



# REVURDERING AF BASELINE

Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 67

2015



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



AARHUS  
UNIVERSITET

DCA - NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG

[Tom side]

# REVURDERING AF BASELINE

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 67

2015

Poul Nordemann Jensen (red.)<sup>1</sup>

Gitte Blicher-Mathiesen<sup>2</sup>

Jonas Rolighed<sup>2</sup>

Christen Duus Børgesen<sup>3</sup>

Jørgen E. Olesen<sup>3</sup>

Ingrid Kaag Thomsen<sup>3</sup>

Troels Kristensen<sup>3</sup>

Peter Sørensen<sup>3</sup>

Finn P. Vinther<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Aarhus Universitet, Nationalt Center for Miljø og Energi

<sup>2</sup>Aarhus Universitet, Institut for Bioscience

<sup>3</sup>Aarhus Universitet, Institut for Agroøkologi



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



AARHUS  
UNIVERSITET

DCA – NATIONALT CENTER FOR FØDEVARER OG JORDBRUG

# Datablad

Serietitel og nummer:	Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 67
Titel:	Revurdering af baseline
Forfattere:	Poul Nordemann Jensen (red.) <sup>1</sup> , Gitte Blicher-Mathiesen <sup>2</sup> , Jonas Rolighed <sup>2</sup> , Christen Duus Børgesen <sup>3</sup> , Jørgen E. Olesen <sup>3</sup> , Ingrid Kaag Thomsen <sup>3</sup> , Troels Kristensen <sup>3</sup> , Peter Sørensen <sup>3</sup> & Finn P. Vinther <sup>3</sup>
Institutioner:	Aarhus Universitet, <sup>1</sup> DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, <sup>2</sup> Institut for Bioscience & <sup>3</sup> Institut for Agroøkologi
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	<a href="http://dce.au.dk">http://dce.au.dk</a>
Udgivelsesår:	Januar 2016
Redaktion afsluttet:	November 2015
Faglig kommentering: Kvalitetssikring, DCE:	Jørgen Eriksen, Institut for Agroøkologi & Brian Kronvang, Institut for Bioscience Susanne Boutrup
Finansiel støtte:	Naturstyrelsen
Bedes citeret:	Jensen, P.N., Blicher-Mathiesen, G., Rolighed, J., Børgesen, C.B., Olesen, J.E., Thomsen, I.K., Kristensen, T., Sørensen, P. & Vinther, F.P. 2016. Revurdering af baseline. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 60 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 67 <a href="http://dce2.au.dk/pub/TR67.pdf">http://dce2.au.dk/pub/TR67.pdf</a>
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	<p>Der er i denne revurdering af baseline taget hensyn til forventede ændringer, som vil kunne påvirke baseline. Her kan nævnes ophævelse af de ekstra efterafgrøder, normreduktion m.m. Opgaven er bestilt løst ved to scenarier for kvælstofnormen, hvor kvælstofnormen i begge tilfælde øges til det økonomisk optimale i 2016/17:</p> <p>A: En årlig tilpasning af den økonomisk optimale norm i årene efter 2016/17 (årlig tilpasset norm).</p> <p>B: En fastlåst kvælstofnorm på økonomisk optimalt niveau, men fastlåst på niveau 2016/17 (fastlåst norm)</p> <p>I denne revurdering vil baseline stort set være negativ for begge scenarier, med værdier mellem 350 og -4.300 ton N for situationen med en årlig tilpasset kvote, og med værdier mellem 1.800 og -3.000 ton N for en situation med en fastlåst kvote</p>
Emneord:	kvælstof, baseline, norm, virkemidler, økonomisk optimalt, vandområdeplaner
Layout:	Grafisk Værksted, AU-Silkeborg
Foto forside:	Foulum
ISBN:	978-87-7156-175-3
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	60
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som <a href="http://dce2.au.dk/pub/TR67.pdf">http://dce2.au.dk/pub/TR67.pdf</a>
Supplerende oplysninger:	<p>Der er efter rapportens udgivelse fundet en fejl i tabel 0.3, hvor ændringerne i udvaskningen angiveligt var angivet i 1000 ton N. Det var imidlertid kun sumlinjen, hvorimod ændringerne for de enkelte vandoplønde var angivet i absolutte tal. Det er nu rettet pr. 22. januar 2016. Det skal understreges, at der ikke er ændret i tallene i tabellen.</p> <p>Opdateret version pr. 16.01.2017. Se bemærkninger i afsnittet "Baggrund og forbehold" side 9.</p>



# Indhold

Sammenfatning	5
Baggrund og forbehold	8
Afsnit 0: Teknisk justering og udvikling i gødningsforbrug ved hhv. en årlig tilpasset N-kvoté (scenarie A) og fastlåst N-kvoté (scenarie B)	10
Afsnit 00: Udvikling i husdyrholdet og afledte effekter på udvaskning	18
Afsnit 1. Teknisk justering	21
Afsnit 2: Randzoner	22
Afsnit 3: Energiafgrøder	23
Afsnit 4: Økologisk areal	24
Afsnit 5: Bioforgasning	27
Afsnit 6: MVJ ordninger	30
Afsnit 7: Miljøgodkendelser	31
Afsnit 8: Kvælstofdeposition	33
Afsnit 9: Efterafgrøder	36
Afsnit 10: Slæt i stedet for afgræsning	38
Afsnit 11: Udvikling i udbytter	40
Afsnit 12: Vådområder	43
Afsnit 13: Samlet revurdering af baseline fordelt på vandområder	44
Referencer	45
Bilag 1. Bestilling: Opdatering af baseline 2021. Bestilling fra Miljø- og Fødevareministeriet	48
Bilag 2. "Uddybning af effekt af ophævelse af kvælstofposen i forbindelse med en opdatering af baseline 2021". Supplerende bestilling fra Miljø- og Fødevareministeriet	51
Bilag 3. Udviklingen i høstudbytter 1990-2014	53

[Tom side]

## Sammenfatning

Naturstyrelsen (NST) har den 6. oktober 2015 fremsendt de endelige forudsætninger til Aarhus Universitet v. DCE og DCA for en revurdering af baseline fra 2014 (Jensen 2014) ud fra forventede ændringer i afgrødernes kvælstofnormer, virkemidler samt øvrige forventede politiske beslutninger. Den reviderede baseline dækker stadig perioden 2013-21 inkl. Som i den første baseline er effekterne fordelt på 23 vandområder. I Jensen et al 2014 er baseline defineret som: "Med baseline i denne sammenhæng menes effekten af allerede vedtagne initiativer (virkemidler m.m.) samt øvrig udvikling i erhvervet, som kan få indflydelse på næringsstoffabet. Et væsentligt element i baseline vil være de virkemidler m.m., der er indlejret i 1. generation vandplaner."

Der er i denne revurdering af baseline også taget hensyn til forventede ændringer, som vil kunne påvirke baseline. Her kan nævnes ophævelse af de ekstra efterafgrøder, normreduktion m.m.

Opgaven er bestilt løst ved to scenarier for kvælstofnormen, hvor kvælstofnormen i begge tilfælde øges til det økonomisk optimale i 2017:

A: En årlig tilpasning af den økonomisk optimale norm i årene efter 2017 (årlig tilpasset norm).

B: En fastlåst kvælstofnorm på økonomisk optimalt niveau, men fastlåst på niveau 2017 (fastlåst norm)

Udgangspunktet for bestemmelse af en fremtidig kvælstofnorm er 2011 N kvoten (se tabel 0.1a og b). Da der også tages udgangspunkt i arealanvendelsen i 2011 er der sammenhæng mellem arealanvendelse og N kvoten, der danner grundlag for fremskrivningen af N gødskningen frem til 2021.

I revurderingen af baseline er der endvidere indgået en række nye politiske beslutninger/tilkendegivelser:

1. Forventet ophævelse af randzonenloven
2. Forventet ophævelse af 2020 målet for økologisk produktion (en fordobling i forhold til 2007 niveauet)
3. Forslag til nyt NEC direktiv (emissionslofter)
4. Forventet ophævelse af de ekstra 60.000 ha efterafgrøder.
5. Ændring af normsystemet – enten med en årlig justering i forhold til det økonomisk optimale 2017 eller til en fastlåst mængde på niveau 2017.

**Tabel 1.** Udvaskningseffekter af virkemidler, strukturændringer m.m. på landsplan i perioden fra og med 2013 til og med 2021 ved en årlig tilpasset N-norm (scenarie A). En negativ værdi angiver en merudvaskning. \* Indeholdt i tilpasset norm. \*\* Det store spænd dækker over to forskellige scenarier (lav og høj udvikling i økologisk areal)

Virkemiddel m.m.	Areal ha	Udvaskningseffekt i Rodzonen i 2021 ton N	
		Min.	Max.
Teknisk justering (udtaget areal)*	106.000	-	-
Randzoner	0	0	0
Energiafgrøder	1.200	34	65
Økologisk areal **	17.000	285	1.000
Bioforgasning	Ikke kendt	1.300	1.300
MVJ ordninger	0	0	0
Miljøgodkendelser, areal	475.000	360	360
Kvælstofdeposition	Hele arealet	3.000	3.000
Ekstra efterafgrøder	0	0	0
Slæt i stedet for afgræsning	17.000	145	931
Udvikling i udbytter m.m.	Hele landbrugsarealet	1.200	4.400
Effekt – årlig tilpasset N-norm	Hele landbrugsarealet	-10.700-	-10.700-
Total for hele landet, udvaskning		Ca. – 4.300	Ca. 350

**Tabel 2.** Effekter af virkemidler, politiske tilkendegivelser, strukturændringer m.m. på udvaskningen på landsplan i perioden fra og med 2013 til og med 2021 ved en fastlåst N-norm (scenarie B). En negativ værdi angiver en merudvaskning. \*Indeholdt i fastlåst norm\*\* Det store spænd dækker over to forskellige scenarier(lav og høj udvikling i økologisk areal)

Virkemiddel m.m.	Areal ha	Udvaskningseffekt i Rodzonen i 2021 ton N	
		Min.	Max.
Teknisk justering (udtaget areal) *	106.000	-	-
Randzoner	0	0	0
Energiafgrøder	1.200	34	65
Økologisk areal **	17.000	285	1.000
Bioforgasning	Ikke kendt	1.070	1.070
MVJ ordninger	0	0	0
Miljøgodkendelser, areal	475.000	360	360
Kvælstofdeposition	Hele arealet	3.000	3.000
Ekstra efterafgrøder	0	0	0
Slæt i stedet for afgræsning	17.000	145	931
Udvikling i udbytter m.m.	Hele landbrugsarealet	1.200	4.400
Effekt, fastlåst norm	Hele landbrugsarealet	-9.000-	-9.000-
Total for hele landet, udvaskning		Ca. -3.000	Ca. 1800

Effekterne i tabel 1. og 2 er beregnet som udvaskning fra rodzonen ved anvendelse af NLES4 modellen eller på grundlag af information fra eksperimentelle forsøg eller overvågningsdata.



Det skal understreges, at de anførte effekter er beregnet ved en slutligevægt. Det betyder, at den fulde effekt for visse virkemidler som f. eks. biogas, energiafgrøder eller slæt først indtræder efter 2021.

De indlagte forventede ændringer har i væsentlig grad ændret baseline. Af Baseline-rapporten (Jensen et al. 2014) fremgår, at den samlede effekt af baselineelementerne er estimeret til en reduktion i rodzoneudvaskningen på mellem 14.000 og 18.000 ton N i 2021. I denne revurdering vil baseline stort set være negativ for begge scenarier mellem 350 og -4.300 ton N for situationen med en årlig tilpasset kvote, og med værdier mellem 1.800 og -3.000 ton N for en situation med en fastlåst kvote

Effekterne af gennemførte vådområder (i alt ca. 1.000 ton N i 2021 for alle ordningerne, oplyst af naturstyrelsen) i perioden 2013-21er på baggrund af oplysninger fra Naturstyrelsen ændret ift. Jernsen et al, 2014. Effekten er ikke medtaget i tabel 1 og 2, idet effekten af vådområder primært er direkte til overfladevand og ikke på rodzoneudvaskning.

SEGES har haft lejlighed til at kommentere på et udkast til den revurderede baseline.

## Baggrund og forbehold

Til brug for opgaveløsningen, har NST fremsendt to beskrivelser gengivet i bilag 1 og 2.

I Jensen et al 2014 er baseline defineret som: "Med baseline i denne sammenhæng menes effekten af allerede vedtagne initiativer (virkemidler m.m.) samt øvrig udvikling i erhvervet, som kan få indflydelse på næringsstoftabet. Et væsentligt element i baseline vil være de virkemidler m.m., der er indlejret i 1. generation vandplaner. Der er i denne revurdering af baseline også taget hensyn til forventede ændringer, som vil kunne påvirke baseline. Her kan nævnes ophævelse af de ekstra efterafgrøder, normreduktion m.m.

Baseline indgår i fastsættelse af indsatsbehovet i forhold til kystvandsområder.

Opgaven er bestilt gennemført på meget kort tid. Det har derfor grundlæggende været nødvendigt at anvende eksisterende data, beregninger mm., og kun i begrænset omfang har det været muligt at udarbejde nye beregninger. Det kan give en øget usikkerhed på estimerne (bl.a. fordi der er gået et par år siden Baselineberegningerne blev lavet) – en usikkerhed, der dog ikke er forsøgt kvantificeret.

Der er derfor enkelte områder, som af tidsmæssige årsager ikke har kunnet vurderes til bunds, f. eks. spørgsmålet om en øget ammoniakemission fra husdyrgødning som følge af højere N-indhold i korn. Det vurderes dog, at de væsentlige elementer i forhold til ændringer i udvaskningen som følge af tiltag er indeholdt i den reviderede baseline. Der kan efterfølgende sættes en proces i gang såfremt disse formentlig mindre poster i baseline ønskes estimeret.

Generelt beregnes effekten fra 2013-2017 med det gældende lovgrundlag (og dermed i overensstemmelse med Jensen et. al 2014). Fra 2018 indregnes, hvor relevant, effekten af hhv. fastlåst og tilpasset kvælstofnorm

Effekterne er som udgangspunkt fordelt på de 23 vandoplande ud fra de samme principper, som i Jensen 2014, men dog med enkelte afvigelser som fremgår af de enkelte afsnit. Fordelingen på vandoplande forventes at være mere usikker end på landsplan.

Endvidere indeholder den reviderede baseline alene estimer i forhold til kvælstofudvaskning i rodzonen og ikke de afledte effekter (klima, natur fosfor m.m.), som også indgik i Jensen et. al 2014.

En fremskrivning på 6-7 år af udviklinger m.m. kan for visse elementer være behæftet med en væsentlig usikkerhed – en usikkerhed der hidrører bl.a. fra kommende politiske initiativer (både danske og internationale) eller markedsændringer. Det betyder, at der kan være behov for en revurdering af effekterne i perioden frem til 2021, såfremt de forudsætninger, der er lagt til grund for denne revurderede baseline 2021, ændres væsentligt. Der er desuden nogle forventede indsatser i de kommende år, som ikke er indregnet, idet omfang m.m. ikke er kendt. Det drejer sig om f.eks. Naturfonden (opkøb af landbrugsarealer til naturformål).

Denne usikkerhed skal lægges "ovenpå" den usikkerhed/variation, der er på de mere tekniske elementer af baseline såsom effekt af virkemidler. Ved

opgørelsen af virkemidlers effekt er der beregnet eller skønnet arealeffekter i form af reduceret kvælstofudvaskning per arealenhed (kg N/ha). Areal-effekterne er i flere tilfælde usikre, men er estimeret på baggrund af den tilgængelige eksperimentelle viden, medio 2015. Variation er en mere generel, statistisk term, der oftest refererer til et interval omkring en middelværdi. Her i rapporten bruges termen til at udtrykke variation i et virkemiddels effekt relateret til f.eks. jordbundstype eller år-til-år variation.

Det skal bemærkes, at de neddelte tal fordelt på vandområder er angivet meget nøjagtigt. Dette er et resultat af beregningerne og ikke et udtryk for sikkerheden på det enkelte tal.

Der kommer hele tiden ny viden om kvælstofudvaskningseffekter, som foranlediger, at effektestimaterne tages op til fornyet vurdering, og derfor er effektestimaterne ikke nødvendigvis konstante fra én evalueringsrapport til den næste.

Generelt refereres der til forholdene i 2012 (referenceåret), således at ændringer, som finder sted i 2013 (f.eks. teknisk justering) medregnes i baselineperioden 2013-21 inkl.

Der er i notatet generelt refereret til kalenderår 2013-21 inkl. dvs. 9 år. En del af datamaterialet foreligger imidlertid på enten agrohydrologisk år eller høstår, som ikke følger kalenderåret. Det er primært i forhold til normændringerne, dette gør sig gældende. Dette betyder, at når f. eks. den fastlåste norm gælder fra høståret 2016/17, vil det i notatet blive refereret til som kalenderåret 2017. Det er dog vurderet, at denne "skævhed" i tidsperiode er en marginal usikkerhedsfaktor i forhold til usikkerheder ved f. eks. at forudsige markedssituationen for landbruget i 2021.

I baseline er der indlagt en årlig stigning i den økonomiske optimale norm på 0,94 kg N/ha. Reelt vil der være stor usikkerhed på denne fremskrivning. Elementer som proteinkorrektion, udvikling i afgrødefordeling, eller i hvilket omfang bedrifter, der i dag anvender mindre gødning end kvoten, øger deres forbrug af gødning ved en øget norm. Usikkerheden kan være op til 5.000- 10.000 t N ift. forbrug af handelsgødning og 1.000-2.000 t N ift. udvaskning. Det har ikke været muligt at analysere disse usikkerheder nærmere i baselineprojektet.

