, baseret på foder, som i størst mulig grad er produceret på ejendommen. Det betyder stor fokus på både mælkeproduktion, foderoptagelse og holdbarhed, og dermed stor fokus på sygdoms- og reproduktionsegenskaber. Da billig kødproduktion sker effektivt på kødkvægskrydsninger er der stor

fokus på kombineret og optimeret brug af kønssorteret sæd og kødkvægssæd. Samtidig er stor fokus på anvendelse af systematiske krydsningsprogrammer, da det øger sygdomsresistensen og holdbarheden.

Bæredygtige produktionssystemer

I disse produktionssystemer er der meget stor fokus på at forbedre egenskaber, som reducerer miljøbelastningen og samtidig øger dyrenes velfærd. Derfor er der i disse systemer knap så stor fokus på ydelsesegenskaber. Fokus er meget på foderoptagelse og foderudnyttelse, da det er vigtigt, at dyrene kan omsætte store mængder grovfoder produceret på arealer, hvor der ikke kan produceres føde til menneskelige behov. Samtidig er egenskaber som kælvningsevne og sygdomsegenskaber meget i fokus. Fra et overordnet perspektiv lægges der vægt på, at kød produceres på malkekøer, og derfor tillægges kødproduktionsegenskaber væsentlig vægt i disse systemer. Holdbarhed tillægges også stor vægt, da reduktion af antallet af kvier til indskiftning øger mulighederne for at producere slagtedyr. Samtidig er der meget fokus på kvalitet i produkterne, såsom protein og fedtsyre sammensætningen i både mælke- og kødprodukter. Det betyder, at der i disse produktionssystemer er behov for "flere" racer og linjer. Muligheder for anvendelse af krydsning har god effekt i forhold til at opnå den længelevende raske ko, men har en lidt mere diskutabel effekt i forhold til produktion af produkter med specielle karakteristika.

Nicheproduktion

Inden for nicheproduktionen er det væsentligste produktion af mælk og kød med specielle karakteristika, både målbare og ikke målbare. De ikke målbare er i forhold til opretholdelse af genetisk diversitet, hvor det at produkterne er produceret af en speciel race kan være argument nok for at købe produktet. I denne produktionsgren er der ikke så stor fokus på mængder, hvorfor mælkeproduktion og generelle kødproduktionsegenskaber vægtes moderat i avlsmålet.

5.10 Referencer

- Clasen, J. B., Fogh, A., and Kargo, M., 2018. Differences between performance of F1 crossbreds and Holstein at different production levels. Submitted for publication in Journal of Dairy Science.
- Ettema, J.E., Thomasen, J.R., Hjortø, L., Kargo, M., Østergård, S., Sørensen, A.C., 2017. Economic
- Groen, A.F., 2001. Genetic improvement of livestock. Notes from NOVA-course, Uppsala, Sweden, June 2001. 107 pp
- Hjortø, L., Ettema, J.F., Kargo, M., Sørensen, A.C., 2015. Genomic testing interacts with reproductive
- Juga, J., Mäntysaari, E. A., Pösö, J., 1999. Economic response to total merit selection in Finnish Ayrshire breeding. Interbull Bulletin no. 23: 79-87.
- Kargo, M., Hjortø, L., Toivonen, M., Eriksson, J.A., Aamand, G.P., Pedersen, J., 2014. Economic Basis for the Nordic Total Merit Index. JDS: Vol. 97, Nr. 12, p 7879-7888
- Meuwissen THE, Hayes BJ and Goddard ME 2001. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. Genetics 157, 1819-1829.
- Nielsen, H.M., 2004. Economic values for production and functional traits in dairy cattle breeding goals derived by stochastic simulation. Ph.D thesis, The Agricultural University, Copenhagen. 156 pp
- Pedersen, J., Nielsen, U.S., and Aamand, G.P., 2003. Economic values in the Danish total merit index. Interbull Bulletin No. 29:150-154.
- Philipsson, J., Jansson, L., and Brännäng, E., 1975. Selection index of bulls regarding economically important characters. Report of the Agricultural College of Sweden, Uppsala. Serie A 238.
- Slagboom, M., M. Kargo, D. Edwards, A.C. Sørensen, J.R. Thomasen, and L. Hjortø. 2016. Organic dairy farmers put more emphasis on production traits than conventional farmers. J. Dairy Sci.. 99: 9845-9856
- Slagboom, M., Wallenbeck, A., Hjortø, L., Sørensen, A.C., Rydhmer, L., Thomasen, J.R., and Kargo, M., 2018. Simulating consequences of choosing a breeding goal for organic dairy production. Accepted for publication in J. Dairy Sci..

6 Management og teknologi

Malene Vesterager Byskov & Thomas Andersen

SEGES HusdyrInnovation

6.1 Introduktion

Udviklingen indenfor kvægproduktionen i Danmark bevæger sig i retning af stadig større besætninger. Det betyder at muligheden for at have manuelt overblik over hvert enkelt dyr reduceres, og der er derfor behov for at kunne overvåge dyrene på anden vis. Dertil kommer at kravene til effektiv produktion, kvalitet, sporbarhed, dokumentation og dyrevelfærd er stigende. Problematikkerne kan imødekommes med implementering af teknologi med forskellige formål. Brugen af teknologi i moderne kvægproduktion vedrører måling af mange forskellige parametre og muliggør optimering på mange områder af kvægproduktionen som fodring, malkning, sundhed, miljø, genetik og management. En del af teknologien måler på parametre på koen. Derigennem kan der opnås større præcision i optimering på enkelt dyr frem for optimering i grupper. Dertil kommer at processer og arbejdsopgaver bliver overtaget og gjort målbare ved implementering af teknologi. Dette kan relateres til termen Precision Livestock Farming, som er defineret som brugen af avanceret teknologi til at optimere bidraget fra hvert enkelt dyr, eller på baggrund af målbare parametre.

Management-teknologi skaber således allerede på nuværende tidspunkt værdi i moderne kvægproduktion. Teknologien anvendes til flere forskellige formål – som erstatning af manuelt arbejde ved eksempelvis malkerobotter; som sensorer til overvågning af køernes sundhed, ved eksempelvis daglig drøvtygningsmåling, eller til styring af processer omkring mælkeproduktion, ved eksempelvis vejning af foderet i forhold til sammensætning af foderrationen og lagerstyring. Teknologien kreerer enorme mængder af data med stor variation, også kaldet Big data. Ved hjælp af den eksponentielle udvikling af intelligente computere, kan data analyseres med Machine Learning og Deep Learning teknologi og dermed omsættes data til brugbar viden, styringsparametre og beslutningsstøtte, på meget kort tid.

Udfordringerne ved høj grad af anvendelse af management-teknologi, kan være forbrugernes modstand som kan bero på en opfattelse af, at højteknologisk landbrug er ensbetydende med et industrialiseret landbrug med meget lidt fokus på køernes velfærd. Der ligger således en opgave i at formidle, hvordan implementering af teknologi i management af kvægbrug netop kan medføre større grad af velfærd, bedre mulighed for udfoldelse af naturlig adfærd, bedre arbejdsvilkår for ansatte i kvægbrugserhvervet og mindre udledning af næringsstoffer og klimagasser. Høj grad af implementering af management-teknologi medfører ligeledes en betydelig udgift for landmanden, og udfordringen kan således være om investeringerne i management-teknologi, er rentable.

Dette afsnit vil afdække en status på den nuværende management-teknologi, samt fremlægge forskellige fremtidsscenarier om hvordan management-teknologi forventes at være implementeret i fremtidens kvægproduktion. Afsnittet er afgrænset til at vedrøre teknologi i forhold til dyret og stalden og vedrører derfor ikke teknologi i foderforsyningen eller den videre produktkæde.

6.2 Sensorteknologi

En sensor defineres som et apparat som reagerer på en fysisk påvirkning, som eksempelvis lyd, lys, temperatur, tryk osv. og omsætter det til et kvantitativt respons. Sensorer kan således måle på mange forskellige faktorer, som umiddelbart ikke er synlige med det blotte øje, eller som er vanskelige at måle på. Sensorteknologi er allerede nu i høj grad implementeret i moderne mælkeproduktion til eksempelvis måling af forskellige biologiske måleparametre, indeni, på og omkring dyret (Rutten et al., 2013). Og der tegner sig et billede af at sensorteknologi bruges til enten overvågning og styring, eller som erstatning for manuelt arbejde, eller til begge dele.

Sensorerne har til formål at give landmanden indblik i input og respons på en proces i dyret eller stalden. Tolkning af sensor data giver viden om koens sundhed, reproduktion, foderomsætning eller produktion. Flere biologiske måleparametre som kan bestemmes ved hjælp af sensorteknologi, kan have overlappende formål. Eksempelvis kan information om koens daglige drøvtygningstid være brugbar information både i forhold til koens sundhed og reproduktion.

Fortolkningen af sensor data kan således give landmanden et beslutningsgrundlag for at ændre på management, så parametre som bevæger sig i en u hensigtsmæssig retning, kan reetableres gennem ændring i de faktorer som påvirker responsen. Sensorteknologi omkring dyret kan give landmanden et hurtigt overblik over mange dyr på kort tid.

Teknologi kobles ofte med en intensiv staldbaserede produktion, men integration af teknologi i afgræsningsbaserede systemer, er ikke nødvendigvis vanskeligere, idet rækkevidden for dataoverførsel mellem sensor på dyret og modtageren forventes at blive bedre. Netop under afgræsning kan det være en ekstra fordel at have overblik over dyrene, både i forhold, til sundhed, velfærd og produktion, men også i forhold til dyrets position på marken. Man kan forestille sig at data på dyrets positioner sammenholdt med data fra udbytte og græsmængde kan være med til at give indblik i dyrets foderoptag.

Sensorer til fx overvågning af aktivitet har traditionelt været placeret på ben eller om halsen. Der er dog flere fabrikater som har modeller hvor sensorerne er indarbejdet i et øremærke eller en vomبولus. Denne udvikling kan forventes at fortsætte og man kan forestille sig, at sensorerne og batteri bliver endnu mindre og kan implanteres direkte i de relevante væv.

Management-teknologi til overvågning

Hvis sensorerne anvendes korrekt og responset fortolkes hensigtsmæssigt, kan overvågning af dyrets sundheds- reproduktion eller velfærdstatus foretages på et velfunderet grundlag og responset kan fungere som supplement til landmandens egen vurdering. Endvidere kan sygdomme opdages på et tidligere tidspunkt i forhold til visuelt bedømmelse, hvilket giver mulighed for tidligere behandling og dermed en reduktion i konsekvenserne ved de forskellige sygdomme på produktion, reproduktion og velfærd (Rutten et al., 2013, King and DeVries, 2018). Sygdomsdetektion foretages af sensorer som kan relateres til dyrets adfærd, til input/output parametre såsom foderoptag og produktion eller funktioner i kroppen, som kan give indblik i dyrets sundhedsstatus. Det gælder eksempelvis overvågning af sundhedsstatus gennem daglig drøvtygningsaktivitet, ædetid, liggetid, position, vægt eller aktivitet. Alle disse parametre kan ved ændring fra et nærtliggende forventet mønster indikere forringelse af dyrets sundhed. Negative afvigelser på foderoptag og mælkeydelse kan ligeledes virke som indikation på forringet sundhed. Måling af koens mælkeydelse, samt indhold af indholdsstoffer som fedt, protein og celletal giver ligeledes information i forhold til afvigende responser, eller forekomst af højt celletal. Dertil kommer overvågning af dyrets vom pH via vombolus, temperaturmåler i eksempelvis dyrets øjne, samt måling af lyden af hoste til opdagelse af lungebetændelse. Ovenstående teknologier er under udvikling eller anvendes allerede i større eller mindre grad på moderne kvægbrug (King and DeVries, 2018).

Udvikling og implementering af sensorer til eksempelvis sygdomsdetektion forventes at stige når man kigger frem til 2040. De nye sensorer forventes at kunne måle forskellige indholdsstoffer i sved, spyt, blod og eksempelvis mælk (Neethirajan, 2017). Måling af foderoptagelse har hidtil været en parameter, som kun var målbar i forsøgsbesætninger. Men med bl.a. kamerateknologi til bestemmelse af dyrets identitet og bestemmelse af foderets volumen, vil måling af individuel foderoptagelse blive mulig i almindelige besætninger. Derudover forventes det at MIR (Mid-Infrared) spectre på mælk kan omdannes til estimater for energioptag og eksempelvis metanudskillelse eller eksempelvis antistoffer for forskellige smitsomme sygdomme.

Reduktionen af den fysiske størrelse på sensorer og andet teknisk udstyr gør at implementering af sensorer i, på eller omkring dyret vil medføre endnu mindre påvirkning af koens naturlige adfærd. Der tegner sig et billede af, at nye sensorer kan måle endnu flere parametre som udtrykker forskellige responser som landmanden kan bruge i sit management af besætningen. Det forventes at sensorer som eksempelvis måler på indholdsstoffer, bliver i stand til at bestemme flere parametre ud fra data fra samme sensor idet mange teknologier også vil have en betydelig efterspørgsel indenfor det medicinske område og bliver brugt i forskellige smartdevices, vil dette gøre dem billigere. Derudover forventes diverse teknologier at blive billigere. Og samlet set betyder det at for landmanden bliver det rentabelt at investere i flere sensorer, og dermed give mere information til beslutningsstøtte. Det forventes at nye målbare parametre, eksempelvis responser på indholdsstoffer kan gøre detektion af specifikke sygdomme mere præcis, modsat de parametre som vedrører ændring i dyrets adfærd. Opnåelsen af høj sensitivitet og specificitet i udpegningen af sygdomme, adfærd og andre hændelser for dyret skal

findes i koblingen af data fra mange forskellige sensorer, således at variationerne imellem de forskellige parametre kan danne mønstre, som kan relateres til forskellige sygdomme eller adfærdsforstyrrelser, som kan bruges i en velfærdsvurdering. Det forventes at teknologien i højere grad vil blive brugt til at dokumentere dyrets sundhed og velfærd – informationer som kan bruges i forbindelse med kontrol og dokumentation ved afsætning af produkter fra mælkeproduktionen.

Tabel 1 beskriver hvordan sensorteknologi omkring dyret er implementeret i moderne kvægproduktion på nuværende tidspunkt, samt giver et bud på, hvordan sensorer indenfor de forskellige målemetoder forventes implementeret i 2040.

Tabel 1. Sensorteknologi i moderne kvægproduktion nu og et bud på fremtiden i 2040

Teknologi	2018	2040
	Biologisk parameter	
Accelerometer/pedometer	Brunst, liggetid, ædeadfærd	Brunst, liggetid, ædeadfærd, halthed, lavaktivitet og sygdomme
Lydmåler	Drøvtygning, hoste	Drøvtygning, hoste, hjerterytme,
Kamera – 3D	Huld	Foderoptagelse, huld, kropsvægt, foderudnyttelse
Luftmåler	Metan	Klimagasser og ammoniak både på ko og staldniveau.
Positionering/GPS	Positionsbestemmelse, liggetid, ædetid	Positionsbestemmelse, liggetid, ædetid, aktivitet, kælvning
Microbiomics – teknologi til scanning af mikroorganismer	På forsøgsstadie	Smittespredning og risikofaktorer via overvågning af mikrober alle steder i om omkring koen (vom, klov, udflåd, gylle, gulf, strøelse etc.)
Termometer	Kropstemperatur, vejrdata	Kropstemperatur, vejrdata, sygdomme
Vægt	Kropsvægt, fodervægt	Kropsvægt, fodervægt, foderoptagelse, tilvækst
Pulsmåler	Anvendes ikke	Pulsmåling i forhold til aktivitet, sygdom
Biomarkører i mælk, gødning, urin, sved, spytt og blod (direkte fysiologiske parametre)	Reproduktion, mastitis, ketose. PCR	Direkte måling på fysiologi i stedet for måling på et respons. Måling på afvigelser, eller total mængde. F.eks. råmælksoptagelse

Teknologi	2018	2040
	Biologisk parameter	
RFID	Id på dyr (øremærker)	Automatisk registrering af flytninger mellem staldafsnit

6.3 Management-teknologi som erstatter manuelt arbejde

Rekrutteringen af manuel arbejdskraft er efterhånden blevet vanskeligt indenfor kvægproduktionen i Danmark (Rasmussen, 2018). Det kan være én af årsagerne til at der i større grad implementeres teknologi til at overtage manuelt rutinepræget arbejde på bedrifterne. Et eksempel er malkerobotter, robotter som automatisk skubber foder ind på foderbordet, eller gødning ned i gyllekanalerne. Dertil kommer foderautomater som ud fra identifikation af dyret automatisk tildeler kraftfoder, fuldfoder eller eksempelvis mælk og kraftfoder til kalve. Nogle af disse teknologier fungerer udelukkende som erstatning for manuelt arbejde, som eksempelvis robotter som skubber foder og gødning. Andre teknologier kan både udføre et arbejde og samtidigt opsamle data på individniveau. Det gælder eksempelvis malkerobotter eller mælkefoderautomater som kan give brugbart data til landmanden om køernes mælkeydelse, eller kalvenes mælkeoptag.

Det forventes at udviklingen i teknologi som kan erstatte manuelt arbejde vil fortsætte. Fremtidsperspektiverne kan være, at stort set al håndtering af dyr foregår via teknologi. Det kan være separation af dyr, som eksempelvis skal frasepareres på baggrund af indikation på sygdom baseret på målinger fra flere sensorer på eller omkring dyret. Man kan forestille sig at fraseparationen vil foregå ved et slusesystem, hvor dyret allerede bliver indsluset for eksempelvis at blive scannet for drægtighed, for kropsvægt og huld og hvor der muligvis kan foretages en automatisk injektion af den nødvendige medicin. Herefter vil koblingen mellem individ og medicin automatisk medføre at koens mælk kasseres ved næste malkning.