#### **Opdateringer foretaget januar 2017:**

*Tablet 0.3 er blevet opdateret som opfølgning af granskning af beregningsmetoder til placering af de målrettede efterafgrøder. Her viste det sig at meget små forskelle i merudvaskningen kan føre til krav om målretning af efterafgrøder i et opland. Der er i landbrugsdatasættet omkringmarkers placering i 2011 ca. 23.000 marker ud af i alt ca. 650.000 marker som ikke kan henføres til en markblok. Disse er hidtil placeret ud fra, hvor landmandens øvrige marker er placeret. Denne metode viste sig i granskningen af udvaskningsdatasættet og kortet for de målrettede efterafgrøder at føre til en overrepræsentation i specielt Vadehavsoplandet. En ny metode til fordeling af disse 23.000 marker med tilhørende udvaskning er efterfølgende anvendt. Metoden fordeler merudvaskningen fra de 23.000 marker jævnt i alle oplande.*

*Konsekvenserne af disse ændringer har ført til opdaterede kort over målrettede efterafgrøder præsenteret af Miljø- og Fødevarerministeriet (MFVM). De målrettede efterafgrøder til beskyttelse af grundvandet er uændrede. Da de grundvandsrelaterede efterafgrøder også har en effekt på overfladevandet, så fratrækkes denne effekt før de målrettede efterafgrøder til opfyldelse af målene for kystvandene beregnes. Herved vil ændringerne i fordelingen af merudvaskningen fra oplandet ikke nødvendigvis fører til en ændring i kortet for de målrettede efterafgrøder. Her er det den af MFVM anvendte opgørelsesmetode der afgør behovet for de målrettede efterafgrøder, hvor der tages højde for effekten af de grundvandsrelaterede efterafgrøders effekt i havet også reduktionsbehovet for kystoplandet.*

*Det skal understreges, at denne rettelse alene fører til en omfordeling mellem oplandene, mens den samlede effekt på landsplan er uændret i forhold til den oprindelige rapport. Table 13.1 er konsekvensrettet ift. rettelserne i tabel 0.3.*

## Afsnit 0: Teknisk justering og udvikling i gødningsforbrug ved hhv. en årlig tilpasset N-kvote (scenarie A) og fastlåst N-kvote (scenarie B)

### Ændring i kvælstofstrømme ved normregulering

Landbrugets kvælstofstrømme har ændret sig betydeligt over de seneste årtier. Hutchings (2014) opgjorde kvælstofstrømme i hele landet, inkl. landbrug, for 1990 og 2010. Resultaterne viser betydelige fald i kvælstofinput fra N fiksering, deposition, handelsgødning og husdyrgødning til markerne fra 686.000 ton N i 1990 til 451.000 ton N i 2010. I samme periode er den høstede N mængde faldet fra 312.000 til 287.000 ton N. Faldet i høstet N i afgrøderne har sammen med en stigning i husdyrproduktionen betydet en stigning i importeret N i foder fra 168.000 ton N i 1990 til 212.000 ton N i 2010. Opgørelsen viser, at kvælstofudnyttelsen i marken (høstet N i forhold til N input) er steget fra 45 % i 1990 til 64 % i 2010.

Ved en forøgelse af N-normen vil hovedparten af den øgede N-tilførsel resultere i øgede kvælstofudbytter, som forventes at udgøre omkring 60 % af tilført N. Dette er sat til at være i underkanten af den N-udnyttelse, som Hutchings et al. (2014) fandt for markniveau i 2010, da der må forventes en svagt faldende marginaludnyttelse med stigende N-tilførsel, og fordi estimatet i Hutchings et al. (2014) også inkluderer effekten på N-optagelsen fra frigivelse af kvælstof fra jorden organiske stofpulje. Det øgede N-udbytte vil i stort omfang substituere N i importeret proteinfoder. De resterende 40 % vil, under forudsætning af, at der ikke over en årrække sker væsentlige ændringer i jordens kvælstofindhold, fordele sig nogenlunde ligeligt mellem N-udvaskning og gasformige tab (især denitrifikation).

### Fremskrivning af økonomisk optimal N gødningsnorm

På grundlag af en fremskrivning af gødningsforbruget til høståret 2021 er der gennemført konsekvensanalyser (modelberegninger med NLES4), der kvantificerer effekten af to forskellige mulige udviklinger af kvælstofnormen på N-udvaskningen fra rodzonen. I konsekvensanalysen regnes alene på effekten af ændrede gødningsnormer og ændringer i landbrugsarealet. For gødningsnormen beregnes konsekvens af to forskellige reguleringssystemer, henholdsvis: (A) årlig tilpasset økonomisk optimal gødningsnorm og (B) fastlåst gødningsnorm fra høståret 2017.

Ved en årlig tilpasning vil udviklingen i kvælstofgødskningen følge udviklingen i den økonomisk optimale kvælstofmængde, som vil være afhængig af udviklingen i udbytter samt af prisrelationen mellem gødning og afgrøde. Denne udvikling kan i princippet beregnes på to måder: 1) Ved fremskrivning af observeret udvikling i optimal N-mængde i gødningsforsøg, eller 2) På grundlag af fremskrivning af kvælstofudbytte, der omregnes til behov for gødskning.

Gislum et al. (in prep) undersøgte udviklingen i økonomisk optimal N-gødskning i landsforsøg med vinterhvede og vårbyg i perioden 1987-2012. Her blev den økonomisk optimale N-norm fastsat ved prisrelation på 1:10 til 1:20, hvilket svarer til, at prisen på 1 kg N er lig med prisen på henholdsvis 10 og 20 kg korn. I perioden 2012 til 2014 har denne prisrelation varieret mellem

ca. 1:21 og 1:14 (Petersen, 2014). For vinterhvede blev der fundet en årlig gennemsnitlig stigning i det optimale N-niveau på ca. 1,2 kg N/ha uanset prisrelation. For vårbyg blev der fundet en årlig gennemsnitlig stigning på ca. 0,5 kg N/ha, og heller ikke her var der nogen signifikant effekt af prisrelationen.

Ved fremskrivning af kvælstofudbytter må det forventes, at der med en konstant kvælstofudnyttelse af afgrøderne vil skulle tilføres tilsvarende mere gødning. Hvis der tages udgangspunkt i en årlig udbyttestigning (og tilsvarende stigning i kvælstofudbytter) på 0,7 % (Daugaard et al., 2011) fås med udgangspunkt i en gennemsnitlig kvælstofnorm ved økonomisk optimal gødsning på ca. 170 kg N/ha en årlig stigning i N-udbytter på 1,2 kg N/ha. Med en antaget kvælstofudnyttelse af tilført gødning (Knudsen, 2015) på ca. 0,50 i kerne og en anslået yderligere udnyttelse på 0,05 til 0,10 i høstet halm fås en årlig beregnet stigning i optimal N-mængde på 2,0 til 2,2 kg N/ha. Dette estimat vil være for højt, da det ikke indeholder en stigning i afgrødernes kvælstofudnyttelse og da der for de fleste afgrøder også vil være en mindre stigning i kvælstofudbyttet end i tørstofudbyttet. Begge forhold vil reducere den beregnede stigning i kvælstofmængden. Den reelle stigning i optimal N-gødsning er derfor formentlig snarere på 0,5 til 1,5 kg N/ha, med et gennemsnitligt estimat på 1,0 kg N/ha, hvilket er i overensstemmelse med den stigning i økonomisk optimal N, der er fundet i landsforsøgene med vårbyg og vinterhvede.

Det skal bemærkes, at der i beregningerne af ændret optimal N gødningsnorm kun prissættes effekten på tørstofudbyttet, hvorimod effekten på proteinindholdet ikke indgår.

I fremskrivningen med 1 kg N/ha/år indgår også effekten på gødsning af den forventede reduktion i deposition af kvælstof.

### **Effekten af nedgang i det dyrkede areal fra 2012 til 2021 (Teknisk justering)**

Den tekniske justering af normsystemet i Grøn Vækstaftalen betyder, at N-kvoten for hele landet korrigeres i forhold til nedgangen i landbrugsarealet. Nedgangen udgør årlig 10.000 ha for årene 2013-15 inkl. og 12.600 ha for resten af perioden (Børgesen et al., 2013), idet der tages udgangspunkt i GLR arealet i 2012. Nedgangen skyldes primært, at arealer inddrages til byudvikling, infrastruktur (veje m.m.), men også til skovrejsning m.m.. Herved trækkes der en gødningsmængde ud af N-kvoten, der svarer til forbruget for det landbrugsareal, der er overgået til en anden anvendelse. Den årlige nedgang i landbrugsarealet fordeles proportionalt på de 23 hovedvandoplande i forhold til størrelsen af landbrugsarealet (GLR arealet) i 2011.

### **Udvikling i N-udvaskning ved årlig tilpasset og fastlåst norm**

Der er gennemført konsekvensberegninger for udvaskning af kvælstof fra rodzonen, såfremt den nuværende normregulering ophæves og erstattes af en ændret regulering svarende til to scenarier A: årlig tilpasset norm og B: fastholdt økonomisk optimal kvælstofnorm på niveauet for høståret 2017. Herved fremkommer to estimater for, hvorledes en ny regulering vil påvirke udvaskningen fra rodzonen.

I scenarie A forudsættes en årlig stigning i økonomisk optimal gødningsnorm. Fremskrivningen foretages med udgangspunkt i den økonomisk optimale norm i høståret 2011. Det er i ovenstående afsnit estimeret, at det økonomisk

optimale niveau stiger ca. 1 kg N/ha/år for det dyrkede areal. Imidlertid vil økologiske bedrifter ikke øge deres forbrug af gødning, da disse i forvejen gøder under den tilladte norm. De økologiske bedrifter udgør 6,1 % af N-kvoten i 2011. Korrigeres der for, at de økologiske bedrifter ikke anvender den fulde norm, bliver den årlige stigning i gødningsnormen på 0,94 kg N/ha.

Baselineeffekten på N-gødsningen beregnes som forskellen mellem høstårene 2012 og 2021 med en årlig fremskrivning i optimal norm på, som før nævnt, 0,94 kg N/ha. Tabel 0.1A og tabel 0.1B viser udviklingen i N gødsning for scenarierne uden teknisk justering (uden årlig justering af det dyrkede areal) og med teknisk justering (justering af det dyrkede areal).

Hvis det dyrkede areal fastholdes på 2012 niveau vil stigningen i den samlede N kvote baseret på økonomiske optimale normer i scenariet uden fastlåst norm (Scenarie A) udgøre 23.000 t N (458.000 t N i høståret 2012 og 481.000 t N i 2021) (tabel 0.1A). For en fastholdt gødningsnorm fra 2017 (Scenarie B) vil stigningen udgøre 13.000 t N (458.000 t N i høståret 2012 og 471.000 t N i 2021) (tabel 0.1A).

Tilsvarende kan stigningen i den samlede N kvote opgøres, når det dyrkede areal reduceres (Teknisk justering) (tabel 0.1B). Her er stigningen på henholdsvis 4.000 t N (458.000 t N i høståret 2012 og 462.000 t N i 2021) hvor der sker en årlig normtilpasning (Scenarie A) og en nedgang på 6.000 t N (458.000 t N i høståret 2012 og 452.000 t N i 2021) når den økonomiske gødningsnorm fastholdes fra 2017 (Scenarie B).

Den øgede N-norm vil resultere i et øget forbrug af handelsgødning, der kan beregnes, når forbruget af husdyrgødning er fratrukket. Det forudsættes, at forbruget af husdyrgødning i hele perioden frem til 2021 ligger konstant på samme niveau som i høståret 2011 og udgør 235.000 t N. Når det dyrkede areal bliver mindre, vil det betyde en øget tilført mængde af husdyrgødning opgjort som kg N/ha på det resterende areal. I tabel 0.1B ses således, at tildelingen af husdyrgødning stiger fra 87,3 kg N/ha i høståret 2011 til 91,3 kg N/ha i høståret 2021. Det øgede forbrug af husdyrgødning pr. ha vil substituere handelsgødning.

For at kunne tilpasse fremskrivning af handelsgødningsforbruget til 2021, ud fra en aktuel gødningsudnyttelse og forbrug af handelsgødning, tages der udgangspunkt i aktuel praksis i 2011 (Tabel 0.1A). Her er angivet dels den reducerede N kvote (385.000 t N), det aktuelle forbrug af handelsgødning (204.000 t N) og den udbragte husdyrgødningsmængden (235.000 t N). På dette grundlag udregnes en effektiv udnyttelse af husdyrgødnings N på 78% (formel 1). Udnyttelsen på 78% er højere end lovmæssige udnyttelse på (75% for svinegylle og 70% for kvæggylle) og skyldes, at ikke alle landbrug (både økologiske og konventionelle) udnytter deres kvote fuldt ud i 2011. Det er i fremskrivningen frem til 2021 (tabel 0.1A og tabel 0.1B) antaget, at denne udnyttelse er konstant for perioden til 2021. Dette indebærer således at den ikke-udnyttede N kvote fra 2011 overføres til alle de efterfølgende år i perioden 2013-2021.

$$\text{Udnyttelse} = 100\% \cdot \left( \frac{385.000 \text{ t N} - 204.000 \text{ t N}}{235.000 \text{ t N}} \right) = 78\% \quad (\text{formel 1})$$

I scenarie B anvendes en fastholdt økonomisk optimal norm fra høståret 2017 frem til høståret 2021, der giver et N behov i høståret 2021 på 471.000 t N. Forskellen mellem scenarie A og B udgør da 10.000 t N tilført med handelsgødning (tabel 0.1A). Der antages samme forudsætninger om forbrug og udnyttelse af husdyrgødning som for scenarie A.

**Tabel 0.1A.** Udvikling i dyrket areal, økonomisk optimal norm, forbrug af handelsgødning ved fastholdt dyrket areal i høståret 2012 beregnet for tilpasset norm (A) og fastlåst norm (B) for perioden 2011-2021.

Høstår	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Aktuel kvote og gødningsforbrug</b>											
Areal landbrug GLR i alt (1000 ha)	2693	2679									
Handelsgødning sum (1.000 t N)	204										
Handelsgødning (kg N/ha)	75,8										
Økonomisk optimal norm - alle brug (1.000 t N)	458										
Reduceret N-kvote (1.000 t N)	385										
Forskel økonomisk optimal norm og reduceret N-kvote (1.000 t N)	73										
Økologiske brug udgør 6 % af arealet											
Forskel i norm for konventionelle brug (1.000 t N)	69,6										
<b>Scenarier for øget norm frem til høstår 2021</b>											
<b>Dyrket GLR areal på 2.679.000 ha fastholdt for høstår 2021</b>											
Areal landbrug GLR i alt (1000 ha)	2693	2679	2679	2679	2679	2679	2679	2679	2679	2679	2679
<b>A: Tilpasset norm (2.679.000 ha)</b>											
Gennemsnitlig norm (kg N/ha)	458	458	460	463	466	468	471	473	476	478	481
Handelsgødning sum ved økonomisk optimal norm (1.000 t N)	170,0	170,9	171,9	172,8	173,8	174,7	175,6	176,6	177,5	178,5	179,4
Handelsgødning ved økonomisk optimal norm (kg N/ha)	274	274	276	279	281	284	286	289	291	294	296
Husdyrgødning (1.000 t N)	101,6	102,2	103,1	104,0	105,0	105,9	106,9	107,8	108,7	109,7	110,6
Husdyrgødning (kg N/ha)	235	235	235	235	235	235	2354	235	235	235	235
Husdyrgødning (kg N/ha)	87,3	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7
<b>B: Fastlåst norm fra høstår 2017 (2.679.000 ha)</b>											
B: Sum N behov (1000 t N)	458	458	460	463	466	468	471	471	471	471	471
Gennemsnitlig norm (kg N/ha)	170,0	170,9	171,9	172,8	173,8	174,7	175,6	175,6	175,6	175,6	175,6
Handelsgødning sum ved økonomisk optimal norm (1.000 t N)	274	274	276	279	281	284	286	286	286	286	286
Handelsgødning ved økonomisk optimal norm (kg N/ha)	101,6	102,2	103,1	104,0	105,0	105,9	106,9	106,9	106,9	106,9	106,9
Husdyrgødning (1.000 t N)	235	235	235	235	235	235	2354	235	235	235	235
Husdyrgødning (kg N/ha)	87,3	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7	87,7



**Table 0.1B.** Udvikling i dyrket areal, økonomisk optimal norm, forbrug af handelsgødning ved nedgang i det dyrkede areal, teknisk justering beregnet for tilpasset norm (A) og fastlåst norm (B) for perioden 2011-2021.