Et andet eksempel er en fuldautomatisk løsning i forhold til fodring. Her kan man forestille sig at der på baggrund af data fra forskellige sensorer, som siger noget om koens foderomsætning – eksempelvis drøvtygning, foderoptag, sammensætning af mikroorganismer i vommen, sammensætning af forskellige indholdsstoffer i koens mælk, spyt, gødning og sved, samt koens vægt og huld – blandes en foderration, som er tilpasset den enkelte kos behov. Dette vil foregå fuldautomatisk, hvor der ved indvejning af ensilagen foretages en NIR måling på ensilagens næringsstofsammensætning, hvorefter der tilsættes de nødvendige tilskudsfodermidler for at opnå en bestemt næringsstofsammensætning. Allerede på nuværende tidspunkt er der udsigt til at styring af hele foderkæden vil afhænge af opsamling af data lige fra afgrøden etableres, til den ligger på foderbordet. Det er derfor ikke svært at forestille sig at der i fremtiden vil ske en yderligere udvikling i forhold til styring af beholdning og sammensætning af rationer vil ske mere eller mindre automatisk, på baggrund af data fra foderstofleverandør eller vægt og NIR hos mælkeproducenten.

Ved manuelt arbejde eller management, ligger der en faglig vurdering bag en handling – eksempelvis hvis det drejer sig om vurdering af om et dyr er sygt. Og udfaldet af disse beslutninger beror på, hvor dygtig den enkelte person er til at sammenfatte alle nødvendige oplysninger, og herefter træffe beslutning om hvorvidt dyret skal behandles. Hvis beslutningen i stedet kan træffes, på baggrund af bestemte mønstre i data, forventes det at behandlingen kan igangsættes tidligere, og dermed reducere følgevirkningerne af et sygdomstilfælde. Derudover er der sikkerhed for en mere præcis bedømmelse af om koen reelt set er syg. Et eksempel hvordan denne mekanisme kan udvikles med tiden er detektion af brunst på baggrund af data fra aktivitetsmålere. Her er udviklingen gået fra at en måling af aktivitet kunne være en støtte i at finde dyr i brunst, til at et it system som Bovisoft kobler alarmer fra en aktivitetsmåler med data fra en insemineringsplan i DMS og oplysninger om inseminør, så der ved 2 klik kan bestilles inseminør til inseminering af koen. Hvis landmanden er interesseret kan denne proces automatiseres til at foregå helt uden brugerinvolvering.

Teknologiens overtagelse af manuelt arbejde betyder at rutinemæssige og nedslidende arbejdsopgaver forsvinder. Det vil betyde store fremskridt for arbejdsmiljøet, men det stiller således også større krav til personalets uddannelse til at håndtere teknologi og til arbejdssikkerheden ved håndtering af automatiserede maskiner, men også stadig sikkerheden omkring håndtering af dyr.

6.4 Management-teknologi i ledelse

Ledelse af medarbejdere involveret i kvægbedrifternes opgaver er på nuværende tidspunkt kun indirekte forbundet med teknologi. Det vil sige at optimering af arbejdsprocesser kan foretages på baggrund af data på parametre, som er direkte afhængig af manuelt arbejde. Det kan eksempelvis være blanding af fuldfoder. Her kan data fra påfyldte mængder af foder udgøre en faktor, hvorpå man kan optimere medarbejderens indsats, ved eksempelvis at fokusere på præcision af læsning og udfodring af fodermidler. Der findes ligeledes apps som kan registrere dagligt tidsforbrug på de enkelte arbejdsopgaver. Og derigennem kan det synliggøres hvor meget tid der bruges på de enkelte opgaver, og hvor der er potentiale for at reducere tidsforbrug og dermed forbedre landmandens bundlinje.

Allerede nu, kan der via mobiltelefoners netværk foretages kortlægning af hvor personer befinder sig (Ritzau, 2018). Dette kan muligvis tænkes at være en fast del af den daglige ledelse af medarbejdere i forhold til at optimere tidsforbruget på de rigtige opgaver. Der kan dog være et etisk aspekt i dette, så det skal muligvis ikke kunne relateres til specifikke medarbejdere. Det kan også forventes at kommunikationen mellem leder og medarbejder eller medarbejdere imellem, i højere grad vil afhænge af teknologi, som eksempelvis apps, eller lignende kommunikationsmidler som sociale medier, som kan formidle budskaber på en fælles platform.

6.5 Miljøteknologi

Der anvendes en række teknologiske løsninger til overvågning og reduktion af miljøbelastningen fra mælkeproduktionen. Ofte er det en integreret del af staldens gødningshåndtering og ventilation. Frem mod 2040 forventes det at der udvikles bedre og billigere løsninger til rensning af ventilationsluft for lugt, klimagasser og ammoniak.

6.6 Datahåndtering og kommunikation

Udviklingen omkring sensorer vil forventeligt blive fulgt, af algoritmer som anvender big data på tværs af sensorer og teknologileverandører. Det vil alt andet lige, forbedre validiteten af outputtet. Håndteringen af big data og omsætningen af datastrømmen via algoritmer til brugbar information eller handlingsgrundlag, sker allerede nu ved metoder som Machine Learning og Deep Learning. Det betyder hurtigere omsætning og analyse af data. Og udviklingen indenfor dette forventes kun at fortsætte fremadrettet. Det er en nødvendighed at datahåndteringen foregår simpelt og fuldautomatisk, for at teknologien kan implementeres.

Der vil i fremtiden formodentlig blive udviklet endnu flere systemer hvor algoritmerne træffer beslutningen og igangsætter en handling, eksempelvis som beskrevet ved teknologiens overtagelse af manuelt arbejde. For at få størst mulig udnyttelse af data, er der behov for at alt data samles i en fælles platform eller på platforme, hvor data kan identificeres på tværs. Det vil betyde, at landmanden og hans medarbejdere ikke skal hente informationer flere steder. Det kræver samarbejde på tværs af leverandører, som traditionelt har vist sig vanskeligt, da hver leverandør har haft deres eget management program som samler data fra deres egne sensorer. Der er dog systemer, som fx "365FarmNet", hvor en række firmaer går sammen om et fælles system til præsentation af data fra både mark og stald og som grundlæggende arbejde på at samle data fra en række datakilder. Denne adgang til data på tværs af udstyrsleverandører giver mulighed for at koble oplysninger og forbedre det output. Det kan blive muligt at se aktivitetsmålinger fra en leverandør i sammenhæng med mælkemængde fra en anden leverandør og kobles det med afgrænsningsdata målt fra en satellit.

I fremtiden forventes det at datakommunikationen ligeledes flyder lettere – eksempelvis ved integrering af nødvendig information i en brille, i et ur, eller en smartphone således at problemer kan løses her og nu, frem for at landmanden skal kigge på computeren før der kan ske en handling.

Arbejdet med åbne standarder for data og udveksling af data på tværs af firmaer kræver et stærkt arrangement fra mælkeproducenten. Det er køber af teknologierne som skal kræve at tingene kan tale sammen og data kan kobles. Sker det modsatte at teknologi leverandørerne lukker sig om sig selv, vil landmanden være tvunget til at købe en type og vil kun kunne sammenligne sine resultater med landmænd der har den specifikke løsning.

6.7 Udviklingsveje

Udvikling og implementering af sensorer og teknologi i moderne kvægbrug ser ud til at fortsætte. Forudsætningen for at teknologien har en plads i fremtidens kvægbrug er, at målingen af de forskellige biologiske responser er præcis og foregår kontinuert, at det er arbejdslettende og at det påvirker dyrets naturlige adfærd minimalt. Derudover skal sensorteknologien påvirke landmandens bundlinje positivt, eller bidrage til dokumentation omkring lovkrav eller i forhold til produktkrav. Dertil kommer den efterfølgende behandling af data kan analysere og fortolke data optimalt så data kan omsættes til viden og danne grundlag for beslutninger om management. Forhold som tilgængelighed, kvalitet og pris, anvendelighed, og økonomisk potentiale vil derfor være helt centralt i forhold til udviklingen. Udviklingen vil dog også være styret af omgivelserne krav og forventninger i forhold til klima, miljø, dyrevelfærd, og arbejdsmiljø, af det økonomiske aspekt i at anvende teknologi, samt udbud og pris på mælk, foder og eksempelvis arbejdskraft. Nedenstående beskrives tre forskellige udviklingsveje med management-teknologi for øje.

Sensorer koblet til automatisk styring

Den første udviklingsvej beskriver et højteknologisk landbrug, med maksimal udnyttelse af tilgængelig management-teknologi og hvor sensor input tolkes og omsættes til handling. Systemet kendes fra fx ventilationssystemer, der er med data fra temperaturmålere i stalden og data fra en vejstation kan regulere gardiner og ventilatorer i stalden. Med denne udviklingsvej vil produktionen blive overvåget af flere sensorer, som monitorerer mange forskellige parametre som kan relateres til sundhed, foderomsætning, position, reproduktion, velfærd og produktion. Systemet vil kombinere de aktuelle sensordata med historik på koen. Derud fra vil systemet forudsige sandsynligheden for at koen har behov for en intervention. Hvis sandsynligheden er høj vil systemet foretage nødvendige handling. Handlingen kan være alt fra flytning til kælvningsboks eller sygeafsnit, gennemførelse af inseminering, justering i fodertildeling, bestilling af ekstra analyser på mælkeprøve eller igangsættelse af egentlig behandling (fx medicinsk behandling med injektion eller ekstra fodbad). Systemet gennemfører også den nødvendige logning af handlingerne, lovpligtige registreringer og sikring af tilbageholdelsestider for mælk og kød.

Et system, hvor sensor data er koblet til automatisk styring forudsætter automatisk opsamling af data til løbende overvågning og forbedring de algoritmer der anvendes.

Den automatiserede overvågning kræver at der er fuldt fokus på optimal drift og funktion af teknologi, idet fortolkningen af data og den efterfølgende succes med eksempelvis udpegning af syge køer afhænger af at alle sensorer leverer data og fungerer optimalt. Der er derfor behov for at fremtidens medarbejder på højteknologiske kvæggårde har kompetencer til at løse alt fra praktiske problemer med funktion af sensorer, fejl i data, eller fejl i fortolkningen af data. Driftslederens opgave bliver i højere grad at overvåge funktionen af alt udstyr og ledelse af medarbejdere, idet en stor del af arbejdsopgaverne og overvågningen er overtaget af teknologi.

Teknologi som beslutningsstøtte og optimeringsgrundlag

Den anden udviklingsvej beskriver et teknologisk landbrug, hvor den største del af den implementerede teknologi resulterer i beslutningsstøtte som driftsleder anvender, som en del af hans beslutningsgrundlag. Det resulterer i fokuslister som giver input til fremtidige handlinger. Denne udviklingsvej ligner meget den kvægproduktion som foregår i dag på de bedrifter som benytter sig af de muligheder teknologien tilbyder, dog med den forskel at det forudsættes at beslutningsstøtte systemerne kan trække på data fra en række forskellige datakilder og kombinerer det med historik på ko og bedrift. Her er det stadig landmanden og driftslederen som har den faglige ekspertise, og management-teknologien supplerer og giver ekstra information som beslutningsstøtte, til det manuelle arbejde som dagligt udføres på bedriften. Forskellen til disse bedrifter i dag, er at sensorernes præcision, datahåndteringen og den efterfølgende databehandling og kommunikation foregår på en fælles platform, at processen går hurtigere, og at resultatet er mere præcist.

Minimal teknologi i ekstensive landbrug

Den tredje udviklingsvej er ekstensive systemer, hvor der kun implementeres enkelte management teknologier og hvor teknologierne ikke kan kommunikere og derfor ikke anvendes på tværs af fabrikater og systemer. Men et minimalt teknologisk niveau er driftslederen i fokus og teknologien giver input til beslutningsstøtte på delområder. Implementeringen af management-teknologi i ekstensive systemer, skal give værdi i form af overvågning, ligesom i det intensive landbrug. Forskellen er, at det ekstensive system i mindre grad går på at optimere på mange individuelle parametre, som det er tilfældet ved det intensive landbrug. Der er altså ikke på samme måde tale om Precision Livestock Farming, men i stedet tale om at teknologien bidrager til overvågning af dyrene af hensyn til at finde syge dyr, og dyr som skal insemineres.

6.8 Referencer

- King, M. T. M. and T. J. DeVries. 2018. Graduate student literature review: Detecting health disorders using data from automatic milking systems and associated technologies. *J. Dairy Sci.* 101:1-10.
- Neethirajan, Suresh. 2017. Recent advances in wearable sensors for animal health management. *Sensing and Bio-sensing Research* 12: 15-29.
- Rasmussen, H. L. Udlændinge tager hjem og skifter fag – hver fjerde landbrugsjob er ledigt. Artikel i *LandbrugsAvisen* (12.07.2018) <https://landbrugsavisen.dk/udl%C3%A6ndinge-tager-hjem-og-skifter-fag-hver-fjerde-landbrugsjob-ledigt>).
- Rutten, C. J., A. G. J. Velthuis, W. Steeneveld, H. Hogeveen. 2013 Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *J. Dairy Sci.* 96:1928-1952.

7 Fremtidens stalde herunder krav til pasning af kvæg ud fra et adfærds og velfærdssynspunkt

Lene Munksgaard

Aarhus Universitet, Institut for Husdyrvidenskab

Tak for input på workshopen og efterfølgende kommentarer til Anja Juul Freudendal (LMO), Emma Ternman (AU), Helge Kroman (SEGES), Peter Stamp Enemark (Arla), Rie Jensen (Dyrenes Beskyttelse), Robert Pedersen (BK Nord A/S).

7.1 Indledning

Dyrevelværd, klima og miljø forventes stadig at være vigtige kvaliteter både for det danske samfund og forbrugere i 2040 i Europa og Nordamerika, mens der i andre dele af verden måske stadig er mere fokus på pris og andre kvaliteter. I de scenarier der er opstillet, er der derfor scenarier med større eller mindre fokus på velfærd, miljø og klima. Dog må det forventes, at der vil være danske minimums krav. I en rapport fra SEGES (SEGES, 2017) konkluderes, at "målet for 2030 stalden er at udvikle malkestalde på dyrenes præmisser", men det kræver at der er økonomi til det, og at klima og miljø også tænkes ind i løsningerne. I et review fra 2018 om visioner for mælkeproduktion og køer i 2067 konkluderer forfatterne "Dairy farmers in 2067 will meet the world's needs for essential nutrients by adopting technologies and practices that provide improved cow health and longevity, profitable dairy farms, and sustainable agriculture" (Britt et al., 2018).

Derfor er alle scenarier i dette notat stalde med køer i løsdrift, og det forventes at der er stor fokus på velfærd, klima og miljø samt sundhed og reduceret forbrug af antibiotika. Derfor forventes bl.a. at staldene skal indrettes og udstyres med diverse udstyr til registrering af dyrenes tilstand, således at syge dyr eller problemkøer hurtigt, effektivt og med stor sikkerhed kan identificeres og behandles. Hvad enten køerne er ude eller inde er de beskyttet mod vind og vejr herunder både høje og lave temperaturer.

Der findes ikke en entydig definition af dyrevelfærd, og der bliver næppe heller konsensus om en definition i fremtiden. Nogle lægger stor vægt på naturlighed, andre på at dyrene er fri for sygdomme og andre igen på, at dyrene kan få opfyldt deres adfærdsmæssige behov eller at de ikke oplever smerte, frygt og frustration. Der vil sikkert i 2040 stadig være variation i hvad samfundet og forbrugerne efterspørger også når det angår dyrevelfærd. I den nuværende Dyreværnslov angiver de tre første paragraffer den overordnede tilgang til dyreværn. Samme eller tilsvarende overordnede lovgivning må også forventes i 2040, men udmøntningen kan blive væsentligt anderledes afhængig af om der bliver større eller mindre fokus på dyrevelfærd relativt til andre problematikker. Desuden kan udmøntningen ske ved meget detaljerede krav til indretning af stalde og pasning (f.eks. en sengebås per ko) eller ved krav om at der opnås minimums grænser for en række dyr baserede mål (f.eks. andelen af trædepude svidninger hos fjerkræ). Tendensen går i retning af anvendelse af flere dyrebaserede mål (EFSA, 2012),

og med anvendelse af teknologi vil det måske være realistisk med en række automatiske målinger af dyr baserede indikatorer for dyrevelfærd i 2040. Hvis denne udvikling forsætter vil det give den enkelte producent større frihed til en individuel indretning af stalden, så længe de dyrbaserede mål opnås på et tilstrækkeligt niveau.

Tabel 1. Oversigt over køers behov fra EFSA rapport (EFSA, 2009).

EFSA
To feed: Foraging behaviour and nutrients
To drink
To breathe air of sufficient quality
To rest and sleep
To have an appropriate thermal environment
To avoid and minimize disease
To avoid harmful chemical agents
To avoid pain and injury
To have appropriate sensory input
To exercise
To explore
To have appropriate social interactions
To perform maintenance and eliminatory behaviour
To avoid fear and other negative experiences
Reproduction and maternal function

Vi har i dag en forholdsvis stor grundlæggende viden om kvægs adfærd og hvilke behov der skal opfyldes for at sikre dyrevelfærden, men på en del områder mangler der viden og innovation, så der findes løsninger som kan implementeres med et tilstrækkeligt økonomisk afkast. De mest væsentlige behov for malkekøer er beskrevet i en rapport fra EFSA 2009 (Tabel 1), og i det store EU-projekt Welfare Quality er fastlagt 12 kriterier for vurdering af dyrevelfærd (Tabel 2). Begge dokumenter beskriver de mere grundlæggende behov og kriterier for at opnå høj dyrevelfærd, men bemærk at der allerede her sker et skift hvor der i EFSA rapporten beskrives fravær af negative emotionelle tilstande, mens der i Welfare Quality tales om positive emotionelle tilstande. Denne trend må formodes at forsætte de kommende år. På de næste sider beskrives de væsentligste faktorer, som vi kender i dag, der har indflydelse på de kriterier og behov som er om talt i de to rapporter. Desuden er der lagt op til diskussion via bemærkninger om hvordan den generelle trend forventes at påvirke udviklingen.