Høstår	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Teknisk justering</b>											
Beregnet dyrket areal efter udtagning (1.000 ha)	2693	2679	2669	2659	2649	2636	2624	2611	2599	2586	2573
Udtaget areal (1.000 ha)			10,0	10,0	10,0	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
<b>A: Tilpasset norm</b>											
A: Gennemsnitlig N norm (kg N/ha)	170	170,9	171,9	172,8	173,8	174,7	175,6	176,6	177,5	178,5	179,4
Handelsgødning sum (1.000 t N)	274	273,7	274,5	275,3	276,0	276,3	276,6	276,8	277,1	277,2	277,4
Handelsgødning (kg N/ha)	101,6	102,2	102,8	103,5	104,2	104,8	105,4	106,0	106,6	107,2	107,8
Husdyrgødning (1.000 t N)	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235
Husdyrgødning (kg N/ha)	87,3	87,7	88,0	88,4	88,7	89,1	89,6	90,0	90,4	90,9	91,3
<b>B: Fastlåst norm 2017</b>											
B:Gennemsnitlig N norm (kg N/ha)	170	170,9	171,9	172,8	173,8	174,7	175,6	175,6	175,6	175,6	175,6
Handelsgødning sum (1.000 t N)	273,6	273,7	274,5	275,3	276,0	276,3	276,6	274,4	272,2	270,0	267,7
Handelsgødning (kg N/ha)	101,6	102,2	102,8	103,5	104,2	104,8	105,4	105,1	104,7	104,4	104,0
Husdyrgødning (1.000 t N)	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235
Husdyrgødning (kg N/ha)	87,3	87,7	88,0	88,4	88,7	89,1	89,6	90,0	90,4	90,9	91,3

## Modelberegnet udvaskning

Der er gennemført udvaskningsberegninger for høståret 2012, der dækker udvaskningen 2012/13 (april 2012 til marts 2013) og for effekten på udvaskning af højere gødningsnormer og ændret dyrket areal, for henholdsvis scenarie A: tilpasset norm og B: fastlåst norm fra høståret 2017. Udgangspunktet for modelberegningerne baseres på Grøn vækst modelopsætningen af NLES4 for 2011 (Børgesen et al., 2013).

I tabel 0.2 ses landsresultaterne for arealudvikling, N-gødsning med handelsgødning og husdyrgødningen samt udvaskning fra rodzonen for de gennemførte scenarie beregninger. I tabel 0.3 er ændringerne i udvaskningen opdelt på de 23 hovedoplande og summeret for landet.

Nedgangen i det dyrkede areal udgør for perioden 2012-2021 i alt 106.000 ha. Udvasningen fra disse udtagne arealer er sat til 12 kg N/ha (Eriksen et al., 2014) og fremgår i tabel 0.2 som udvaskning fra udtaget landbrugsareal på i alt 1.300 ton N. Denne størrelse er lagt til udvaskningen fra landbrugsarealet i 2021 vist i rækkerne "Teknisk justering i alt (landbrug og udtaget areal)", således at der fås en samlet udvaskningseffekt på vandmiljøet fra landbrugsarealet i 2012 uagtet om det fortsat dyrkes eller er overgået til anden arealanvendelse. For scenarie A med årlig tilpasning af normen og, med nedgang i det dyrkede areal på 106.000 ha frem til høståret 2021 ses, at udvaskningen på landsplan stiger med ca. 11.000 ton N (165.000 t N i 2012 til 176.000 t N i 2021) svarende til en stigning 7 kg N/ha. (Tabel 0.2, Teknisk justering i alt (landbrug og udtaget areal)). For scenarie B med fastholdt gødningsnorm fra høstår 2017 og frem til 2021 ses en stigning i udvaskning på ca. 9.000 tons N (165.000 t N i 2012 til 174.000 t N i 2021) svarende til 6 kg N/ha (Tabel 0.2 Teknisk justering i alt (landbrug og udtaget areal)). Bemærk at reduktionen i udvaskningen opgjort i kg N/ha ikke baserer sig på forskellige størrelse på landbrugsarealet 2012 og 2021.

Stigningen for begge scenarier skyldes i alt væsentligt, at N-normen følger den økonomisk optimale N-mængde og dermed stiger frem til 2021. Forskellen mellem scenarier A og B skyldes, at der løbende sker en forøgelse af gødningsnormen med ca. 1 kg N/ha år for alle årene i scenarie A, og at gødningsnormen i scenarie B fastholdes på 2017 niveauet.

### Effekt af teknisk justering - nedgang i dyrket areal

Øverst i tabel 0.2 er vist dels udvaskningen fra 2012 (bassiscenariet som ligger tæt på resultaterne for 2011 fra Grøn Vækst evalueringen (Børgesen et al., 2013)). Dernæst er vist gødningsmængder og udvaskningen i høståret 2021, såfremt arealet blev fastholdt på 2012 niveau og N gødsningen følger de to scenarier for gødningsanvendelse A og B, jf. tabel 0.1.

Nederst i tabel 0.2 er vist effekten af den tekniske justering som forskellen mellem udvaskning uden teknisk justering benævnt "Øget norm uden nedgang i dyrket areal" og udvaskningen med teknisk justering benævnt "Teknisk justering i alt (landbrug og udtaget areal)".

Effekten er lidt forskellig mellem de to scenarier henholdsvis 5,900 og 5,800 ton kvælstof svarende til et fald i udvaskningen på ca. 55 kg N/ha ved udtagning af areal fra landbrugsdrift. Det er i god overensstemmelse med, at udvaskningen i 2021 er omkring 68 kg N/ha, hvor forskellen primært er en effekt af dels udvaskningen efter udtagning på 12 kg N/ha og en mindre ef-

fekt af at husdyrgødningen spredes på et mindre areal ved fastholdt total husdyrgødningsproduktion.

Effekten af den tekniske justering er indeholdt i den øgede udvaskning 2021, som fremgår af tabel 0.3 og beskrevet ovenfor. Det betyder, at uden indregning af den tekniske justering ville udvaskningen stige med hhv. ca. 17.000 ton N i scenarie A og ca. 15.000 ton N i scenarie B.

**Tabel 0.2.** Landsopgørelse af udviklingen i dyrket areal, forbrug af N i handelsgødning og husdyrgødning samt N-udvaskningen for høståret 2012 (udvaskningen 2012/13) og fremskrevet til høståret 2021 (udvaskningen 2021/22) for de to scenarier for gødningsnorm med henholdsvis årlig tilpasning (A) og fastlåst norm fra høståret 2017 (B). Øverst i tabellen opgørelse af øget norm alene og nederst i tabellen effekt af teknisk justering (nedgang i dyrket areal). Nederst i tabellen er vist effekten af nedgang i dyrket areal (teknisk justering).

Scenarier	Dyrket areal	Handelsgødning		Husdyrgødning		Udvaskning	
	1.000 ha	1.000 t N	kg N/ha	1.000 t N	kg N/ha	1.000 t N	kg N/ha
<b>Høstår 2012</b>	2.679	204	76.0	235	88	165	61,6
<b>Høstår 2021</b>							
<b>Øget norm uden nedgang i dyrket areal</b>							
A: Norm med årlig tilpasning	2.679	296	111	235	88	182	67,9
B: Norm fastlåst fra høståret 2017	2.679	286	107	235	88	180	67,2
<b>Teknisk justering</b>							
<b>Øget norm med nedgang i dyrket areal</b>							
A: Norm med årlig tilpasning	2.573	277	108	235	91	175	67,8
B: Norm fastlåst fra høståret 2017	2.573	268	104	235	91	173	67,2
<b>Udvaskning fra udtaget landbrugsareal</b>							
A: Norm med årlig tilpasning	106					1,3	12,0
B: Norm fastlåst fra høståret 2017	106					1,3	12,0
<b>Teknisk justering i alt (landbrug og udtaget areal)</b>							
A: Norm med årlig tilpasning	2573	277	108	235	91	176	
B: Norm fastlåst fra høståret 2017	2573	268	104	235	91	174	
<b>Effekt af teknisk justering</b>							
A: Norm med årlig tilpasning	106	18,7				5,9	
B: Norm fastlåst fra høståret 2017	106	18,0				5,8	

### Forbehold

Ud over økologiske landbrug anvender mere ekstensive landbrug bl.a. fritidslandbrug mindre gødning end den tilladte N-kvoté. Data fra gødningsregnskaberne i 2013 viser, at bedrifter der anvender mindre end 10 kg N/ha under N-kvotén udgør knap 9 % af det dyrkede areal. Det har ikke været muligt at tage højde for disse bedrifters eventuelle mindre forbrug i beregning af effekten af en øget norm, ligesom der ikke er taget højde for andre effekter såsom effekten af ændringer i klima og ændringer i arealanvendelsen over perioden m. fl.

**Tabel 0.3.** Ændring i udvaskning opgjort i ton N for scenarie A: Norm med årlig tilpasning og scenarie B: Norm fastlåst på niveau 2017 inklusiv teknisk justering. Ændring er beregnet for perioden 2012 – 2021

Ident	Hovedopland	Ændring udvaskning	
		Scenarie A ton N	Scenarie-B ton N
1,1	Nordlige Kattegat, Skagerrak	-568	-479
1,2	Limfjorden	-2.187	-1.846
1,3	Mariager Fjord	-127	-107
1,4	Nissum Fjord	-494	-415
1,5	Randers Fjord	-716	-600
1,6	Djursland	-170	-142
1,7	Århus Bugt	-143	-120
1,8	Ringkøbing Fjord	-1.033	-866
1,9	Horsens Fjord	-223	-189
1,10	Vadehavet	-1.510	-1.273
1,11	Lillebælt/Jylland	-736	-623
1,12	Lillebælt/Fyn	-256	-216
1,13	Odense Fjord	-256	-215
1,14	Storebælt	-112	-94
1,15	Det Sydfynske Øhav	-164	-137
2,1	Kalundborg	-158	-131
2,2	Isefjord og Roskilde Fjord	-318	-261
2,3	Øresund	-51	-41
2,4	Køge Bugt	-131	-107
2,5	Smålandsfarvandet	-639	-526
2,6	Østersøen	-213	-175
3,1	Bornholm	-130	-110
4,1	Vidå-Kruså	-410	-346
Total (afrundet)		-10.748	-9.016

## Afsnit 00: Udvikling i husdyrholdet og afledte effekter på udvaskning

Kvælstof fra husdyrgødning udgør omkring 50 % af tilførslen af N til landbrugsjorden, hvorfor større udsving i den animalske produktion vil kunne påvirke den samlede N-tilførsel, -udnyttelse og -tab.

På den baggrund er det vurderet, hvor stor effekt to forskellige scenarier for udvikling i den animalske produktion potentielt kunne have på baseline i 2021 i forhold til 2013. De to scenarier er henholdsvis samme antal moderdyr (køer eller søer) i hele perioden eller en fastholdelse af produktionen af mælk og svinekød (slagtesvin og smågrise) på 2013 niveau i hele perioden. De to scenarier er således ikke et udtryk for nuancerede overvejelser omkring den forventede udvikling, men er baseret på to simple tilgange – samme antal moderdyr eller samme mængde mælk og svinekød produceret.

Herudover er der lavet en vurdering af om stigende proteinkoncentration i foderafgrøderne påvirker husdyrenes N-udnyttelse og dermed N-mængden i husdyrgødning.

### Udvikling i produktionen

Beregningerne er baseret på en vurdering af husdyrproduktionens udvikling, herunder antal dyr, foderindtag og N-udskillelse, som er beskrevet i DCA rapport (2015, Landbrugets drivhusgasudledning – scenarieberegninger for Danmark frem til 2035, under udarbejdelse). I DCA (2015) er der taget højde for forbedringer i fodereffektivitet, stigning i mælkeydelse hos kvæg og øget produktionseffektivitet hos svin i form af flere producerede dyr pr moderdyr. Ændringerne i kg husdyrgødnings-N er primært forårsaget af ændret produktion pr ko eller so, således at det samlede foderbehov til produktion af et kg mælk eller kød bliver reduceret. Tildeling af foderprotein er for malkekøer antaget uændret pr kg fodertørstof, hvilket betyder en stigning i faktisk mængde foderprotein pr årsdyr, mens mængden af foderprotein for alle andre dyre kategorier er fastholdt på 2013 niveau (=norm). For malkekvæg (køer, opdræt og slagtekalve) betyder det, at N-effektiviteten stiger fra 22,7 % i 2013 til 23,6 % i 2021 og for svin fra 39,8 % i 2013 til 40,3 % i 2021.

I tabel 00.1 er angivet udviklingen i antal malkekøer og søer, og den tilhørende produktion af mælk, kød og husdyrgødning ab dyr. 2013 svarer til den faktiske produktion og 2021 baseret på estimat for 2020 (DCA (2015)).

For husdyrgødning betyder det, at der fra 2013 til 2021 er estimeret en stigning på 9 mio. kg N ved samme antal køer og søer pga. stigende produktion, mens der er et fald på 11 mio. kg N i husdyrgødning, såfremt produktionen af mælk og smågrise fastholdes på 2013 niveau. Vurderes ændringerne i forhold til det samlede landbrugsareal på 2,6 mio. ha, svarer det til henholdsvis en stigning på 3,5 kg N pr ha og et fald på 4,2 kg N pr ha.

**Tabel 00.1.** Animalsk produktion i 2013 og to scenarier for produktionen i 2021 (data fra DCA-rapport, 2015).

År	2013	2021	
		Scenarie A: Uændret antal moderdyr	Scenarie B: Uændret produktion
<b>Antal årsdyr (1000 stk)</b>			
Malkekøer	582	582	532
Søer	980	980	900
<b>Produktion (mio)</b>			
Mælk, kg	5.096	5.580	5.096
Slagtesvin, stk	20,2	22,0	20,2
Smågrise, stk	29,8	32,3	29,8
<b>Husdyrgødning (mio)</b>			
Kvæg, kg N	119	121	110
Svin, kg N	103	110	101
Sum, kg N	222	231	211
<b>Foderbehov, mio</b>			
Kvæg, FE	5.520	5.701	5.207
Svin, FE	7.315	7.808	7.197

## Andre effekter

Ændringerne i effektiviteten i husdyrholdet påvirker det samlede foderbehov. For svin forventes det ændrede foderforbrug kun at have begrænset virkning på afgrødesammensætningen, men for kvæg forventes det at påvirke grovfoderarealet. Det er estimeret, at foderbehovet hos malkekvæget øges med 181 mio. FE ved uændret antal køer, mens det reduceres med 313 mio. FE fra 2013 til 2021 ved uændret produktion. De 181 mio. FE svarer til en årlig stigning på ca. 0,4 %, hvorfor det øgede foderbehov nogenlunde svarer til de forventede udbytte stigninger på ca. 0,7 %. Ved uændret produktion vil der være et mindre årligt behov på ca. 0,7 %, som, koblet med den forventede udbytte stigning, betyder, at der årligt vil være ca. 7.000 ha af grovfoderarealet tilknyttet malkekvæg, som vil skulle ændres til andre afgrøder.

## Effekt på udvaskningen

Udsving i den størrelsesorden, der er sandsynliggjort, vil påvirke udvaskningen, men som det fremgår, er der som gennemsnit af scenarierne meget begrænset effekt på mængden af N i husdyrgødning. Med den usikkerhed, der er på fremskrivningen af den animalske produktion, er der derfor ikke indregnet en effekt i baseline. Men da beregningerne har sandsynliggjort, at udviklingen i den animalske produktion kan have en afgørende indflydelse på baseline, anbefales det, at der senere i perioden frem mod 2021 laves en revurdering af fremskrivningen samt en kvantificering af effekten på udvaskningen.

## Udvikling af afgrødernes N-indhold

Ved øgede N-gødningsnormer antages det at N-koncentrationen i afgrøderne øges, hvilket øger tildelingen af foderprotein positivt fra de danske producerede afgrøder. I malkekvægproduktionen udgør det danske producerede foder (grovfoder og korn) 76 % af energibehovet, men kun 42 % af foderproteinbehovet. I svineproduktionen udgør det danske foder (korn) 75 % af energibehovet, men kun 50 % af proteinbehovet (Kristensen et al., 2015). Ved en forøgelse af N-koncentrationen i de danske afgrøder vil der stadigvæk

være et betydeligt behov for importeret foder, hvorfor det vil være muligt at tilpasse proteinkoncentrationen i kvægets fodring, mens det for svin er afgørende, hvordan aminosyreprofilen påvirkes gennem gødsningen. Med den viden vi har, betyder det, at N-udnyttelsen – alt andet lige - vil falde i svineproduktionen, men usikkerheden på effekten af øget gødsning på aminosyreindholdet er betydelig, hvorfor der ikke er tilstrækkelig viden til at kvantitative effekten på mængden af N i husdyrgødningen, og dermed heller ikke på udvaskningen.



## Afsnit 1. Teknisk justering

Effekten af den tekniske justering indgår i beregning vedr. normsystem, afsnit 0.

## Afsnit 2: Randzoner

Såfremt lovforslag om ophævelse af 9 m randzoner langs særlige vandløb vedtages, vil effekten bortfalde.

## Afsnit 3: Energiafgrøder

Der ændres ikke i effekten af energiafgrøder.