Tabel 2. Principper og kriterier som danner basis for protokol til vurdering af velfærd (oversat fra Welfare Quality Assessment protocol for cattle)

Welfare Quality Principles	Welfare Criteria
Good feeding	1 Absence of prolonged hunger 2 Absence of prolonged thirst
Good housing	3 Comfort around resting 4 Thermal comfort 5 Ease of movement
Good health	6 Absence of injuries 7 Absence of disease 8 Absence of pain induced by management procedures
Appropriate behaviour	9 Expression of social behaviours 10 Expression of other behaviours 11 Good human-animal relationship 12 Positive emotional state

7.2 Væsentlige faktorer som kan påvirke udviklingen og indretningen af fremtidens stalde.

Hvor er dyrene

Ude eller inde. I mange henseender er dyrevelfærden ofte bedre når dyrene går ude frem for inde. Der er mere plads, mindre konkurrence om adgang til foder og hvilepladser og bedre muligheder for at undvige aggressioner samt udvise naturlig adfærd. Desuden er underlaget som regel bedre egnet til især at stå og gå på, og ligge adfærden er ikke hæmmet af inventar. Men for at opretholde dyrevelfærden, når dyr går ude vil der i 2040 sandsynligvis være behov for bedre muligheder for at søge skygge eller anden afkøling i varme perioder. Desuden kan ændringer i klimaet måske føre til et større insekt og parasit pres. I store besætninger, som producerer mælk og kød til markeder med mindre fokus på dyrevelfærd vil dyrene være inde hele året rundt. Hvis fokus på dyrevelfærd er uændret eller stigende vil der formodentlig være plads til en række besætninger med dyr som går ude i en større del af året. Det synes også at være en klar trend blandt forbrugere, at de ønsker produkter fra dyr som er ude om sommeren.

Fodring: Individuelt eller på gruppeniveau

Kvæg er flokdyr og derfor må det forventes, at der er krav om at alle dyr går i en egnet gruppe af dyr. Tildeling af foder kan være både på individ niveau både hvad angår grovfoder og kraftfoder eller på gruppeniveau efter ædelyst afhængig af besætningsstørrelse og teknologi niveau. For at opnå det

bedste resultat hvad angår klima og reduceret antibiotikaforbrug, må det forventes, at der bliver øget fokus på at opnå så høj en produktion som mulig fra det enkelte dyr, og dermed en øget fokus på fodringstrategier som optimerer på individ niveau samt på smittebeskyttelse.

For at sikre den højtydende ko adgang til foder skal der være tilstrækkelig plads ved foderbordet, og for værket skal være udformet, så det hæmmer aggression mellem dyrene. Samtidig skal der være god plads på adgangsvejene til og fra foderbordet. Belægningsraden har stor betydning, og det må forventes at det bedste resultat opnås hvis alle køer kan komme til foderbordet samtidigt.

Vand

Alle dyr skal have fri adgang til vand i tilstrækkelig mængde og kvalitet, men der vil formodentligt også være fokus på at undgå vandspild.

Hvileareal

Sengebåse eller fælles hvileareal. Liggeadfærd har høj prioritet og hæmmes adfærden så behovet ikke kan opfyldes kan det medføre både adfærdsmæssige og fysiologiske stressreaktioner, samt i visse tilfælde reduceret vækst og ydelse. Der er allerede i dag stor fokus på at sikre koens komfort, og udvikling af materialer som sikrer både at koens komfort tilgodeses samt at smitte risikoen minimeres. Det ideelle underlag med tilstrækkelig holdbarhed og til en konkurrencedygtig pris er dog ikke fundet endnu. Der er behov for udvikling af nye syntetiske materialer eller metoder til at behandle naturlige materialer via et samarbejde mellem ingeniører, veterinære kompetencer og viden om adfærd.

Underlag i hvileareal: Forventede krav fri adgang til at ligge ned, på et tørt, skridsikkert og eftergiveligt underlag med mindst mulig smitte risiko.

Gangarealer og arealer bag foderbord:

God plads og hensigtsmæssig indretning reducerer aggressive interaktioner mellem dyrene, og kan bidrage til at sikre at alle dyr har fri adgang til foder, vand og hvileareal. Halthed er en af de store både økonomiske og velfærdsmæssige problemer i nutiden stalde. Udvikling af nye typer underlag, som er skridsikre, kan holdes tørre og som har en vis grad af eftergivelighed vil være afgørende for dyrevelfærden. Samtidig skal de nye typer gulve også tage hensyn til emission, så her er et område som kræver fokus og samarbejde mellem forskellige ekspertiser for at det skal lykkedes.

Ko-kalv

Sammen i kort eller lang tid. Formodentlig vil der være et ønske fra en del af forbrugerne om at ko og kalv går sammen i betydelig længere tid end i dag, hvilket sandsynligvis også vil have en positiv indflydelse på velfærden. Men der vil i så fald være behov for udvikling af systemer som kan håndtere at ko og kalv går sammen, som også tager hensyn til dyrenes øvrige behov m.m. og som er økonomisk rentabelt. Alternativer kan være anvendelse af ammekøer.

Klima i stalden

Stalden bør indrettes så der ikke er træk, og med mulighed for at regulere temperaturen både i varmt og kold vejrlig tilpasset behov afhængig af alder og dyrenes status (lakterende, gamle syge etc.).

Besætningsstørrelse

Lille, mellem, stor. Besætningsstørrelsen har en vis betydning for fremtidens staldsystem. Udviklingen går i retning af større besætninger, og det vil sikkert fortsætte, så besætningsstørrelsen er betydelig større i 2040. Det betyder, at staldene kan indrettes til hold af dyr, som følges af fra fødsel til afgang fra besætningen. Samtidig kan der i højere grad ved indretning af staldene tages hensyn til størrelse og behov hos de enkelte dyregrupper, og personalet kan være specialister i de kategorier af dyr de passer eller de funktioner de varetager (f.eks. klovbeskæring). Forbrugerkrav til naturlighed og dyr på græs kan dog måske drive udviklingen i retning af en række mindre besætninger med stor fokus på naturlighed, eller mellemstore besætninger hvor køerne er på græs.

Hold inddeling

Kvæg lever under mere naturlige forhold i mindre stabile grupper, hvor nye dyr primært er kalve født af køer i flokken. Gruppeskift til en ny flok dyr medfører, at der skal etableres en ny rangorden, og det medfører mere uro og en belastning af dyrene. Men der er meget lidt viden om betydning af gruppeskift i større grupper og selve betydningen af gruppestørrelsen. I store besætninger vil der være en bedre mulighed for at lave mere stabile grupper, hvor der samtidig tages hensyn til foderets sammen sætning og dyrenes øvrige behov.

Genetik

Høj, mellem, lav ydelse. Ydelses niveauet må forventes at stige, da hensyn til klima til dels skal opnås gennem en høj produktion fra det enkelte dyr. Det stiller større krav til indretning af stalden, sådan at den højtydende ko kan nå både at æde, blive malket og hvile tilstrækkeligt. Der må ikke være nogen splidtid. Muligvis vil der blive en udvikling med produktion af dyr som genetisk passer bedre til specielle systemer afhængig af produktionens størrelse.

Malkning

Det forventes at store dele af malkningen foregår automatisk hvad enten køerne malkes i robotter eller i en malkestald. Mobile robotter til brug ved afgræsning er under udviklet eller færdig udviklet. I store besætninger vil det muligvis være mest økonomisk fordelagtigt og give størst fleksibilitet at malke køerne i en malkestald / karrusel. Muligvis vil mælken blive forarbejdet på gårdmejeri, Lely har f.eks. lige lanceret et gårdmejeri (Lely Orbiter).

7.3 Forskellige scenarier

Generelt for alle scenarier forventes at der vil være fokus på at bygge billigere, så køerne kan få mere plads f.eks. med presset bambus eller andre alternative materialer. Desuden vil det være en fordel med fleksible systemer og genbrug af byggematerialer vil forventes at få større betydning. Dog vil det trække

i modsat retning hvis emissioner stadig beregnes per m² i stedet for per ko. Desuden forventes stor fokus på smittebeskyttelse. Transparens og sporbarhed helt tilbage til den enkelte besætning vil måske være et krav for alle oven nævnte scenarier. Desuden vil mulighed for forbrugere at besøge besætningerne og måske at følge med via video på nettet vinde indpas for en række produkter.

Her er beskrevet fire scenarier men i princippet kan man forestille sig en matrix hvor de forskellige elementer kan kombineres på forskellig vis.

Den lille lavteknologiske besætning med fokus på naturlighed

I den lille lavteknologiske besætning med fokus på naturlighed er dyrene ude så stor en del af året som muligt, eventuelt har de adgang til udearealer hele året og selve stalden har mere karakter af læskur/telt end en egentlig stald. Der anvendes et naturligt materiale som strøelse, eventuelt komposteret, og "stalden" kan flyttes rundt på forskellige arealer. Kalvene og eventuelt kvier går sammen med køerne i betydelig længere tid end i dag. Der anvendes "gener" som sikrer robusthed hos dyrene.