## Afsnit 4: Økologisk areal

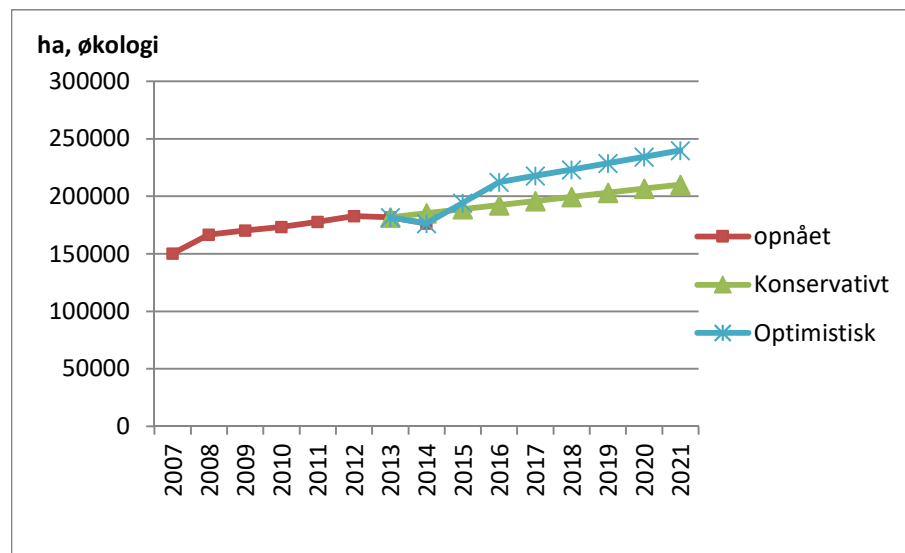
### Udvikling i økologisk areal

Regeringen har opgivet den tidligere regerings målsætning om en fordobling af det økologiske areal i 2020 i forhold til 2007. Det forventes dog stadigvæk, at det økologiske areal vil vokse frem mod 2021. Markedet udviser positive tendenser, og her er det særligt eksporten, der forventes at komme til at spille en større rolle i de kommende år. Således er eksporten af økologiske produkter i 2013 steget til godt 1,5 mia. kr., svarende til en stigning på 32 % i forhold til 2012. Mælk og mælkeprodukter udgjorde over halvdelen af den samlede eksport, mens kød udgjorde 11 %. (Danmarks Statistik). De foreløbige tal for omlægning til økologi i 2015 viser en markant stigning med et ny omlagt areal på omkring 22.000 ha

(<http://mfvm.dk/nyheder/nyhed/nyhed/boom-i-det-oekologiske-areal/>). Ændringen i det økologiske areal må forventes at blive mindre, da der også er arealer der årligt tilbagelægges til konventionel drift; i perioden 2006-2011 således mellem 3.000 og 5.000 ha årligt (Ørum et al., 2011). Der foreligger endnu ikke tal for tilbagelægning i 2015. Den markante stigning i nyomlagte arealer skal ses i forhold til, at der i 2013 og 2014 var et samlet fald i det økologiske areal på ca. 7.000 ha efter en årrække med stagnerende areal.

Det økologiske areal udgjorde i 2007 ca. 150.000 ha og var i 2012 steget til ca. 183.000 ha, men faldt herefter til ca. 176.000 ha i 2014. Som gennemsnit af perioden svarer det til en stigning på ca. 3.600 ha pr. år. Antages denne udvikling at fortsætte vil et "konservativt" estimat for det økologiske areal i 2021 være på 210.000 ha, svarende til en stigning på ca. 29.000 ha i perioden 2013-2021.

**Figur 4.1.** Udviklingen i økologisk areal 2007-2014 (Opnået) og forventet udvikling frem mod 2021, hvis udviklingen fra 2007 til 2014 fortsætter (Konservativt) og en fremskrivning baseret på udviklingen i 2015 og en mere optimistisk fremskrivning til 2021 (Optimistisk).



I den oprindelige Baseline (Jensen et al., 2014) var estimatet - beregnet med samme metode - en forøgelse af det økologiske areal med 46.000 ha. Det lavere estimat i de nuværende beregninger skyldes en væsentligt lavere faktisk udvikling i det økologiske areal i 2013 og 2014 end forudsat i den oprindelige baseline baseret på data fra 2006 til 2012. Herudover var der i Jensen et al. (2014) også et scenarie baseret på den tidligere regerings mål omkring en fordobling af det økologiske areal med udgangspunkt i 2007, hvilket blev beregnet til at give en ændring på 120.000 ha i perioden 2013 til 2021. Dette scenarie

indgår ikke i den revurderede baseline. Derimod er der lavet et ”optimistisk” estimat baseret på, at omlægning på forventet netto ca. 18.000 ha i 2015 forsætter i 2016, og herefter er der regnet med en stigning på 5.500 ha årligt. Denne stigning svarer til den årlige stigning i perioden fra 2007 til 2012. Under disse forudsætninger kan der beregnes et økologisk areal i 2021 på ca. 240.000 ha, svarende til en stigning på 59.000 i perioden fra 2013 til 2021.

### **Effekt**

Den udvaskningsreducerende effekt af økologisk drift skønnes generelt at være i størrelsesordenen 10-17 kg N/ha (Børgesen et al. 2013), og med en stigning i det økologiske areal på ca. 29.000 ha svarer det til en samlet effekt i rodzonen på 285-484 tons N, mens en forøgelse med 59.000 ha giver en effekt på 589 – 1001 tons N. Det skal bemærkes, at skønnet for den udvaskningsreducerende effekt er et generelt skøn for effekten af økologisk jordbrug i forhold til konventionelt. Den faktiske effekt vil være påvirket af, hvilke bedriftstyper der omlægges og på hvilke jordtyper. Den største effekt kan forventes ved omlægning fra konventionelt til økologisk kvægbrug, mens en omlægning til planteavl eller svine- og fjerkræproduktion vil have væsentlig mindre effekt. Det skyldes i det væsentlige, at der på kvægbrug sker en reduktion i gødningsmængde pr. ha, mens den mindre gødskningsmængde i økologisk planteavl opvejes af andre dyrkningsmæssige ændringer, der øger udvaskningen.

### **Fordeling af effekt på hovedvandoplande**

Fordeling af effekt på de 23 hovedvandoplande er i tabel 4.1 foretaget svarende til andelen af økologisk areal i de enkelte vandoplande. Hvor den reelle omlægning til økologi vil ske, er bl.a. styret af hvilke bedriftstyper, der bliver omlagt, hvorfor effekten i de enkelte vandoplande er meget usikker.

Datagrundlaget for fordelingen er anmeldte økologiske arealer i enkeltbetalingsordningen i høståret 2014.

**Tabel 4.1.** Fordeling af effekten af øget økologisk areal i perioden 2013-21 ved to forskellige fremskrivninger.

Vandopland	Andel øko-areal	Effekt i rodzonen, tons N	
		Øko- "Konservativt"	"Optimistisk"
1,1 Nordlige Kattegat, Skagerrak	0,03	10 - 17	20 - 35
1,2 Limfjorden	0,18	52 - 89	108 - 184
1,3 Mariager Fjord	0,02	7 - 11	14 - 23
1,4 Nissum Fjord	0,06	17 - 30	36 - 61
1,5 Randers Fjord	0,06	16 - 28	34 - 57
1,6 Djursland	0,02	5 - 9	11 - 19
1,7 Århus Bugt	0,01	4 - 7	9 - 15
1,8 Ringkøbing Fjord	0,13	38 - 64	78 - 133
1,9 Horsens Fjord	0,01	2 - 4	5 - 8
1,10 Vadehavet	0,17	49 - 82	100 - 170
1,11 Lillebælt/Jylland	0,04	12 - 21	25 - 43
1,12 Lillebælt/Fyn	0,01	3 - 5	7 - 11
1,13 Odense Fjord	0,01	4 - 6	8 - 13
1,14 Storebælt	0,01	2 - 4	4 - 7
1,15 Det Sydfynske Øhav	0,01	2 - 4	5 - 8
2,1 Kalundborg	0,02	6 - 10	13 - 21
2,2 Isefjord og Roskilde Fjord	0,05	14 - 23	28 - 48
2,3 Øresund	0,02	6 - 10	12 - 21
2,4 Køge Bugt	0,01	2 - 4	5 - 8
2,5 Smålandsfarvandet	0,02	7 - 12	14 - 24
2,6 Østersøen	0,01	4 - 7	8 - 14
3,1 Bornholm	0,01	2 - 4	5 - 8
4,1 Vidå-Kruså	0,07	19 - 33	40 - 68
Hele landet	1,00	285 - 484	589 - 1001

## Afsnit 5: Bioforgasning

Ved bioforgasning sker der en omsætning af organisk bundet N i gødningen til mineralsk N, og da der generelt er en større udvaskning af kvælstof fra organisk bundet N, der løbende mineraliseres, end fra mineralsk N tilført om foråret, kan der i de efterfølgende år forventes en lavere udvaskning fra den afgassede gødning i forhold til ubehandlet gødning. Effekten af bioforgasning på kvælstofudvaskningen er i tidligere rapporter (Børgesen et al., 2013; Jensen et al., 2014) vurderet til at være lav på kort sigt, men med en større effekt på langt sigt. Sørensen og Børgesen (2015) har udviklet en model for udvaskningen af kvælstof fra bioforgasset husdyrgødning. Modelberegninger med denne model viser en hurtigere effekt og større effekt af bioforgasning på udvaskningen end antaget i Jensen et al. (2014). Den nye model er anvendt i de følgende beregninger af effekter af bioforgasning på N udvaskningen i 2021. Den nye model er baseret på en ny gennemgang af danske N udvaskningsstudier med organisk gødning, marginaludvaskning fra uorganisk N beregnet med N-LES4 modellen og en tidshorisont for N udvaskning baseret på en simpel N mineraliseringsmodel (Sørensen og Børgesen, 2015).

Energistyrelsen (2014) har vurderet at der i 2012 blev bioforgasset ca. 2,5 mio. ton husdyrgødning svarende til 7 % af produktionen, mens det skønnes, at der i 2020 vil ske bioforgasning af ca. 7 mio. ton gødning, svarende til ca. 19 % af gødningsmængden ved realisering af 'sandsynlige' biogasprojekter. Jacobsen et al. (2013) har redegjort for drifts- og samfundsøkonomien ved biogasproduktion i Danmark under de nye rammer, som energiforliget fra 2012 giver, og vurderer, at det ikke er sandsynligt, at målsætningen i Grøn Vækst om 50 % anvendelse af husdyrgødningen til biogas i 2020 nås, men at der med de nuværende rammebetingelser kan opnås et niveau, hvor ca. 20-30 % af husdyrgødningen behandles. En forhøjelse af de generelle N normer til økonomisk optimalt niveau medfører, at gevinsten ved den øgede gødningsvirkning efter bioforgasning reduceres. Tages der udgangspunkt i, at der kan opnås større virkningsgrad af forgasset husdyrgødning, vil der stadig kunne opnås en gevinst ved et reduceret indkøb af handelsgødning. På basis af Møller (2013) vurderes det derfor, at forhøjede N gødningsnormer vil have ringe effekt på udbygningen af biogasanlæg frem til 2021. På den baggrund antages det her, at der vil ske en jævn stigning i andelen af biogasbehandlet husdyrgødning fra 7 % i 2012 til 19 % i 2021.

I regeringens ressourcestrategi fra 2013 blev opsat ambitioner om øget udnyttelse, herunder øget bioforgasning, af organisk affald fra byerne, som f.eks. kildesorteret husholdningsaffald. I det omfang der sker øget tilførsel til biogasanlæg af organisk affald med kvælstofindhold, der i forvejen ville blive spredt på landbrugsarealer, kan der forventes en yderligere reduktion i N udvaskningen efter afgangning, idet tilførslen af organisk bundet kvælstof vil falde efter afgangningen, som beskrevet ovenfor.

Øget tilførsel til landbrugsjord af "nyt" affald, der tidligere blev afbrændt eller deponeret, vil medføre øget N udvaskning, idet den samlede N tilførsel til jorden stiger, selvom der er knyttet et udnyttelseskrav til udbringning af anden organisk gødning. En øget N udvaskning forventes uanset om det "nye" affald bioforgasses eller komposteres før tilførslen.



Vi forventer, at mængden af tilført "nyt" husholdningsaffald i 2021 vil være beskeden, idet man indtil videre har opgivet at anvende pulpen fra Renescience teknologien, som følge af højt indhold af cadmium og ftalater i pulp fra husholdningsaffald, ligesom indførsel af effektiv kildesortering af husholdningsaffald er en vanskelig proces, som det vil tage tid at indføre. Krav fra Mejeriforeningen om sporbarhed af affald tilført arealer med malkekvægsbesætninger medfører også, at det vil være umuligt at anvende "nyt" affald i mange biogasanlæg.

Effekten af øget anvendelse af organisk affald må tilskrives ønsket om øget recirkulering, og er ikke en effekt af bioforgasning i sig selv, og er derfor ikke indregnet som en biogas effekt. En eventuel effekt af øget recirkulering bør indregnes under effekter af den generelle strukturudvikling

Effekten på udvaskning er beregnet med de nuværende udnyttelseskrav for afgasset gødning, og selvom fremtidige generelle N normer eventuelt forhøjes, har det ubetydelig effekt på effekten af bioforgasning, idet marginaludvaskningen forventes næsten uændret ved et højere N niveau. Ved den forventede indførsel af forhøjede N normer antages det, at der tages højde for en bedre gødningsvirkning efter bioforgasning og tilførslen af handelsgødning reduceres, hvilket betyder, at den samlede N tilførsel og dermed N udvaskningen falder ved bioforgasning. Ved en forventet øget langsigtet gødningsvirkning på 5 kg N/DE (Sørensen og Børgesen, 2015) og tilsvarende reduktion i tilførsel af handelsgødning, samt en marginal udvaskning på ca. 1/5 vil dette betyde en reduktion i N-udvaskningen på ca. 430 tons N/år ved afgang af 19 % af husdyrgødningen i 2021. Denne effekt kan kun forventes ved indførsel af tilpasset N norm, mens effekten vil være betydeligt mindre ved fastholdt N norm, og her skønnet til det halve, svarende til 215 tons N/år, under forudsætning af at den fastholdte norm vil være 3-4 kg N/ha under økonomisk optimum i 2021, og at der udbringes 1,4 DE/ha med en forbedret gødningsvirkning på 7 kg N/ha. Effekten af afgang af afhænger af forholdet mellem de forskellige typer af organisk gødning der indgår (Sørensen og Børgesen, 2015). Der er her taget udgangspunkt i en gennemsnitlig effekt, der gælder for en blanding af gylle og dybstrøelse, hvor der over en lang horisont sker en reduktion i udvaskningen på 1,8 kg N/DE på lerjord med lav nedbør og 3,4 kg N/DE på sandjord med høj nedbør (Sørensen og Børgesen, 2015). Heri indgår ikke betydningen af reduceret forbrug af handelsgødning. Der er her, i modsætning til i den tidligere baseline (Jensen et al., 2014), regnet på de langsigtede effekter af øget bioforgasning, efter samme principper som for de øvrige elementer, der indgår i baseline. Effekten efter 10 år er 2/3 af den langsigtede effekt, der er regnet med her.

Effekten af stigende bioforgasning i perioden 2013-2021 er i Tabel 5.1 beregnet under hensyntagen til fordelingen af husdyrgødning i 2011 på oplande, samt fordeling mellem sandjord og lerjord registret i pløjelag på arealer, der modtager husdyrgødning i hvert enkelt opland. Det har ikke været muligt at tage hensyn til forskelle i perkolation/nedbør. Det indebærer, at effekten er lidt overestimeret i oplande med sandjord og lav nedbør og underestimeret i oplande med lerjord og høj nedbør. Den samlede effekt af dette vurderes at være omtrent neutral. I beregningen er antaget, at bioforgasset gødning har samme fordeling på oplande og jordtyper, som den samlede produktion af husdyrgødning, svarende til at 80 % samlet set udbringes på sandjord. Den samlede effekt af øget biogas i perioden 2013-2021 beregnes til en reduktion i udvaskningen på 860 tons N/år, med en skønnet usikkerhed på +/-430 tons N/år. Derudover forventes ved tilpasset N norm en yderligere reduktion på

430 tons N/år som følge af reduktion i anvendt handelsgødning, og en reduktion på 215 tons N/år ved fastholdt norm. Effekten af biogasanlæg etableret før 2013 medfører yderligere en reduktion i N udvaskningen, men denne er ikke indregnet i tabel 5.1.

Den nyberegnete effekt er betydelig større end i den tidligere baseline beregning (Jensen et al., 2014). Det skyldes en kombination af flere faktorer, bl.a. 1: at der her regnes på den langsigtede effekt (som for andre virkemidler hvor omsætningen af organisk stof påvirker virkningen på udvaskningen), hvor der tidligere (Jensen et al., 2014) kun blev regnet på kortsigtet effekt frem til 2021, og 2: at tilførslen her er vægтет i forhold til jordtype der modtager husdyrgødning, hvor der tidligere blev regnet med en simpel gennemsnitlig fordeling/effekt med ligelig fordeling af husdyrgødning mellem sand- og lerjord.

**Tabel 5.1.** Reduktion i N udvaskning fra rodzonen (langtidseffekten) som følge af den forventede forøgede anvendelse af bioforgasning i perioden 2013 til 2021. Effekten af bioforgasning er fordelt på vandoplande og jordtyper på grundlag af registreret fordeling af husdyrgødning i 2011, og der er tillagt en effekt af reduceret anvendelse af handelsgødning, der er afhængig af fastlåst eller tilpasset norm.