Malkestalden er ligeledes en mobil enhed. Mælken forarbejdes på gården og alle dyr slagtes på gården. Både kød og mælk omdannes til specialprodukter og sælges enten til grupper af forbrugere som i fællesskab finansierer bedriften, i gårdbutik eller til specialbutikker og restauranter.

Den højteknologiske besætning med fokus på naturlighed

Her er fokus på de samme værdier, som i scenarie 1, men der anvendes den nyeste teknologi til malkning, fodring, sortering af dyr og andre management procedurer. Der anvendes et naturligt materiale som strøelse, og dyrene går ude en stor del af året. Stalden er lys og rummelig med god plads til det enkelte dyr, og dyrene går i forholdsvis stabile grupper med et løst materiale som strøelse i fælles hvileareal (uden sengebåse). De enkelte dyr overvåges nøje, og der er fokus på forebyggelse frem for behandling. Ko og kalv går sammen i længere tid.

Den højteknologiske stald med fokus på den enkelte ko.

I den højteknologiske stald indsamles store mængder af information om den enkelte ko, og den enkelte ko fodres individuelt med både grovfoder og kraftfoder, så foderrationen til enhver tid i så høj grad som mulig reducerer belastning på miljø og klima og sikrer koens velfærd. Der er god plads og stalden er indrettet så koen kan få opfyldt de adfærdsmæssige behov, og sådan at koens sundhed i så høj grad som mulig er sikret. Der anvendes den nyeste teknologi, og naturlige eller syntetiske materialer til liggeunderlag og strøelse alt efter pris og effektivitet af materialerne. Foderet kan evt. produceres andre steder end i forbindelse med besætningen.

Besætninger med fokus på grupper af dyr frem for den enkelte ko

Besætningen er stor og stalden er indrettet til grupper af dyr, som behandles ens mht. fodring, frekvens af malkning m.m., og der tages ikke særlige hensyn til det enkelte dyr. De fleste arbejdsopgaver er automatiserede, og der er stor fokus på at minimere omkostninger gennem at effektivisere produktionen

og tilse god sundhed hos køerne. Diverse krav vedrørende klima, miljø og dyrevelfærd overholdes, men der er ikke fokus på at skabe særlig værdi på disse områder. Foderet kan evt. produceres andre steder end i forbindelse med besætningen.

Ovenstående beskriver forskellige mulige scenarier, men der er i høj grad mulighed for at kombinere elementer fra scenarierne, f.eks. bliver mælkens måske også forarbejdet på stedet i scenarie 4 eller køerne er på græs i scenarie 3. Scenarierne er primært tænkt som oplæg til diskussion.

7.4 Afslutning

Fremtidens kvæg stalde skal tage hensyn til adfærd og dyrevelfærd, men fremtidens kvægstalde skal også sikre et lavt antibiotikaforbrug og minimere negativt aftryk på klima og miljø. Forbruger krav forventes at få stigende betydning. Sidst men ikke mindst sådanne stalde vil kun findes hvis de økonomiske forudsætninger er tilstede. Dette notat er skrevet med fokus på adfærd og velfærd, men den rigtige vej frem findes kun ved tværfagligt samarbejde, så alle aspekter inddrages.

7.5 Litteratur

- Britt, J.H., Cushman, R.A., Dechow, C.D., Dobson, H., Humblot, P., M.F. Hutjens, Jones, G.A., Ruegg, P.S., Sheldon, I.M. and J.S. Stevenson. 2018. Invited review: Learning from the future – A vision for dairy farms and cows in 2067.
- EFSA, 2009. Scientific report of EFSA prepared by the Animal Health and Animal Welfare Unit on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. *Annex to the EFSA Journal* (2009) 1143, 1-38
- EFSA, 2012. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) Scientific Opinion on the use of animal-based measures to assess welfare of dairy cows. *EFSA Journal* 2012; 10(1):2554. [81 pp.] www.efsa.europa.eu/efsajournal
- SEGES, 2017. Poulsen, K., Kroman, H., Jensen, M.L., Holm, A.M. og Andersen, J.T. 2030-KVÆGSTALDEN – Den klima-, Miljø, og dyrevelfærds optimale kvægstald. Udgiver af SEGES, Agro Food Park 15, 8200 Aarhus N.

8 Fremtidsscenarier for bedrifter med mælkeproduktion

*Troels Kristensen, Jesper Overgård Lehmann & Lisbeth Mogensen
Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi*

8.1 Indledning

Syv forskellige fremtidsscenarier for en mælkeproduktionsbedrift, som alle potentielt kunne have deres plads i den danske mælkeproduktionen i år 2040, er blevet identificeret ud fra de seks oplæg (kapitel 2 til 7) og noterne fra workshoppen (Se appendiks). Scenarierne er tænkt ind i en dansk mælkeproduktion med en indvejning, som er større end i dag, og som således i betydende omfang er målrettet eksport ud over forsyning af hjemmemarkedet.

Fokus er på mælk som hovedproduktet, men kødproduktionen indgår også i alle scenarier, hvor handyr antages afsat til andre bedrifter. Herudover kan der indgå andre produkter, såfremt det er afgørende for en samlet forståelse og den senere effektberegning af fremtidsscenariet.

De forskellige nuværende produktionssystemer så som økologi, non-GMO og andre specialproduktioner er ikke inddraget direkte, men nogle af fremtidsscenarierne vil i højere grad end andre være målrettet f.eks. økologi, hvilket også afspejles i de opstillede forventninger til bedriftens produktion.

Hvert scenarie skal ses som et bud på en bedriftstype, som er knyttet til forskelle i landmandens mål og værdier, markedet for mælkeprodukter og forskelle i rammebetingelserne for mælkeproduktion i 2040. Hvert scenarie har således sine egne målsætninger, som afspejles i den beskrevne omsætning. På tværs af scenarierne er der valgt tekniske, og biologiske forudsætninger, som umiddelbart er i overensstemmelse med scenariernes grundlæggende værdier og mål, men desuden er der taget hensyn til, at der på tværs af scenarierne også sker en repræsentation (brug) af flest mulige af de udviklingsveje, som til sammen blev identificeret i de seks oplæg og ved workshoppen.

Der er ikke sat en konkret størrelse på bedriften bag hvert scenarie, investeringsomfanget, arbejdskraft-behovet eller givet konkrete forventninger til omfanget af hvert fremtidsscenarie i forhold til Danmarks samlede mælkeproduktion. Der indgår heller ikke overvejelser omkring mulige reguleringer og tilskud til at fremme de enkelte fremtidsscenarier, men der er angivet forventninger om en merpris for produkterne, hvor det vil være relevant.

8.2 Syv fremtidsscenarier

Den danske lovgivning, som i fremtiden forventes i endnu højere grad at fokusere på dyrevelfærd, miljø og klima, er udgangspunktet for alle scenarierne, men dyrevelfærd, påvirkning på miljø og klima vægtes forskelligt på tværs af scenarierne. Generelt for alle scenarier gælder, at der tilstræbes et højst muligt økonomisk afkast, dog har det enkelte scenarie et eller flere fokusområder, som gør, at det adskiller sig fra de øvrige scenarier, og dermed repræsenterer hver især en af flere mulige identificerede udviklingsveje for den enkelte bedrift.

De syv scenarier er beskrevet nedenfor ud fra deres fokusområder og mere detaljeret i de efterfølgende afsnit. Fokus i de syv scenarier er på henholdsvis:

- Afgræsning og robuste køer
- Lokale ressourcer og selvforsyning med foder
- Besætningen og økonomisk optimering
- Cirkulær økonomi – non human foder
- Klima og færre emissioner pr. kg mælk
- Minimal kvælstofudvaskning pr. ha – geografisk placering
- Koen – høj ydelse og sundhed

Afgræsning og robuste køer

Målsætningen i scenariet er naturlighed, hvor dyrene er på græs i sommerperioden og opstaldes om vinteren i stalde med god plads. Det kan være stalde med dybstrøelse eller andre bløde gulve og kombineres eventuelt med udendørs motionsarealer. Samvær mellem ko og kalv i opvæksten indgår som en vigtig del af bedriftens fokus på naturlighed. Besætningen består af kombinationsracer, som bidrager til opretholdelse af den genetiske diversitet, med fokus på både mælke- og kødkvalitet, hvor handyrene opfædes på bedriften. I besætningen er der fokus på det enkelte dyr og forebyggende sundhedstiltag som i betydeligt omfang reducerer brugen af antibiotika. Fokus i fodringen er på en høj andel af græs og afgræsning i kombination med brug af sæsonkælvninger for at udnytte græsvæksten bedst muligt i sommerhalvåret, mens hø og græsensilage afstemmes i vinterperioden med dansk-produceret foder. Den høje andel af grovfoder og fokus på robuste køer betyder, at ydelsesniveauet er relativt lavt. Teknologi anvendes på bedriften i det omfang, det kan støtte det enkelte dyrs ernærings og velfærd, og sammen med et lavt fysiologisk pres og god plads i stalden giver det scenariet et højt fokus på dyrevelfærd. Bedriftens fokus på naturlighed, afgræsning og minimalt medicinforbrug kan berettige en merpris for produktionen.