Vandopland		1000 tons udbragt N i		Effekt i rodzonen af øget	
		husdyrgødning, samt andel pr. opland	biogas 2013-21 ved fastlåst norm	biogas 2013-21 ved tilpasset norm	tons N
1,1	Nordlige Kattegat, Skagerrak	13,9	0,06	70	83
1,2	Limfjorden	53	0,23	267	317
1,3	Mariager Fjord	3,2	0,01	16	19
1,4	Nisum Fjord	10,7	0,05	54	64
1,5	Randers Fjord	15,2	0,07	76	90
1,6	Djursland	3,8	0,02	19	23
1,7	Århus Bugt	2,3	0,01	9	12
1,8	Ringkøbing Fjord	22,4	0,10	113	134
1,9	Horsens Fjord	3,9	0,02	15	19
1,10	Vadehavet	33,9	0,15	170	202
1,11	Lillebælt/Jylland	12,6	0,06	50	62
1,12	Lillebælt/Fyn	5,5	0,02	23	28
1,13	Odense Fjord	5,2	0,02	22	27
1,14	Storebælt	2,2	0,01	8	10
1,15	Det Sydfynske Øhav	3,3	0,01	12	15
2,1	Kalundborg	2,8	0,01	11	14
2,2	Isefjord og Roskilde Fjord	3,9	0,02	16	20
2,3	Øresund	0,5	0,00	2	3
2,4	Køge Bugt	1,3	0,01	4	6
2,5	Smålandsfarvandet	8,6	0,04	31	39
2,6	Østersøen	2,5	0,01	9	11
3,1	Bornholm	3,2	0,01	11	14
4,1	Vidå-Kruså	13,9	0,06	69	82
Hele landet		228	1,00	1077	1293

## Afsnit 6: MVJ ordninger

Ingen ændringer.

## Afsnit 7: Miljøgodkendelser

I husdyrgodkendelsesloven er der skærpede harmonikrav på udbringningsarealer indenfor nitratklasse 1-3, ligesom kommunerne vurderer behovet for skærpede gødskningskrav i forhold til grundvandsbeskyttelse. Derudover kan husdyrbrug beliggende i opland med afstrømning til Natura 2000 områder, hvor husdyrtrykket er stigende, være underlagt den såkaldte planteavlsregel, der indebærer, at husdyrholdet ikke kan udvides, medmindre udvaskningen fra husdyrudvidelsen nedbringes til niveau svarende til et planteavlsbrug.

### Erfaringer fra status af miljøgodkendelser

I en opgørelse fra Aarhus Universitet i 2015 (Rolighed & Blicher-Mathiesen, 2015) er der undersøgt 3791 husdyrgodkendelser efter § 11 og § 12 samt 1859 husdyrgodkendelser efter § 16, som omfattede 1,35 mio. DE og 816.000 ha landbrugsareal. Disse godkendelser er givet i perioden 1. januar 2007 til 31. december 2013. 40 % af de godkendte arealer er beliggende i nitratklasser, heraf 10 % i nitratklasse 1, 16 % i nitratklasse 2 og 14 % i nitratklasse 3. Samlet var der i de undersøgte godkendelser stillet krav om ekstra efterafgrøder på ca. 18.700 ha, svarende til 2 % af det godkendte areal. Fordeling af efterafgrøder blev estimeret til ca. 64 % på nitratklasser og ca. 36 % i grundvandsbeskyttelseszone for krav om efterafgrøder, som ikke var givet som konsekvens af planteavlsreglen. Effekten af efterafgrøder er knyttet til jordtype, men også til mængden af nedbør. Det har dog ikke været muligt at opgøre effekten i forhold til både jordtype og nedbør. Reduktionseffekten af efterafgrøder er derfor gennemsnitlig sat til 35 kg N ha<sup>-1</sup> (Eriksen et al., 2014), idet det antages, at alle udvidelser sker på ejendomme med mere end 0,8 DE/ha.

Herved blev effekten af skærpede harmonikrav, grundvandsbeskyttelse, indførelse af planteavlsreglen samt reduktion i bedrifternes kvælstofkvote opgjort til en udvaskningsreduktion i rodzonen på 690 tons N for perioden 2007-2013. Heraf blev effekten af krav om ekstra efterafgrøder som følge af planteavlsreglen vurderet til at udgøre ca. 120 tons N. I året 2013 alene er der givet godkendelser på ca. 90.000 DE og 60.000 ha, som udmøntes i en effekt på ca. 100 tons N.

I Nielsen et. al 2013 er der lavet en fremskrivning af det forventede antal miljøgodkendelser i perioden 2011-2035. Interpoleres denne fremskrivning for de forskellige husdyrtyper fås en godkendelsesfrekvens på ca. 25 % i perioden 2013-2021. I runde tal omfatter det således ca. 600.000 DE og 475.000 ha. Bruges der i godkendelserne samme frekvens af virkemidler som i perioden 2007-2013, bliver effekten af skærpede harmonikrav (Nitratklasser), grundvandsbeskyttelse, reduktion af bedrifternes kvote samt planteavlsregel under miljøgodkendelsesordningen i perioden 2014-2021 en reduktion på ca. 260 tons N ved godkendelse af 510.000 DE.

### Samlet effekt af skærpede krav i nitratklasser, grundvandsbeskyttelse, reduceret kvælstofnorm og planteavlsreglen

Summen af skærpede krav i nitratklasser, grundvandsbeskyttelse og planteavlsreglen samt reduceret kvælstofnorm i perioden 2013-2021 bliver således ca. 360 tons N. Da dele af effektberegningen bygger på antagelser frem for egentlige data er der en forholdsvis stor usikkerhed tilknyttet analysen. Det anbefales derfor, at der midt i perioden frem til 2021 gennemføres en under-

søgelse af gyldigheden af de antagelser der gøres ift. implementering af virkemidler og udmøntning af planteavlsreglen under miljøgodkendelsesordningen. I opgørelsen er kun medtaget effekter som følge af krav om ekstra efterafgrøder samt reduceret kvælstofnorm på bedrifterne. Krav til særlige sædskifter vil også kunne bidrage til effekten, men har ikke kunnet kvantificeres i opgørelsen.

Fordelingen af effekten af krav til virkemidler givet i forbindelse med husdyrgodkendelser er i tabel 7.1 vægtet i forhold til antal DE for svin og kvæg (status 2012) i de 23 oplande.

**Tabel 7.1.** Fordeling af effekt på husdyrgodkendelser på oplande. Antal dyreenheder hentet fra jordbrugsanalyser.dk

Opland	Antal DE x 1000 i opland	Effekt af arealregulering på N-udvaskning fra rodzonen (tons N)
1.1.Nordlige Kattegat	141	22
1.2 Limfjorden	571	88
1.3 Mariager Fjord	37	6
1.4 Nissum Fjord	113	17
1.5 Randers Fjord	162	25
1.6 Djursland	53	8
1.7 Århus Bugt	25	4
1.8 Ringkøbing Fjord	239	37
1.9 Horsens fjord	38	6
1.10 Vadehavet	457	70
1.11 Lillebælt-Jylland	121	19
1.12 Lillebælt – Fyn	56	9
1.13 Odense Fjord	47	7
1.14 Storebælt	40	6
1.15 Sydfynske Øhav	13	2
2.1 Kalundborg Fjord	11	2
2.2 Isefjord og Roskilde Fjord	34	6
2.3 Øresund	3	0
2.4 Køge Bugt	9	1
2.5 Smålandsfarvand	98	15
2.6 Østersøen	23	4
3.1 Bornholm	34	5
4.1 Kruså og Vidå	15	2
Effekt på udvaskning hele landet	2.340	Ca. 360

## Afsnit 8: Kvælstofdeposition

Der er foretaget en reberegning af ændring i kvælstofdeposition frem til 2021 som følge af nye forslag til NEC værdier (EU's direktiv vedr. National Emission Ceilings).

Reduktionerne af dansk ammoniakemission er baseret på IIASA's opdaterede rapport fra 2014.

I forhold til 2012 er der beregnet en 11 % reduktion i 2021 for den totale NH<sub>3</sub> emission for DK.

**Tabel 8.1.** Udvikling i kvælstofdeposition. Gøteborg 2020 er den beregnede deposition i Baseline, Jensen 2014. Beregninger til den revurderede baseline er foretaget af Jesper Heile, ENVS.

Regions navn	Areal	Samlet deposition i 1000 ton N			Samlet deposition kg N/ha			Forskel i %	
		2021	2012	2020 Gøteborg	2021	2012	2020 Gøteborg	2021	2020 Gøteborg
Nordjylland	7.908	8,9	10,7	9,1	11,3	13,5	11,5	20%	15%
Midtjylland	13.094	15,5	18,5	15,6	11,9	14,1	11,9	19%	15%
Syddanmark	12.130	16,4	19,2	16,5	13,5	15,8	13,6	17%	14%
Hovedstaden	2.528	2,6	3,1	2,7	10,3	12,4	10,5	20%	15%
Sjælland	7.268	7,2	8,4	7,2	9,9	11,5	10,0	17%	14%
Danmark	42.927	50,6	59,9	51,2	11,8	14,0	11,9	18%	15%

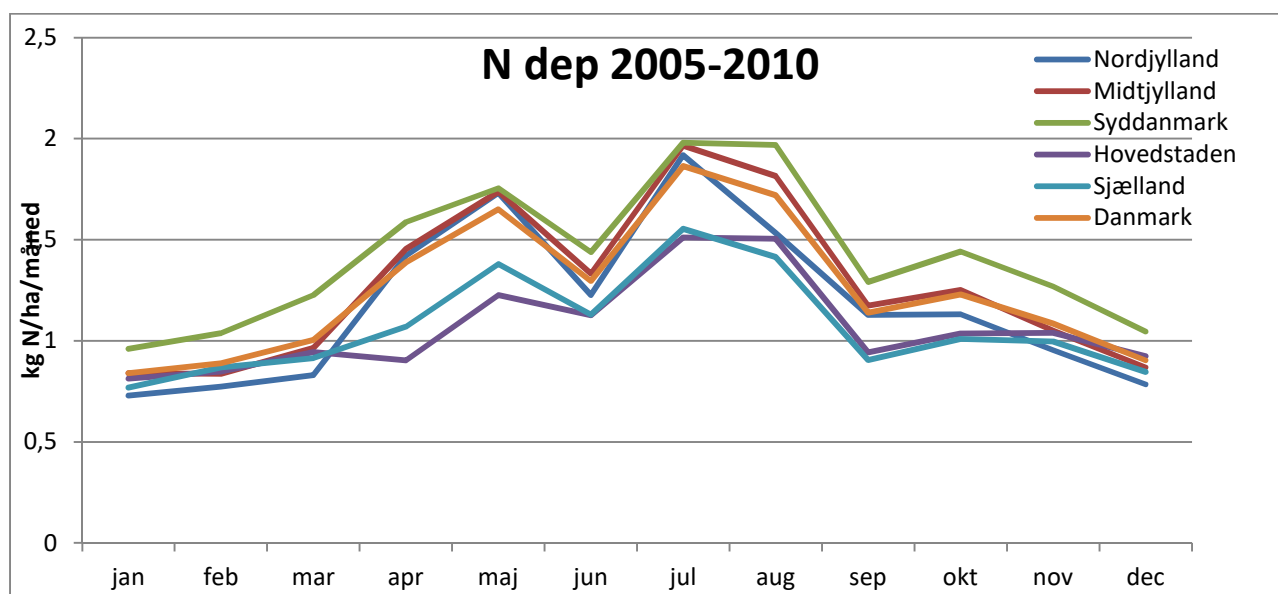
Som det fremgår af tabel 8.1 giver de nye forudsætninger kun en marginal ændring i depositionen både set nationalt og på de forskellige regioner. En del af denne marginale forskel kan skyldes, at der i denne revurderede baseline er regnet indtil 2021, mens der i Jensen 2014 kun er regnet frem til 2020. Dette forhold samt at ændringen ligger klart indenfor den usikkerhed, der er på en sådan fremskrivning, gør, at der er anvendt samme estimat for ændringen i deposition som i Jensen et al. 2014, i alt 9000 ton N.

### Estimering af effekten af en reduceret deposition på udvaskningen

I Jensen et al, 2014 er der anvendt en udvaskningsfaktor på 40 % for depositionen. Der er imidlertid estimeret en ændret generel marginaludvaskning (Børgesen, 2015) på 1/5 siden den første baseline blev udarbejdet. For at afspejle dette i effekten af en reduceret deposition, er effekten genberegnet.

Ud fra modelberegnete depositions-værdier for perioden 2005-10 er der lavet en opdeling af depositionen på månedsværdier og på regioner (Jesper Heile Christensen, AU/ENVS). Det har ikke været muligt tidsmæssigt at relatere tallene til en længere klimaserie, hvilket kan være en usikkerhedsfaktor.

I det efterfølgende er der alene anvendt nationale tal, idet der på figur 8.11 ses den samme årsværdi i depositionen for landet som helhed og for de 5 regioner. Landstallene for den gennemsnitlige deposition 2005-2010 i kg/ha og procent fremgår af tabel 8.2.



Figur 8.11. Fordeling af deposition over året, nationalt og for regioner.

Tabel 8.2. Deposition 2005-10 fordelt månedsvis i hhv kg N/ha og procent.

Måned	Januar	Februar	Marts	April	Maj	Juni	Juli	August	Sept.	Okt	Nov	Dec	Sum
Hele DK kg/ha	0,84	0,89	1,0	1,39	1,65	1,3	1,96	1,72	1,14	1,23	1,08	0,9	15,0
Hele DK %	5,6	5,9	6,7	9,3	11,0	8,7	12,4	11,5	7,6	8,2	7,2	6,0	100

Der er i det videre anvendt følgende forudsætninger:

En udvaskningsfaktor på 1/5 (Børgesen 2015) for den del af depositionen, der afsættes i perioden, hvor der antages god udnyttelse af tilført gødning, dvs. 1. februar til 15. juli.

For perioden 15. juli til 1. februar antages en udvaskningsfaktor på halvdelen, hvilket dækker over at der i perioden frem til november vil være en lavere udvaskningsfaktor, idet en række afgrøder (fx græs, vinterraps og efterafgrøder) vil have et betydeligt N-optag, men også jord uden betydende afgrødeoptag. I perioden november til december skønnes udvaskningsfaktoren at være højere end halvdelen, da der her kun i meget ringe omfang er aktivt N-optag (skøn fra Jørgen E. Olesen, Agroøkologi).

Det fremgår ovenfor, at det forventede fald i depositionen i perioden 2013-21 udgør ca. 2 kg N/ha. Ud fra tabel 8.2 ses, at knap halvdelen af den deponerede kvælstof falder i månederne februar-medio juli. Såfremt man anvender ovennævnte udvaskningsfaktorer og fordeling over året fås en rodzoneeffekt af den samlede reducerede deposition på ca. 35 %.

### Samlet effekt af initiativer i forhold til N-deposition

Den samlede effekt af indsatsen for reduktion i emissionen (både i Danmark og øvrige lande) er således en reduktion i udvaskningen, som følge af den faldende deposition, på ca. 3.100 ton N. Herfra skal trækkes den udvaskning, der følger af en bedre luftrensning/reduceret fordampning af ammoniak. Dette er i Jensen et al, 2014 anslået til ca. 800 ton N. Med en marginaludvaskning på 1/5, vil det øge udvaskningen med ca. 150 ton N, som skal fratrækkes effekten i reduceret deposition. Samlet set bliver effekten af en reduktion i N-depositionen således på knap 3000 ton N.

Det fremgår af tabel 8.1, at ændringen i depositionen er nogenlunde den samme over hele landet, hvorfor den samlede effekt kan fordeles på oplande efter det totale oplandsareal, se tabel 8.3.

**Tabel 8.3.** Fordeling af effekt fra reduceret deposition på oplande.

<b>Opland</b>	<b>Oplandsareal x10 Km<sup>2</sup></b>	<b>Reduceret udvaskning ton N</b>
1.1 Nordlige Kattegat	267	181
1.2 Limfjorden	759	531
1.3 Mariager Fjord	57	40
1.4 Nissum Fjord	163	114
1.5 Randers Fjord	325	227
1.6 Djursland	101	70
1.7 Århus Bugt	78	55
1.8 Ringkøbing Fjord	349	244
1.9 Horsens fjord	79	55
1.10 Vadehavet	444	311
1.11 Lillebælt-Jylland	237	166
1.12 Lillebælt – Fyn	99	70
1.13 Odense Fjord	119	83
1.14 Storebælt	54	38
1.15 Sydfynske Øhav	76	53
2.1 Kalundborg Fjord	98	69
2.2 Isefjord og Roskilde Fjord	195	136
2.3 Øresund	81	57
2.4 Køge Bugt	100	70
2.5 Smålandsfarvand	345	241
2.6 Østersøen	108	76
3.1 Bornholm	59	41
4.1 Kruså og Vidå	110	77
<b>Hele landet</b>	<b>43.000</b>	<b>Ca. 3000</b>



## Afsnit 9: Efterafgrøder

I efteråret 1999 blev det et lovmæssigt krav, at der skulle etableres efterafgrøder på 6 % af det areal, som blev dyrket med korn, raps, ærter mm. (Anonym, 1998). Dette krav eksisterede til og med 2004 som et generelt krav uanset mængden af tilført husdyrgødning (Anonym, 2003). Fra efteråret 2005 blev der indført krav om 10 % efterafgrøder for virksomheder, der udbragte mere end 0,8 dyreenheder(DE) i husdyrgødning pr. ha, mens kravet om 6 % efterafgrøder fortsat gjaldt for husdyrbrug under 0,8 DE/ha (Anonym, 2004). I 2005 blev desuden ophævet et tidligere gældende krav om 65 % plantedække om efteråret.

Fra efteråret 2008 blev kravene til efterafgrøder forhøjet med 4 procentpoint, dvs. fra 6 til 10 % (under 0,8 DE/ha) og fra 10 til 14 % (over 0,8 DE/ha) (Anonym, 2008).