Lokale ressourcer og selvforsyning med foder

Målsætningen i scenariet er at fremstille mælk baseret på selvforsyning med egne afgrøder, og det bliver derfor foderbehovet, som er bestemmende for bedriftens belægningsgrad. Brug af krydsningsavl sikrer en god sundhed og robuste køer, som kombineret med et moderat ydelsesniveau sikrer køer med en høj levealder. Afgrødevalget skal afstemmes efter dyrenes næringsstofbehov og et harmonisk sædskifte, og derfor kan der indgå salgsafgrøder, mens roer som en afgrøde med et højt energiudbytte samt forskellige proteinafgrøder indgår i foderforsyningen sammen med græs. Fokus på selvforsyning med foder betyder, at der er en høj andel grovfoder i foderrationen, ligesom afgræsning i begrænset omfang indgår - eventuelt delvist som naturpleje. Teknologiniveauet er relativt lavt og anvendes primært til at styre markdriften. Lokal værditilvækst, nærhed og inddragelse af naturpleje i mælkeproduktionen kan berettige en merpris for produktionen.

Besætningen og økonomisk optimering

Målsætningen i scenariet er at fremstille mælk med lavest mulige omkostninger baseret på en afbalanceret fodring. Traditionel ren race avl med fokus på ydelse i kombination med kønssorteret sæd sikrer en høj udnyttelse af det genetiske ydelses- og kødpotentiale. Opdræt, som ikke skal indgå i mælkeproduktionen, sælges som kælvekvier, mens tyrekalvene sælges til opfedning umiddelbart efter kælvingen. Fodringen er baseret på letfordøjeligt græs- og majsensilage samt kolbemajs afstemt med tilskudsfoder baseret på TMR – eventuelt med flere blandinger afstemt efter køernes alder og produktionsniveau. Præcisionsteknologi i markdriften anvendes til optimering af næringsstoffordelingen herunder f.eks. graduering efter kløverandel, hvilket medvirker til en høj effektivitet i marken og dermed høje udbytter.

Cirkulær økonomi og non-human foder

Målsætningen i scenariet er at fremstille mælk i et system, som udnytter kvægets evne til at omdanne fibre til mælk og kød. Brug af krydsninger og eventuelt kombinationsracer med en relativt høj foderoptagelseskapacitet i forhold til mælkeproduktionen muliggør en udnyttelse af restprodukter med relativ lav værdi. Fodringen tager udgangspunkt i ingen eller minimal brug af afgrøder, som kan anvendes direkte til human konsum. Derfor er et centralt element udnyttelse af græs til bioraffinering, hvor fiberfraktionen anvendes til kvægfoder, mens proteinet sælges som foder til svin- og fjerkræ eller eventuelt i forædlet form til humant brug. Herudover er der fokus på anvendelse af danske bi- og restprodukter og recirkulering af næringsstoffer fra industri og husholdning til marken. Det resulterer i en mindre direkte afhængighed mellem mark og stald på grund af udnyttelsen af synergien mellem kvæg og andre produktioner, hvilket giver en relativt høj belægningsgrad, og derfor afsættes en del af gødningen via et biogasanlæg.

Klima og færre emissioner pr. kg mælk

Målsætningen i scenariet er at fremstille mælk med den lavest mulige emission af drivhusgasser pr. kg mælk, når der tages højde for alle emissioner knyttet til foderproduktion i både udlandet og i Danmark samt besætningens udledning. Væsentlige midler til at opnå en minimal emission vil være en foderration med et højt fedtniveau og brug af metan-hæmmende tilsætningsstoffer og fodermidler, som set i hele kæden bidrager til en lav emission. Ligeledes vil tilpasning af foderforsyningen tage hensyn til potentialet for lagring af kulstof i jorden. Avlsarbejdet bidrager til reduktion gennem linjeavl med fokus på høj effektivitet og lav emission af metan samt en høj livstidsproduktion gennem brug af forlænget laktation og kønssorteret sæd, som er afstemt efter behovet for opdræt til udskiftning. Gødningsteknologier herunder biogas bruges til at reducere ammoniak og metan fra stalde og lagre, mens markteknologier, herunder nitrifikationshæmmere, anvendes til at reducere emissionen af lattergas fra markdriften.

Minimal kvælstofudvaskning pr. ha – geografisk placering

Målsætningen i scenariet er at fremstille mælk, som giver en markant lavere kvælstofudvaskning pr. ha, og scenariet er målrettet de geografiske områder i Danmark, hvor der er et ekstra stort behov for en reduktion som følge af en kombination af lav retention og for stor udledning til miljøfølsomme havmiljøer (f.eks. Limfjorden og Mariager fjord). Foderproduktionen er baseret på selvforsyning og dermed en reduceret belægningsgrad, kvælstoftilførselen er afstemt efter afgrødernes bortførsel af næringsstoffer og en høj andel af flerårige kløvergræsmarker kombineret med korn i sået græs, som udnyttes til slæt, sikrer et højt udbytte. Fodringen optimeres efter en høj kvælstofudnyttelse og i avlsarbejdet er der fokus på at øge foderoptagelseskapaaciteten. Det medvirker til en høj grovfoderandel som kombineret med høj foderudnyttelse og ydelse reducerer mængden af N i gødningen. Næringsstofudnyttelsen understøttes af et højt teknologiniveau, specielt i marken, hvor afgrødeanalyser og GIS anvendes til optimering af gødningstildelingen.

Koen – høj ydelse og sundhed

Målsætningen i scenariet er at give den enkelte ko optimale betingelser, som medfører en høj effektivitet og dyrevelfærd i besætningen. Dette sikres ved en høj grad af teknologi til overvågning og styring af de daglige rutiner. Malkerobotter og automatiske fodringssystemer samt sensorer til overvågning af det enkelte dyrs produktion, sundhed og reproduktion er centrale elementer på bedriften, som understøtter en høj reproduktionseffektivitet og en lav sygdomsfrekvens. Fokus i avlen er på mælkeydelse som understøttes af genomisk test af alle hundyr. Køerne opstaldes indendørs hele året i stalde med god plads, som kan beskrives som en græsmark under tag, og sammenlagt med teknologien giver det scenariet et højt fokus på dyrevelfærd. Fodringen er baseret på hjemmeavlet grovfoder af en høj kvalitet, som afstemmes med indkøbte fodermidler. Kraftfoderet er designet til at tilgodese det enkelte dyrs eller en veldefineret gruppe af dyrs behov til optimering af fodring på individniveau for at udnytte det genetiske potentiale.

8.3 Afsluttende bemærkninger

De syv scenarier er bud på typer af bedrifter, som forventes at illustrere den samlede variation i bedriftstyper, som tilsammen vil definere dansk mælkeproduktion i 2040. I praksis vil der selvfølgelig være mange forskellige kombinationen af de syv typer, mens hver type kan opfattes som arketyper for malkekvægsbedrifter, som hver har deres specifikke mål.

I en efterfølgende analyse vil der være fokus på at estimere effekten på miljø og klima samt økonomi på DB-niveau for hvert scenarie. Derfor har der i ovenstående beskrivelse været fokus på at beskrive de elementer, som påvirker omsætningen af foder, gødning og besætningsdynamik samt produktivitet, mens der har været mindre fokus på områder som stalde, management og afledte konsekvenser på f.eks. dyrevelfærd i de enkelte systemer.

9 Appendiks

A1. Deltagere i workshoppen

Fornavn	Efternavn	Firma
Anja Juul	Freudendal	LMO
Anne	Berg	Thise Mejeri
Birgitte	Eberhardt	UCL - Erhvervsakademi og professionshøjskole
Birgitte Marie Løvendahl	Raun	DLG
Ejvind	Kviesgaard	Danish Crown Beef
Emma	Ternman	AU-ANIS
Eva	Søndergaard	AU-ANIS
Finn	Strudsholm	SEGES, Økologi Innovation
Hanne Bang	Bligaard	Arla Foods
Helge	Kromann	SEGES Veterinær- og kvalitetsforhold
Jens	Baadegaard	UCL Erhvervsakademi og Proffesionshøjskole
Jesper	Lehmann	AU-AGRO
John	Hermansen	AU-AGRO
Jørgen	Eriksen	AU-AGRO
Jørgen	Kristensen	KvægXperten
Lasse	Kruse Ledet	LandboNord
Lene	Munksgaard	AU-ANIS
Lisbeth	Mogensen	AU-AGRO
Martin	Mikkelsen	SEGES
Martin	Weisbjerg	AU-ANIS
Mette Olaf	Nielsen	KU-SUND
Mogens	Vestergaard	AU-ANIS
Morten	Kargo	AU-MBG
Morten Lindgaard	Jensen	SEGES
Niels	Blommegård	Vestjyllands Andel
Niels-Juel	Nielsen	Danish Agro
Ole Aaes	Ole Aaes	SEGES
Peter	Thomsen	AU-ANIS
Peter	Lund	AU-ANIS
Peter Stamp	Enemark	Arla Foods