I 2014 blev der indgået et politisk forlig om Vækstplan for Fødevarer, som indebar, at et krav om målrettede efterafgrøder på 140.000 ha fra 2015 bortfaldt (Anonym, 2014). I samme forbindelse blev det besluttet at forhøje det generelle efterafgrødekrav med 60.000 hektar fra 2015. I Baseline 2014 (Jensen et al., 2014) blev der redegjort for den forventede effekt af disse ekstra efterafgrøder. Kravet om de ekstra 60.000 ha efterafgrøder blev dog ikke udmøntet men bortfaldt i juli 2015 (Anonym, 2015a). De nuværende krav til efterafgrøder på hhv. 10 % (under 0,8 DE/ha) og 14 % (over 0,8 DE/ha) (Anonym, 2015b), må altså anses for at være gældende indtil videre. De fremtidige efterafgrøder vil dog potentielt kunne blive dyrket under ændrede betingelser mht. kvælstofnormer.

Den udvaskningsreducerende effekt af efterafgrøder blev revurderet i forbindelse med udarbejdelsen af Virkemiddelkataloget i 2014 (Hansen og Thomsen, 2014). I revurderingen indgik resultater fra forsøg med sammenlignelige behandlinger, dvs. forsøgspår med og uden efterafgrøde dyrket under samme betingelser. Den revurderede effekt, som er vist i Tabel 9.1, var 2-4 kg N/ha lavere end tidligere estimerede værdier. I revurderingen er det forudsat, at efterafgrøder på lerjord pløjes eller på anden måde destrueres sent efterår, og efterafgrøder på sandjord pløjes i det tidlige forår. Det fremgår af Hansen og Thomsen (2014), at den tidligere effekt af efterafgrøder var fastsat med ubearbejdet jord uden bevoksning som reference, mens der ved revurderingen i 2014 indgik forsøgspår, hvor jorden uden efterafgrøde dels var ubearbejdet og ubevokset pga. herbicidsprøjtning dels var ubearbejdet men med en bestand af naturligt forekommende ukrudt efter konventionelt dyrkede hovedafgrøder, hvor der blev benyttet herbicider. Hansen og Thomsen (2014) redegør for, at der i nedbørsfattige områder i visse år kan være lav afstrømning, hvorfor efterafgrøder ikke vil reducere udvaskningen som angivet i Tabel 9.1.

Generelt er efterafgrøders udvaskningsreducerende effekt dårligt belyst på intensive husdyrbrug, og der mangler viden om effekten på især humusjorde. Desuden er effekten opgjort i forhold til bar jord uden bevoksning og ikke i forhold til marker med ukrudt og spildfrø. (Hansen og Thomsen, 2014).

Ifølge gældende regler tillægges efterafgrøder en eftervirkning dvs. krav om reduktion i gødningstilførslen det efterfølgende år. Eftervirkningen blev

fastlagt af Normudvalget i 2005 på baggrund af modelberegninger med FASSET (Berntsen et al., 2005).

**Tabel 9.1.** Efterafgrøders revurderede, udvaskningsreducerende effekt i rodzonen (kg N/ha). Værdier i parentes er estimeret. Det er forudsat, at efterafgrøder på lerjord pløjes eller på anden måde destrueres sent efterår, og efterafgrøder på sandjord pløjes i det tidlige forår. Effekt af efterafgrøder på humusjord samt svær til meget svær lerjord og siltjord indgår ikke i estimerne for lerjord. Fra Hansen og Thomsen (2014).

	Under 0,8 DE/ha		Over 0,8 DE/ha <sup>1</sup>	
	Ler	Sand	Ler	Sand
	12	32	(24)	45
Gennemsnit	22		(35)	

<sup>1</sup>Usikkert om værdierne kan opnås for alle typer bedrifter over 0,8 DE/ha.

Den udvaskningsreducerende effekt af efterafgrøder er baseret på forsøg med varierende kvælstoftildeling i handels- og husdyrgødning (Hansen og Thomsen, 2014), og effekten kan ikke henføres til et givent kvælstofniveau. Efterafgrøder vil ofte have kapacitet til at øge kvælstofoptagelsen ved øget kvælstoftilgængelighed i jorden, og optagelsen vil derfor potentielt kunne øges, hvis forhøjede kvælstofnormer skulle betyde et øget indhold af uorganisk kvælstof i jorden om efteråret. Den udvaskningsreducerende effekt af efterafgrøder vil altså i princippet kunne øges ved et øget gødningsniveau, hvis det betyder, at der efterlades eller mineraliseres mere kvælstof om efteråret. Modsat gælder, som også diskuteres i Baseline 2014 (Jensen et al., 2014), at referencen, dvs. den alternative anvendelse af arealet, vil have betydning for den egentlige udvaskningsreducerende effekt. Da der pt. er forbud mod jordbearbejdning om efteråret, vil referencen kunne være ukrudt og spildkorn, men vinterkorn eller andre overvintrende afgrøder vil også kunne være alternativer. Både ukrudt, spildkorn og andre overvintrende afgrøder vil i lighed med efterafgrøder kunne øge kvælstofoptagelsen ved øget kvælstoftilgængelighed. Effekten af den alternative anvendelse afhænger af den aktuelle plantebestand, som varierer med de alternative afgrøders såtidspunkt eller den alternative ukrudts- og spildkornsbestand. Det vurderes, at der ikke er tilstrækkeligt datagrundlag til at justere typetallene for efterafgrøders udvaskningsreducerende effekt på baggrund af en eventuel ændring af kvælstofnormerne.

## Afsnit 10: Slæt i stedet for afgræsning

Med udgangspunkt i bedriftsstrukturen i 2003 og 2008 foretog Kristensen et al. (2011) en vurdering af udviklingen i produktivitet og antal malkekøer og opdræt på græs og deres årlige græsoptag i 2015. Baseret herpå blev der i foregående baseline rapport estimeret et forventet afgræsningsareal indenfor henholdsvis konventionel og økologisk mælkeproduktion i 2012, samt en fremskrivning heraf til 2021 ved to scenarier, uændret andel økologi, svarende til 10 % af mælkeproduktionen og en fordobling til 20 %. Det sidste scenarie var baseret på forrige regerings målsætning omkring en fordobling af det økologiske areal. Som redegjort for i afsnittet omkring økologi er denne målsætning nu opgivet, og derfor er der i denne baseline kun et scenarie for udvikling i det økologiske areal, baseret på en årlig stigning på ca. 2,2 % i perioden 2013 til 2021.

Det påvirker omfanget af konventionel mælkeproduktion i 2021, idet det forudsættes at den samlede mælkeproduktion er uændret fra 2013 til 2021. Det afgræssede areal i henholdsvis konventionel og økologiske mælkeproduktion er derfor genberegnet under disse nye forudsætninger. Resultaterne herfra er gengivet i tabel 10.1.

**Tabel 10.1.** Afgræsset areal i omdriften på konventionelle og økologisk malkekvægbedrifter.

År	2013	2021
Andel økologi, %	10	12
Afgræsning, 1000 ha		
konventionel	42,5	25,7
økologi	19,1	18,5
I alt	61,6	44,2

I modsætning til den tidligere Baseline rapport (Jensen et al, 2014) er det kun udviklingen i det konventionelt afgræssede areal, der indgår i beregningerne, mens ændringen i afgræsning forårsaget af udviklingen i den økologiske produktion antages at være indeholdt i estimatet for ændret udvaskning ved omlægning til økologi. Ved de opstillede forudsætninger reduceres afgræsningsarealet ved konventionel produktion med ca. 17.000 ha fra 2013 til 2021. I den oprindelige Baseline rapport, hvor ændringen i det afgræssede areal var baseret på summen af økologi og konventionel, var effekten ved uændret andel økologi 20.000 ha og 8.000 ha ved en fordobling af økologiandelen.

### Kvælstofeffekter

Ved beregning af kvælstofeffekt er der anvendt en fordeling mellem jordtyper svarende til 85 % af græsarealet på sandjord (JB1-4) og 15 % på lerjord (>JB4), som beskrevet i Kristensen et al. (2011). Det antages, at der anvendes slæt i 2021 i stedet for afgræsning i 2013 på 17.000 ha. Effekten på udvaskning fra rodzonen er i Kristensen et al. (2011) beregnet til 10-60 kg N/ha i sandjord og 0-25 kg N/ha i lerjord, hvorved en samlet effekt ved ændring fra afgræsning til slæt kan beregnes som vist i tabel 10.2.

**Tabel 10.2.** Reduktion i areal med afgræsning i forhold til 2013 og kvælstofeffekt i 2021, estimeret for sandjord, lerjord og i alt.

	<b>Sandjord</b>	<b>Lerjord</b>	<b>I alt</b>
Reduktion i areal med afgræsning, ha	14.450	2.550	17.000
Reduktion i udvaskning fra rodzonen ved slæt i forhold til afgræsning, kg N/ha	10 - 60	0 - 25	
Samlet reduktion i udvaskning fra rodzonen, tons N	145 - 867	0 - 64	145 - 931

### Effekt på oplande fordelt ud fra høstår 2012 konventionelt græsareal i omdrift

I den oprindelige Baseline rapport blev fordelingen baseret på det samlede græsareal i omdrift (Afgrødekode 260 og 263), som også indeholder økologiske arealer, der udgør 19 % af det samlede græsareal. Der er imidlertid en skæv fordeling af økologi på vandoplandene, hvorfor en fordeling af effekten knyttet til ændret praksis i konventionel græsdrift baseret på det samlede græsareal i de enkelte oplande øger usikkerheden. Derfor er fordeling i tabel 10.3 baseret på det konventionelle græsareal i omdrift.

**Tabel 10.3.** Fordeling af effekt på vandoplande.

<b>Vandopland</b>	<b>Areal - konventionelt - med græs i omdrift, samt fordeling pr. opland</b>	<b>Effekt i rodzonen, tons N</b>	
1,1 Nordlige Kattegat, Skagerrak	16.416	0,07	10 - 65
1,2 Limfjorden	62.191	0,27	38 - 247
1,3 Mariager Fjord	3.943	0,02	2 - 16
1,4 Nissum Fjord	10.657	0,05	7 - 42
1,5 Randers Fjord	15.825	0,07	10 - 63
1,6 Djursland	3.275	0,01	2 - 13
1,7 Århus Bugt	2.054	0,01	1 - 8
1,8 Ringkøbing Fjord	23.608	0,10	15 - 94
1,9 Horsens Fjord	2.274	0,01	1 - 9
1,10 Vadehavet	45.675	0,19	28 - 181
1,11 Lillebælt/Jylland	7.314	0,03	5 - 29
1,12 Lillebælt/Fyn	2.473	0,01	2 - 10
1,13 Odense Fjord	2.575	0,01	2 - 10
1,14 Storebælt	947	0,00	1 - 4
1,15 Det Sydfynske Øhav	1.808	0,01	1 - 7
2,1 Kalundborg	2.421	0,01	1 - 10
2,2 Isefjord og Roskilde Fjord	6.806	0,03	4 - 27
2,3 Øresund	2.853	0,01	2 - 11
2,4 Køge Bugt	1.866	0,01	1 - 7
2,5 Smålandsfarvandet	5.301	0,02	3 - 21
2,6 Østersøen	1.646	0,01	1 - 7
3,1 Bornholm	2.297	0,01	1 - 9
4,1 Vidå-Kruså	10.401	0,04	6 - 41
Hele landet	234.626	1,00	145 - 931

## Afsnit 11: Udvikling i udbytter

I henhold til Danmark Statistik er kornudbytterne i perioden 1990 til 2014 steget med 0,17 hkg/ha årligt, svarende til en årlig stigning på 0,29 %. I denne beregning er der dog set bort fra tørkeåret 1992. I vinterraps har udbyttestigningen været noget større med en årlig stigning på 0,56 hkg/ha, svarende til 2,3 %. I sukkerroer var den årlige stigning 5,51 hkg/ha eller 1,15 %, og i kartofler på 4,36 hkg/ha eller 1,15 %. I græs og kløvergræs i omdrift var den årlige stigning 3,29 hkg/ha eller 0,87 %. Disse tal afspejler, at stagnerende udbytter især gør sig gældende inden for kornafgrøder, hvorimod de fleste andre afgrøder har årlige udbyttestigninger på 1 % eller mere. En del af årsagen til de stagnerende udbytter i kornafgrøderne skyldes formentlig restriktionerne på gødningsanvendelse, men også andre forhold spiller ind (Petersen et al., 2010). Restriktionerne på anvendelsen af kvælstofgødning har sammen med sortsudviklingen betydet et faldende kvælstofindhold (proteinindholdet) i det høstede korn, således at der ikke har været nogen mærkbar ændring over tid i den høstede kvælstofmængde i kornafgrøderne.

Det er dog i forhold til kvælstofreguleringen mere relevant at betragte perioden 2005 til 2014, hvor den nuværende kvælstofregulering med en fastholdt samlet kvælstofkvote har været implementeret. I denne periode er kornudbytterne vokset med 1,1 % årligt, udbytte i vinterraps er vokset med 2,3 % årligt og udbyttet i grovfoderafgrøder er vokset med knap 1 % årligt.

En opgørelse af høstede kvælstofudbytter (bilag 3) viser et meget svagt fald på 0,2 % per år i perioden 1990-2014. Faldet i denne periode skyldes formentlig ændringer i gødningspraksis især for husdyrgødning, som har medført et fald i jordens pulje af tilgængeligt kvælstof i perioden frem mod 2005. For perioden 2005-2014 beregnes en gennemsnitlig stigning på 1,0 % pr. år, hvoraf næsten halvdelen dog skyldes forskydninger i retning mod mere majs og kløvergræs i sædskifterne, som giver en større høstet kvælstofmængde.

Den samlede, stort set uændrede mængde høstet kvælstof over perioden 1990-2014 fremkommer som en konsekvens af 1) Lavere N-indhold i kornudbytter som følge af aftagende gødningsniveauer i perioden, 2) Svagt stigende tendens i tørstofudbytterne, og 3) Ændringer i arealanvendelse i perioden i retning mod mere majs og kløvergræs i omdriften, alle med højere N-udbytter.

Der er ved beregningen af den høstede N-mængde på landsplan for korn kun korrigeret for ændret kvælstofindhold i de høstede afgrøder over tid siden 2005 (Blicher-Mathiesen et al., 2015). For andre afgrøder er der antaget uændret kvælstofindhold i afgrøderne. Der har dog for grovfoderafgrøderne majs og kløvergræs (første slæt) i foderanalyser kunnet konstateres et fald i proteinindholdet på henholdsvis 0,8 og 0,5 % årligt (data fra LandbrugsInfo). Dette svarer nogenlunde til den årlige vækst i tørstofudbytter i perioden. Det er derfor sandsynligt at den estimerede stigning i N-udbytter i perioden 2005-2014 er overvurderet. En opgørelse af udvikling i tørstofudbytte og proteinindhold i korn i perioden viser at væksten i tørstofudbytter stort set svarer til faldet i proteinindhold. Der således heller ikke for kornafgrøder grundlag for at antage at der over perioden 2005 til 2014 er samlet er en væsentlig stigning i udnyttelse af tilført gødning, som skulle betinge en reduktion i udvaskningen. Der er dog tale om en forholdsvis kort periode, hvor det er vanskeligt at bestemme den faktiske udvikling. Der er derfor sandsynligt at udviklingen i

kvælstofudbytter ved de nuværende reducerede normer vil være beskedene og i intervallet 0-0,3 % som også estimeret af Jensen (2014).

Ved en øgning af N-normerne må det forventes at den teknologiske udvikling vil kunne betinge en større stigning i kvælstofbortførelsen end ved fastholdelse af de nuværende reducerede normer. Der findes dog kun et begrænset empirisk grundlag for at fastsætte en sådan stigning. I Landsforsøgene med stigende N-gødsning er der ved et gødskningsniveau på 200 kg N/ha fundet en årlig stigning i N-bortførelsen på 0,7 kg N/ha, svarende til en årlig stigning på 0,5 % (Leif Knudsen, SEGES, personlig meddelelse). Udviklingen i høstet N i vårsæd må dog forventes at være mindre, da der også er fundet en lavere stigningstakt i økonomisk optimal N-mængde for vårbyg end for vinterhvede.

Med udgangspunkt i økonomisk optimal N-gødsning anslås en årlig vækst i tørstofudbytter på tværs af afgrøder på 0,7 % (Dalgaard et al., 2011). Stigningen i høstet kvælstofmængde vil forventeligt være mindre end stigningen i tørstofudbytter, anslået mellem 30 og 70 % af stigningen i tørstofudbytterne, hvilket giver en årlig stigning i N-udbytter på 0,2 til 0,5 %. Årsagen til den lavere stigning i N-udbytter end i tørstofudbytter skal findes i at en stor del af udbyttestigningen skyldes ændrede sorter og bedre plantebeskyttelse, der i højere grad påvirker tørstofudbytter end den høstede kvælstofmængde. Denne stigning må således forventes at gælde ved økonomisk optimal kvælstofgødsning. Samlet skønnes den årlige vækst i høstet N-mængde ved et N-niveau nær det økonomisk optimale derfor at ligge i intervallet 0,2-0,5 %.

## Effekt

På grundlag af ovenstående vurdering af udvikling i N-udbytter vurderes det, at udviklingen i høstet N-mængde ved den nuværende normregulering i den 4-årige periode fra 2013-2016 at ligge på 0-0,3 %. For den 5-årige periode fra 2017-2021, hvor N-normen er øget, skønnes der en større årlig stigning i N-udbytterne på 0,2-0,5 % om året frem til 2021 uanset, om der sker en årlig justering i normen eller ej, da der vil være en større tilgængelig N-mængde, der kan bidrage til at øge N-udnyttelsen af den samlede tilførte kvælstofmængde.

I NLES modellen indgår effekten af øget N-gødsning på udvaskningen. Effekten af en øget gødsning i forbindelse med ændring fra nuværende normsystem til en øget N-norm vil derfor være dækket af NLES beregningerne, inkl. effekten som den øgede gødsning vil have på N-optaget. Effekten, der beregnes her som knyttet til øget udbytte og øget N-optagelse, er således alene effekt af teknologiudvikling.

Der tages ved beregning af øget N-optagelse udgangspunkt i N-udbyttet i 2012 som er opgjort til 271.800 ton N (Jensen et al., 2014). Som anført i afsnit 0 vil en ophævelse af den nuværende normreduktion medføre en øget årlig gødsning med handelsgødning på 73.200 ton N. Hvis der tages udgangspunkt i en antaget gennemsnitlig kvælstofudnyttelse på 60 % af tilført N i handelsgødning (se afsnit 0) fås en stigning i høstet N på 44.000 ton N, således at den samlede årlige høstede mængde N efter ophævelse af normreduktionen bliver 315.800 ton N.

Ved stigende kvælstofudbytter vil den mængde kvælstof, der efterlades i jorden blive mindre, og dermed er der en mindre mængde N til rådighed for udvaskning. Det forudsættes her, at kvælstofgødsningen ligger på et niveau, hvor dette alene påvirker mængden af organisk N efterladt i jorden.

Marginaludvaskningen fra organisk bundet N vurderes at være ca. dobbelt så stor som fra tilført mineralsk N, der som gennemsnit for landet er fastsat til omkring 20 %. Derfor vurderes effekten på udvaskning fortsat som i Jensen et al. (2014) at være 30 til 50 % (med et gennemsnit på 40 %) af den øgende N-udbytte i afgrøden.

Stigningen i høstet N-mængde er beregnet for den 9-årige periode 2013 til 2021 under de ovennævnte forudsætninger om udvikling i høstet N-mængde. Dette giver et beregnet interval for stigning i årlig høstet N i 2021 på mellem 3.158 og 11.157 ton N. Ved en rodzoneeffekt på 30-50 % svarer dette en reduktion i N-udvaskningen på 947 til 5578 ton N. I tabel 11.1 er udbyttestigninger og rodzoneeffekter fordelt på hovedvandoplande i forhold til landbrugsarealets andel af det samlede landbrugsareal, opgjort for en arealanvendelse svarende til 2011 og en rodzoneeffekt på 40 %. Denne effekt på udvaskning inkluderer den langsigtede effekt af ændring i jordens organiske stofindhold, dvs. op til 50 år.

**Tabel 11.1.** Estimeret udbyttestigning og estimeret rodzoneeffekt (langtidseffekten) af udbyttestigninger over perioden 2013 til 2021, fordelt på 23 hovedvandoplande i forhold til landbrugsarealets fordeling i 2011.

Hovedopland	Areal- andel	Udbytte- stigning ton N	Rodzone- effekt ton N
1.1. Nordlige Kattegat	0.05	158-558	63-223
1.10. Vadehavet	0.11	347-1227	139-491
1.11. Lillebælt-Jylland	0.06	189-669	76-258
1.12. Lillebælt-Fyn	0.02	63-223	25-89
1.13. Odense Fjord	0.03	95-335	38-134
1.14. Storebælt	0.01	32-112	13-45
1.15. Sydfynske	0.02	63-223	25-89
1.2. Limfjorden	0.19	600-2120	240-848
1.3. Mariager Fjord	0.01	32-112	13-45
1.4. Nissum Fjord	0.04	126-446	51-179
1.5. Randers Fjord	0.07	221-781	88-312
1.6. Djursland	0.02	63-223	25-89
1.7. Århus Bugt	0.02	63-223	25-89
1.8. Ringkøbing Fjord	0.08	253-893	101-357
1.9. Horsens Fjord	0.02	63-223	25-89
2.1. Kalundborg	0.02	63-223	25-89
2.2. Isefjord og Roskilde Fjord	0.04	126-446	51-179
2.3. Øresund	0.01	32-112	13-45
2.4. Køge Bugt	0.02	63-223	25-89
2.5. Smålandsfarvandet	0.09	284-1004	114-402
2.6. Østersøen	0.03	95-335	38-134
3.0. Bornholm	0.01	32-112	13-45
4.0. Kruså	0.03	95-335	38-134
	1	3.158-11.157	1,263-4.463

## Afsnit 12: Vådområder

Naturstyrelsen har oplyst, at effekten af vådområdeindsatsen i 2021 vil andrage en reduktion i N-udledningen på ca. 1000 ton N. Dette er noget lavere end angivet i Jensen et al., 2014.



## Afsnit 13: Samlet revurdering af baseline fordelt på vandområder

**Tabel 13.1.** Fordeling af effekter på oplande (kun virkemidler m.m. med en effekt medtaget). De angivne størrelser (ton N) er de estimerede og dermed ikke et udtryk for sikkerheden på estimaterne. Negative tal afspejler en øget udvaskning.. \*Spændet afspejler fastlåst hhv. tilpasset norm. \*\* Fordeling på oplande modtaget fra Naturstyrelsen. Alle tal i ton N

Opland	Tilpasset norm	Fastlåst norm	Energi-afgrøder	Økologi	Miljøgodk.	N-deposition	Biogas*	Slæt	Udbytter	Samlet reduktion udvaskning	Vådområder**
1.1 Nordl. Kattegat	-568	-479	4-8	10-35	22	181	70-83	10-65	63-223	-208/138	0
1.2 Limfjorden	-2.187	-1.846	10-19	52-184	88	531	267-317	38-247	240-848	-961/388	471
1.3 Mariager Fjord	-127	-107	<1	7-23	6	40	16-19	2-16	13-45	-43/42	25
1.4 Nissum Fjord	-494	-415	3-5	17-61	17	114	54-64	7-42	51-179	-231/67	48
1.5 Randers Fjord	-716	-600	2-3	16-57	25	227	76-90	10-63	88-312	-272/181	41
1.6 Djursland	-170	-142	1-2	5-19	8	70	19-23	2-13	25-89	-40/82	0
1.7 Århus Bugt	-143	-120	<1	4-15	4	55	9-12	1-8	25-89	-45/63	0
1.8 Ringkøbing Fjord	-1.033	-866	7-12	38-133	37	244	113-134	15-94	101-357	-478/145	57
1.9 Horsens Fjord	-223	-189	<1	2-8	6	55	15-19	1-9	25-89	-119/-13	36
1.10 Vadehavet	-1.510	-1.273	4-7	49-170	70	311	170-202	28-181	138-491	-740/159	0
1.11 Lillebælt/Jylland	-736	-623	<1	12-43	19	166	50-62	5-29	76-258	-408/-46	85
1.12 Lillebælt/Fyn	-256	-216	<1	3-11	9	70	23-28	2-10	25-89	-124/1	18
1.13 Odense Fjord	-256	-215	1-2	4-13	7	83	22-27	2-10	38-134	-99/61	43
1.14 Storebælt	-112	-94	<1	2-7	6	38	8-10	1-4	13-45	-44/17	5
1.15 Sydfynske Øhav	-164	-137	<1	2-8	2	53	12-15	1-7	25-89	-69/37	26
2.1 Kalundborg	-158	-131	<1	6-21	2	69	11-14	1-10	25-89	-44/74	4
2.2 Isefjord/Roskilde Fjord	-318	-261	1-2	14-48	6	136	16-20	4-27	51-179	-90/157	41
2.3 Øresund	-51	-41	<1	6-21	0	57	2-3	2-11	13-45	29/96	0
2.4 Køge Bugt	-131	-107	<1	2-8	1	70	4-6	1-7	25-89	-28/74	0
2.5 Smålandsfarvand	-639	-526	1-2	7-24	15	241	31-39	3-21	114-402	-227/218	100
2.6 Østersøen	-213	-175	<1	4-14	4	76	9-11	1-7	38-134	-81/71	2
3.1 Bornholm	-130	-110	<1	2-8	5	41	11-14	1-9	13-45	-57/12	0
4.1 Kruså-Vidå	-410	-346	2-3	19-68	2	77	69-82	6-41	38-134	-197/61	0

Tabel 13.1 opsamler effekterne af de forskellige elementer i baseline fordelt på de 23 vandoplande. Den samlede effekt på udvaskningen er opgjort, så intervallet afspejler en best case – dvs. hvor øvre grænse for alle de positive virkemidler m.m. er valgt samtidig med en fastlåst norm. Dette giver i de fleste oplande en samlet positiv effekt (dvs. en reduceret udvaskning i 2021), mens den enkelte er negativ, dvs. en større udvaskning. Der er også lavet en worst case situation, hvor alle de nedre grænser for virkemidler m.m. er valgt samtidig med en årlig tilpasset norm. I den situation er den samlede effekt negativ for alle opland (på nær et enkelt), dvs. udvaskningen stiger. Det skal understreges, at effekten af vådområder ikke er indregnet i denne opgørelse.

Det bemærkes, at effekten i Jensen et al, 2014 var positiv for alle vandområder og i alle situationer (dvs. en reduceret udvaskning i 2021).

## Referencer

Anonym, 1998. Bekendtgørelse om jordbrugets anvendelse af gødning og om plantedække. BEK nr. 523 af 08/07 1998. Fødevarerministeriet. <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=87657> (tilgængeligt 12. oktober 2015).

Anonym, 2003. Vejledning og skemaer. Mark- og gødningsplan, gødningsregnskab, plantedække, harmoniregler, ændringer i ejer- og brugerforhold, 2003-2004. Planperioden 1. august 2003 til 31. juli 2004. Plantedirektoratet, juli 2003.

Anonym, 2004. Vejledning og skemaer. Gødningsplanlægning, gødningsregnskab, plantedække, harmoniregler, ændringer i ejer- og brugerforhold, 2004-2005. Planperioden 1. august 2004 til 31. juli 2005. Plantedirektoratet, juli 2004.

Anonym 2008. Vejledning om gødsknings- og harmoniregler. Planperioden 1. august 2007 til 31. juli 2008. Plantedirektoratet. Revideret april 2008.

Anonym 2014. Notat. Erhvervs- og Vækstministeriet. [http://mfvm.dk/fileadmin/user\\_upload/FVM.dk/Dokumenter/Landbrug/vaekst/katalog-med-faktaark-VPF-aftalen.pdf](http://mfvm.dk/fileadmin/user_upload/FVM.dk/Dokumenter/Landbrug/vaekst/katalog-med-faktaark-VPF-aftalen.pdf) (tilgængeligt 13. oktober 2015).

Anonym 2015a. Landmænd undgår krav om 60.000 hektar efterafgrøder. Nyhed publiceret 3. juli 2015, NaturErhvervstyrelsen, Miljø- og Fødevarerministeriet. <http://naturerhverv.dk/nyheder-og-presse/nyheder/nyhed/nyhed/landmaend-undgaar-krav-om-60000-hektar-efterafgroeder/> (tilgængeligt 13. oktober, 2015).

Anonym 2015b. Vejledning om gødsknings- og harmoniregler. Planperioden 1. august 2014 til 31. juli 2015. Revideret 10. februar 2015. [http://naturerhverv.dk/fileadmin/user\\_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Goedningsregnskab/Vejledning\\_om\\_goedsknings-\\_og\\_harmoniregler\\_nyeste.pdf](http://naturerhverv.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Landbrug/Goedningsregnskab/Vejledning_om_goedsknings-_og_harmoniregler_nyeste.pdf).

Berntsen, J., Petersen, B.M., Hansen, E.M., Jørgensen, U., Østergård, H., Grant, R. 2005. Eftervirkning af efterafgrøder. Notat til Planteavlsoverorientering nr. 07-550. [https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Afgroeder/Efterafgroeder/Sider/Notat\\_til\\_Planteavlsoverorientering\\_nr\\_07550.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/Planteavl/Afgroeder/Efterafgroeder/Sider/Notat_til_Planteavlsoverorientering_nr_07550.aspx) (tilgængeligt 13. oktober 2015 ved benyttelse af login).

Blicher-Mathiesen, G., Rasmussen, A., Rolighed, J., Andersen, H.E., Jensen, P.G., Wienke, J., Hansen, B. & Thorling, L. (2015) Landovervågningsoplande 2015. NOVANA. Institut for Bioscience, Aarhus Universitet og De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland. 150 s. (udkast).

Børgesen, Christen Duus, Poul Nordemann Jensen, Gitte Blicher-Mathiesen og Kirsten Schelde (editors) (2013). Udviklingen i kvælstofudvaskning og næringsstofoverskud fra dansk landbrug for perioden 2007-2011. Evaluering af implementerede virkemidler til reduktion af kvælstofudvaskning samt en fremskrivning af planlagte virkemidlers effekt frem til 2015. DCA rapport nr. 31, 153 s. Aarhus Universitet

Børgesen, C.D. m.fl. 2015: Opfølgning på Notat om tilbagerulning af tre generelle krav, Normreduktion, Obligatoriske efterafgrøder og forbud mod jordbearbejdning i efteråret. DCA notat (under udarbejdelse).

Dalgaard, T., Olesen, J.E., Petersen, S.O., Petersen, B.M., Jørgensen, U., Kristensen, T., Hutchings, N.J., Gyldenkerne, S. & Hermansen, J.E. (2011). Developments in greenhouse gas emissions and net energy use in Danish agriculture – How to achieve a CO<sub>2</sub>-neutral production? *Environmental Pollution* 159, 3193-3203.

Energistyrelsen (2014). Biogas i Danmark – status, barrierer og perspektiver. Energistyrelsen. [http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/undergrundforsyning/vedvarende-energi/bioenergi/biogas-taskforce/rapporter\\_taskforce/biogas\\_i\\_danmark\\_-\\_analyse\\_2014-final.pdf](http://www.ens.dk/sites/ens.dk/files/undergrundforsyning/vedvarende-energi/bioenergi/biogas-taskforce/rapporter_taskforce/biogas_i_danmark_-_analyse_2014-final.pdf)

Gislum, R., et al. (in prep). Changes in nitrogen fertilizer response of winter wheat and spring barley over time in Denmark.

Hansen, E.M., Thomsen, I.K. 2014. Bilag 3. Efterafgrøder: Revurdering af udvaskningsreducerende effekt. I Eriksen, J., Jensen, P.N., Jacobsen, B.H. (redaktører). Virkemidler til realisering af 2. generations vandplaner og målrettet arealregulering. DCA rapport nr. 52, side 241-254.

[http://naturerhverv.dk/fileadmin/user\\_upload/NaturErhverv/Filer/Indsatsomraader/Oekologi/Nyheder\\_og\\_baggrund/Oekologiske\\_afhoppere/](http://naturerhverv.dk/fileadmin/user_upload/NaturErhverv/Filer/Indsatsomraader/Oekologi/Nyheder_og_baggrund/Oekologiske_afhoppere/)

Hutchings, N.J., Nielsen, O.K., Dalgaard, T., Mikkelsen, M.H., Børgesen, C.D., Thomsen, M., Ellermann, T., Højbjerg, A.L., Mogensen, L., Winther, M. (2014). A nitrogen budget for Denmark; developments between 1990 and 2010, and prospects for the future. *Environ. Res. Lett.* 9, 115012.

Jacobsen, B.H., Laugesen, F.M., Dubgaard, A. & Bojesen, M. (2013). Biogasproduktion i Danmark – Vurderinger af drifts- og samfundsøkonomi. IFRO Rapport 220. Institut for Fødevarer- og Ressourceøkonomi, Københavns Universitet.

Jensen, P.J. (red.), Blicher-Mathiesen, G., Rasmusen, A., Vinther, F.V., Børgesen, C.D., Schelde, K., Rubæk, G., Sørensen, P., Olesen, J.E., Knudsen, L. 2014. Fastsættelse af baseline 2021. Effektivurdering af planlagte virkemidler og ændrede betingelser for landbrugsproduktion i forhold til kvælstofudvaskning fra rodzonen for perioden 2013-2021. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 76 s. – Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 43. <http://dce2.au.dk/pub/TR43.pdf>

Knudsen, 2015. Kvælstoffrigørelse fra jord og kvælstofoptagelse i vinterhvede over 25 år. Planteavlsoverretning. SEGES.

Kristensen, T., Kristensen, I.S., Hermansen, J.E. 2015. Kvantificering af produktion og ressourceeffektivitet i jordbruget – korn, mælk og svinekød. DCA Rapport nr. 55. 46 pp.

Møller, H.B. 2013. Konsekvens af skærpet udnyttelseskrav til afgasset husdyrgødning. Rapport udarbejdet af PlanEnergi for Miljøstyrelsen. 14. juni 2013. 10 pp.

Petersen, J., Haastrup, M., Knudsen, L. & Olesen, J.E. (2010). Causes of yield stagnation in winter wheat in Denmark. *DJF Report Plant Science* No 147.

Sørensen, P., Børgesen, C.D. (2015). Kvælstofudvaskning og gødningsvirkning ved anvendelse af afgasset biomasse. (Effects of anaerobic digestion of organic manures on nitrogen leaching and manure fertilizing effects). DCA rapport nr 65. 46 pp.  
<http://web.agrsci.dk/djfpublikation/index.asp?action=show&id=1203>

Ørum, J.E., Jensen, C.L., Andersen, J.M., Tvedegaard, N. 2011. Økologiske afhoppere. Notat udarbejdet til Fødevareministeriet, 29. november 2011. Fødevareøkonomisk Institut, KU.