Rie	Jensen	Dyrenes Beskyttelse
Robert	Pedersen	BK-Nord
Rudolf	Thøgersen	SEGES HusdyrInnovation
Sophie A	Favrelle	Danish Agro
Søren	Bisp	SEGES Future Farming
Søren	Østergaard	AU-ANIS
Søren	Borchersen	Viking genetics
Thomas	Andersen	SEGES
Torben	Spanggaard	SEGES
Troels	Kristensen	AU-AGRO
Vivi	Thorup	IceRobotics

A2. Noter fra workshopen

Ved workshopen blev der noteret en række kendetegn omkring produktionsomfang og struktur, som kan have en betydning for fremtiden inden for hvert af de fire oplæg, der handlede om selve bedriften. For at forsøge at fastholde flest mulige af de kendetegn i beskrivelsen af de syv fremtidsscenarier, blev hvert udsagn samlet i de efterfølgende tabeller, og der er angivet en relativ betydning af det enkelte kendetegn inden for hvert fremtidsscenarie. Her er blank = neutral; 1 = mindre betydning; 2 = nogen betydning og 3 = afgørende betydning. Der er én tabel for hvert oplæg om selve bedriften, mens de to første tabeller er om bedriftens produktion og struktur.

Område: Produktion – omfang, type

Note	Fremtidsscenarie						
	1	2	3	4	5	6	7
Målrettet områder med yderlige krav, lokalt miljø	2	2				3	
Globalt miljø			1	2	3		
Lokal værdi tilvækst	2	3					
Biodiversitet som del af helheden	2			1		1	
Robot & teknologi som erstatning for arbejdskraft			1				3
Besætning – mark afkoblet				1			
Kobling til f.eks. drivhusgartneri				1			
Lokal foder og afsætning - de små cirkler	1	3		1		1	
Andre driftsgrene	1			1			
Foderproduktion må ikke konkurrere med human føde				3			
Billigst mulig – bulk			2				2
'added value'	3			1	1	1	
Afgræsning	3						
Mulighed for større besætninger og høj ydelse							1
Genanvendelse af emballage							
Besætningsstørrelse tilpasset ressourcer			2	2		2	
Præcisionslandbrug, store landbrug							3
Specialiseret, høj ydelse			2				3
Mælkeopkoncentrering							1
Fødevarersikkerhed							
Mindre medicin (pga monitorering)	2						2
Besøgsgård, tæt kontakt til forbrugerne	1						
Brug af husholdningsaffald og slam				2			
Nul antibiotika	2						

Område: Struktur – besætning og bedrift

Note	Fremtidsscenarie						
	1	2	3	4	5	6	7
Ekstensiv drift (DE/ha lavt)	1	3				2	
Færre ungdyr, høj ydelse, længere levetid					3		1
Forlænget laktation					2		1
Synergi med anden produktion,		1		2	1		
Forædling – høj pris	2	2		1			
Ko-kalv sammen	3						
Naturpleje	1	2					
Græsmælk, lokal mælk, naturpleje	1	2					
Beholder kalve	3	1					
Biogas			1	1	3		

Område: Fodring, foderforsyning

Note	Fremtidsscenarie						
	1	2	3	4	5	6	7
Fodring							
Afgræsning	3	2					
Lav N konc foder						3	1
Fedt			1		3		
tilsætningsstoffer, nitrat, tang, andet					2		
øget stivelse,					2		
biprodukter		1		3			
Kraftfoder							3
Hjemmeavlet	1	3	3		1	1	
Græspulp		1		3			
Protein = lokalt producerede raps og hestebønner		3			1		
Høj FK grovfoder,			3				3
Top trimmet fodring					2		3
Økonomisk effektiv fodring			3	3			
Ingen majs til køer				2			
Forsyning							
Mindre majs						3	
Mere og længere varende græs						3	
Placering af gødning							3
Græs – herunder bioraffinering,				3	1		
Roer		1				1	
Gødskning efter kløverandel							3
Plantedække året rundt			2			3	
Optimal N gødsk					3		3
Mindre pesticid	1						1
Hjemmeavlet		3	1		1		
Primært græs		2				2	
Foder handles ind udefra				1			1

Område: Avl og genetik

Note	Fremtidsscenario						
	1	2	3	4	5	6	7
Avl							
Kombirace-kød	3						
Kønssorteret sæd					1		2
HF type			3				3
Mere KSS færre kvier					1		2
Optimeret ko/kalv ratio				1	2		1
Gl. racer, (Morten Korch!)	1						
Kombi-kryds,					1		
Toformålsrace	1				1		
Toformålsrace + højtydende	1				1		
Højtydende krydsninger				1	2		1
Avls mål							
Robusthed	1						
Høj ydelse			3				3
Persistens,					1		
avl for CO2 effektivitet,					3		
Foderoptagelse v. afgræsning	2	1					
Foderudnyttelse,					2	1	1
fokus på mælk,			2				3
Køer, der kan gå,	3	2			1		
Max robusthed,	1						
Stor foderoptagelse				1	1		1

Område: Stalde – velfærd

Note	Fremtidsscenarie						
	1	2	3	4	5	6	7
Red. NH3 fordampning,			1		2		
Urin opsamling, bedre gylle – højere ts%				1	1	1	
Alt gas opsamles,							
Masser af strøelse, måtter	2						
Gødningsemission ned,		1			2		1
Opsamling af NH3, , gylle separation		1	1		1	1	
Plads øges	2	1					
Så lille som mulig					1		1
Kalvebørnehaver	2						
Ingen båse	1						
Minimal transport af dyr	2						
Græsmark under tag	1						
Kan håndtere ko-kalv	3						
Bygget af lokale ressourcer	1				1		
Holdes inde, optimal ud fra struktur			1	1	1		1

Område: Management & Teknologi

Note	Fremtidsscenarie						
	1	2	3	4	5	6	7
Målinger på markniveau,							2
Mindre fokus på besætning				2			
Målinger til management			2		1	1	3
Målinger til dokumentation,					1		1
Fokus på individ	1		1				2
Målinger til dokumentation,					1		1
Forsuring af biogas gylle					1	1	
Styring af lys, luft, emission mv.					1		1
Investeringstungt – økonomisk optimering					1		2
Dokumenteret CH ₄					1		1
Sensor-data-værktøjer			1	1	1	1	2
Teknologi til overvågning af koen				1	1		3
Gårdmejeri, salg mv.		1					
Græsmanagement, styret kotrafik	2						
Næringsstoffer skal recirkuleres		1		3	1	1	
Biogas				1	3		
Højteknologisk							3
Teknologi til afgræsningsmanagement	2						
Håndholdt	1	1					
Meget teknologi							3
Lavest mulige lønomkostninger				1			2

DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug er den faglige indgang til jordbrugs- og fødevareforskningen ved Aarhus Universitet (AU). Centrets hovedopgaver er videnudveksling, rådgivning og interaktion med myndigheder, organisationer og erhvervsvirksomheder.

Centret koordinerer videnudveksling og rådgivning ved de institutter, som har fødevarer og jordbrug, som hovedområde eller et meget betydende delområde:

Institut for Husdyrvidenskab
Institut for Fødevarer
Institut for Agroøkologi
Institut for Ingeniørvidenskab
Institut for Molekylærbiologi og Genetik

Herudover har DCA mulighed for at inddrage andre enheder ved AU, som har forskning af relevans for fagområdet.

RESUME

Rapportens formål er at se ind i fremtiden - defineret som år 2040 - for malkekvægsbedrifterne i Danmark. En fremtid, der tager afsæt i udviklingen i markedet, som skal aftage den stigende produktion, og i samfundets krav og forventninger til erhvervet, både som del af samfundsøkonomien og som en produktion, der potentielt kan påvirke naturen og miljøet, såvel lokalt som globalt. Ændringer i lovgivningen, som f.eks. i forhold til kvælstof med en mere målrettet lokal regulering forventes at øge behovet for forskellige måder at gennemføre produktionen på den enkelte bedrift, så den er tilpasset de lokale restriktioner samtidigt med, at produktionen er økonomisk rentabel.

De første kapitler i rapporten indeholder nogle bud på, hvordan fremtiden kan udvikle sig inden for afgørende områder i forhold til bedriften, samfundet og markedet. Disse kapitler leder frem til det sidste kapitel, hvor syv forskellige fremtidsscenarier for den enkelte mælkeproduktionsbedrift er blevet identificeret. Hvert scenarie skal ses som et bud på en bedriftstype, som er knyttet til forskelle i landmandens mål og værdier, markedet for mælkeprodukter og forskelle i rammebetingelserne for mælkeproduktion i 2040. Hvert scenarie har således sine egne målsætninger, som afspejles i den beskrevne omsætning. De syv scenarier er bud på typer af bedrifter, som forventes at illustrere den samlede variation i bedriftstyper, der tilsammen vil definere dansk mælkeproduktion i 2040.