# Bilag 1. Bestilling: Opdatering af baseline 2021. Bestilling fra Miljø- og Fødevareministeriet

## Baggrund

Der er behov for en vurdering af, hvilken indvirkning tilbagerulning af delelementer af den nuværende regulering, og seneste viden, vil have på baseline 2021. Endvidere er der behov for vurdering, en klar anbefaling og en eventuel opdatering i forhold til nye forudsætninger for fastsættelse af marginaludvaskning af kvælstof.

Aarhus Universitet udarbejdede i oktober 2014 en teknisk rapport, "Fastsættelse af baseline 2021, Effektvurdering af planlagte virkemidler og ændrede betingelser for landbrugsproduktion i forhold til kvælstofudvaskning fra rodzonen for perioden 2013-2021"

Der er i denne rapport lavet en analyse af den effekt, der i perioden 2013-2021 kan forventes af initiativer, som virkemidler til kvælstofreduktion, strukturudvikling m.m. i landbruget. Effekten er primært estimeret i forhold til kvælstofudvaskning, men sideeffekter på fosfortab, natur og klimagasser er ligeledes kort omtalt. Effekten i forhold til kvælstoftabet er estimeret som en effekt i rodzoneudvaskningen og ikke som en effekt til kystvandområderne.

I forbindelse med arbejdet med ny målrettet regulering, har NAER via myndighedsaftalen med Århus Universitet bestilt (april 2015):

*"I forbindelse med de økonomiske konsekvensberegninger af den nye målrettede regulering, er der behov for en beregning af hvilken effekt tilbagerulning af de generelle krav vil have i forhold udvaskningen af næringsstoffer.*

*I den forbindelse ønskes af AU at komme med et bud på hvor stor en kvælstofreducerende effekt de nuværende generelle krav har i forhold til baseline? Det drejer sig om følgende generelle krav:*

- Normreduktionen
- Obligatoriske efterafgrøder
- Forbud mod jordbearbejdning i efteråret
- Randzoner (DCE).

*Effekten af en tilbagerulning af de generelle krav ønskes beregnet på hovedoplande (23 stk.) og kystdeloplande ....."* Der findes i alt 89 kystdeloplande.

I beregningen anmodes Århus Universitet lægge til grund, at tilbagerulningen af reducerede kvælstofnormer gennemføres over en treårig periode fra og med 2015/16-høståret.

Århus Universitet, DCA, har overfor NAER oplyst, at man forventer at kunne levere svar på ovenstående bestilling i løbet af uge 37 (et svar som er afstemt med DCE). Dog ikke for randzoner, idet der her som følge af usikkerheder om effekten, har været prioriteret et notat specifikt herom.

I foreløbige svar til NaturErhvervstyrelsen har Århus Universitet anvendt en marginaludvaskning, som er forskellig fra tidligere estimater på 25-35 %.

Århus Universitet peger på, at det anvendte niveau for marginaludvaskning, fundet i forbindelse med udviklingen af NLES4-modellen, er baseret på et betydeligt større og mere varieret datasæt og den beregnede marginaludvaskning på 18 % ligger på samme niveau som fundet i internationale studier.

## Opgave

Der ønskes en opdatering af baseline med særlig fokus på kvælstofeffekten af udvalgte elementer. Det ønskes, at Århus Universitet kommer med en klar anbefaling i forhold til det mest opdaterede og holdbare estimat for marginaludvaskningen, og at dette lægges til grund, herunder at estimatet for marginaludvaskning anvendes tværgående, dvs. også for beregning af effekt af tilbagerulning af normreduktion, jf. tidligere bestilling.

Der skal redegøres for de konkrete nye forhold i forhold til en eventuel opdateret marginaludvaskningsfaktor.

Århus Universitet anmodes om at opgøre baselineeffekten i rodzone fordelt de 23 hovedvandoplande, idet Naturstyrelsen efterfølgende vil viderebearbejde tallene til kystdeloplande ved indregning af retention fra det opdaterede retentionskort. Der anmodes endvidere om, at opgørelsen fordeles på de enkelte år i perioden 2013-21.

Der anmodes om, at effekten på baseline af udfasning af reducerede gødningsnormer opgøres særskilt og, om muligt, på årsbasis.

Opgaven ønskes løst indenfor en tidshorisont på 2-3 uger fra den er stillet.

I tabel 1 er med gult angivet i de elementer i baseline, hvis kvælstofeffekter AU særligt skal revurdere:

<b>Virkemiddel</b>	<b>Areal Ha</b>
Reduktion i landbrugsareal (byudvikling mv.)	106.000
Randzoner <sup>1)</sup>	25.000
Energiafgrøder	1.200
Økologisk areal <sup>2)</sup>	120.000
Biogas	
MVJ	
Kvælstofdeposition <sup>3)</sup>	
Miljøgodkendelsesordning <sup>4)</sup>	475.000
Yderligere efterafgrøder	60.000
Slæt i stedet for afgræsning	8.000
Udvikling i udbytter mv. <sup>5)</sup>	
Ekstra vådområder	11.784

1. Randzoner (der kan angives et vurderet interval ud fra seneste viden)

2. Økologisk areal – der skal regnes på basis af både politisk fordoblingsmålsætning og forventet arealudvikling

3. N deposition – reduceret udvaskning sfa. en revurderet marginaludvaskning

4. Miljøgodkendelsesordning – der anvendes revurdering der er foretaget af AU for Miljøstyrelsen

5. Udvikling i udbytter – reduceret udvaskning sfa. en revurderet marginaludvaskning.

Det kan overvejes om vurderingen af 3. og 5. kan gøres ud fra forholdstal, idet niveauet for marginaludvaskning er revurderet i forhold til det niveau, der blev anvendt beregningerne til baselinerapporten fra 2014.

Der anmodes om en samlet anbefaling fra Århus Universitet.

Produktet leveres i notatform.

**Involverede:** Århus Universitet (DCE, DCA) Naturstyrelsen (bestiller), Miljøstyrelsen samt NaturErhvervstyrelsen. Århus inddrager SEGES i faglige beregninger i fornødent omfang

**Tidsfrist:** 2-3 uger fra bestillingen modtages af Århus Universitet, DCE

**Kontaktperson på bestillingen:** Peter Kaarup; Naturstyrelsen Kronjylland, pekje@nst.dk

## **Bilag 2. ”Uddybning af effekt af ophævelse af kvælstofposen i forbindelse med en opdatering af baseline 2021”. Supplerende bestilling fra Miljø- og Fødevarerministeriet**

I tilknytning til bestilling ” Opdatering af baseline 2021” og møde mellem MFVM og AU den 21. september 2015 har AU (Aarhus Universitet) ønsket en uddybning af konsekvenser for baseline, hvis der fastholdes en ”åben” kvælstofpose frem mod 2021 eller om den lukkes igen fra 2007.

Kvælstofposen anvendes i dag i forbindelse med beregning af de reducerede kvælstofnormer, således at der er et loft over den samlede nationale kvælstofgødningsmængde. Loftet over kvælstofposen (betegnes også som landekvoten) og blev indført i forbindelse med VMPIII. Det betyder, at den samlede kvælstofkvote ikke må overstige kvoten fra 2003/2004, korrigeret for afgrødesammensætningen.

Med et kommende lovforslag forventes de reducerede gødningsnormer udfaset, således at der fremadrettet vil kunne gødes økonomisk optimalt. Hermed vil det være nødvendigt at ophæve loftet over gødningsposen, der hidtil har sikret, at den samlede nationale gødningsmængde ikke overstiger niveauet for vækstsæson 2003/2004.

Da der løbende sker en stigning i afgrødeudbyttet, må det forventes, at der vil ske en løbende forøgelse af den økonomisk optimale gødningsmængde. Der er dog ikke taget konkret stilling hertil endnu og om man fremover vil introducere et loft over gødningsmængderne eller andre tiltag, der kan imødegå stigningen i gødningsmængderne. Dette vil ske i forbindelse med den konkrete udmøntning i en bekendtgørelse om de ændrede kvælstofnormer.

### **Bestilling**

Der ønskes AU’s revurdering af effekten opdelt på 23 hovedoplande af de elementer i baseline, der vil blive påvirket af en ophævelse af de reducerede gødningsnormer i 2016, dvs. en situation med økonomisk optimale gødningsnormer hhv. med et loft for den samlede gødningsmængde (svarende til gødningsmængden i sæson 2016/2017) og uden et loft. De økonomisk optimale normer forventes at skulle gælde fra vækstsæsonen 2016/2017.

I det følgende er der peget på de elementer som umiddelbart vurderes at blive påvirket af, om der er et gødningsloft for gødningsposen eller ej. AU bedes desuden vurdere om der er andre elementer, der vil blive påvirket af om der er loft og kvælstofposen eller ej, og i givet fald kvantificere en mulig effekt.

### **Effekt af faldende deposition**

Hvis gødningsnormer ophæves i 2016 og der ikke er nogen loft for posen, vil der kunne gødes til økonomisk optimum. En mindre atmosfærisk tilførsel af kvælstof på landbrugsjord må derfor forventelig blive modsvaret af en forøgelse af den økonomisk optimale mængde gødning. Dette må mindske den beregnede miljøeffekt af den faldende deposition og reducere effekten i vandmiljøet af den reducerede atmosfæriske deposition.



Hvis der derimod bibeholdes et loft over den samlede gødningspose svarende til at der gødes til økonomisk optimum i 2016, vil der ikke kunne tilføres mere gødning som kompensation for et faldende atmosfærisk bidrag.

### **Effekt af udviklingen i udbytter**

I baseline 2021 indgår der effekten af udbyttestigninger på 0,3 % pr. år eller en udbyttestigning på 3,06 kg N/ha for perioden 2012-2021, hvilket svarer til, at der samlet fraføres 7.428 tons N i 2021. Et øget udbytte må forventes at medføre en tilsvarende forøgelse af den økonomisk optimale mængde gødning. Dette må mindske den beregnede miljøeffekt af evt. stigende udbytter og reducere effekten i vandmiljøet. Såfremt loftet over gødningsmængder ophæves, må der derfor forventes en mindre eller ingen effekt af udviklingen i udbytter.

Hvis gødningsposen og loftet herover fastholdes svarende til at der gødes til økonomisk optimum i 2016, vil der ikke fremadrettet kunne tilføres mere kvælstof selv om der fraføres mere kvælstof som følge af stigende udbytter.”

## Bilag 3. Udviklingen i høstudbytter 1990-2014

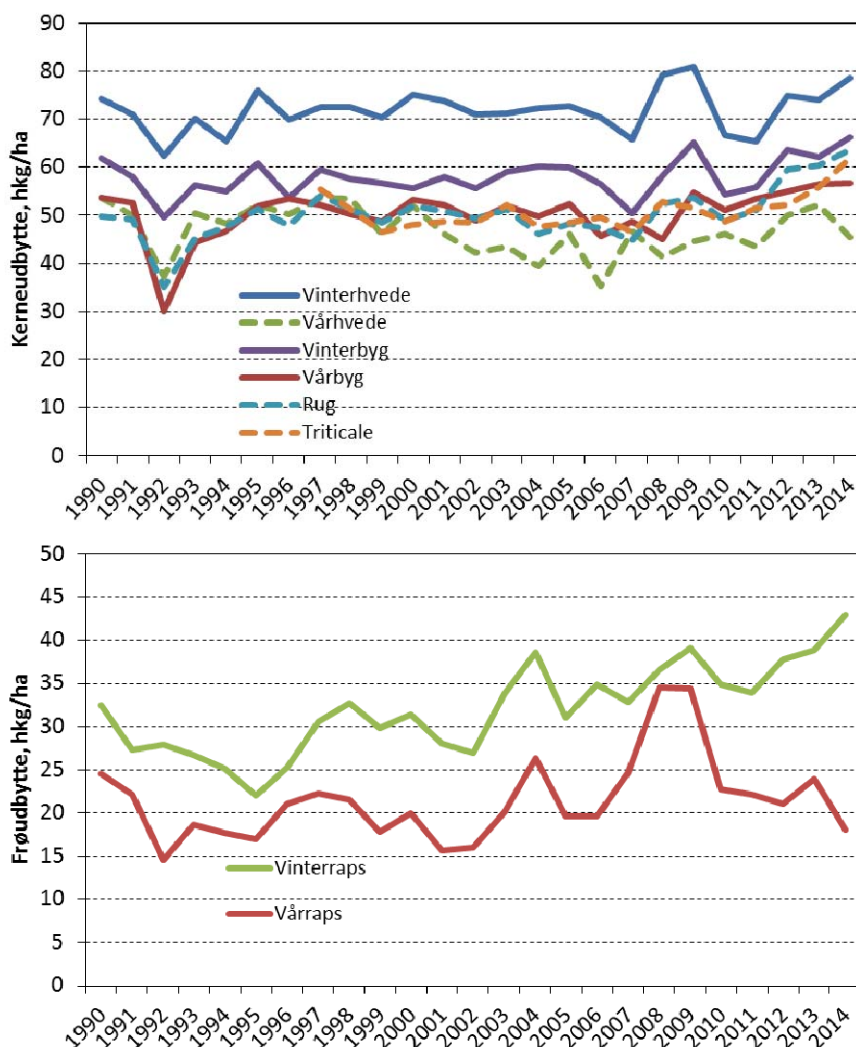
Finn P. Vinther, Christen D. Børgesen & Jørgen E. Olesen  
Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.

På grundlag af høstdata fra Danmarks Statistik (HST6 - Høstresultat efter afgrøde og enhed (1990-2014)) er der her foretaget en vurdering af udviklingen i høstudbytter for perioden 1990-2014. I første del beskrives udviklingen i høstudbytter på afgrødeniveau og i anden del beskrives udviklingen i det samlede gennemsnitlige høstudbytte på landsplan og den samlede mængde N, som på landsplan er høstet/fjernet med afgrøder.

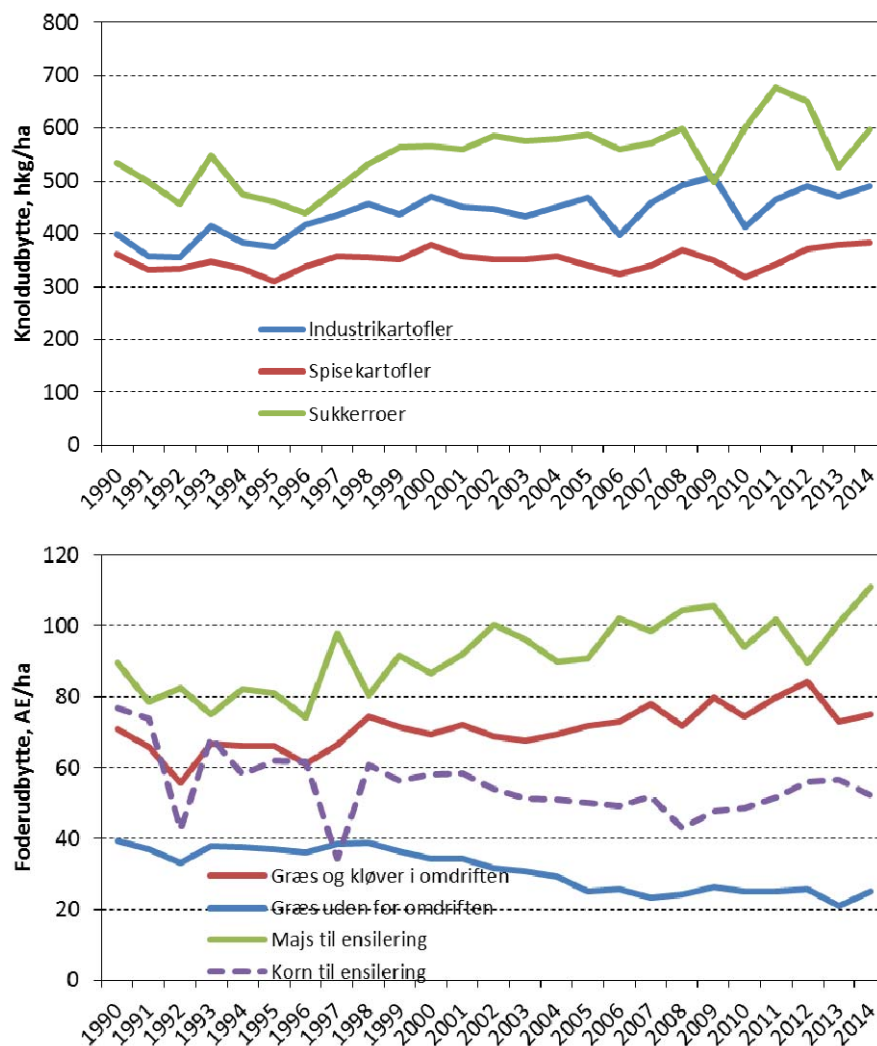
### Udviklingen i høstudbytter på afgrødeniveau

Figur 1 og 2 viser udviklingen i høstudbytter for de væsentligste afgrøder i perioden 1990-2014. Udbytter er angivet som handelsvare med de dertil knyttede vandprocenter, f.eks. 15 % i korn og 9 % i raps.

**Figur 1.** Kerne- og frøudbytter af korn (hkg/ha) og raps (hkg/ha) i perioden 1990-2014.



**Figur 2.** Udbytter af kartofler og sukkerroer (hkg/ha) og af foderafgrøder (Afgrodeenheder (AE)/ha) i perioden 1990-2014.



Det fremgår af figur 1 og 2, at der for afgrøder som raps, majs til ensilering, industri-kartofler, sukkerroer og kløvergræs er tale om stigende udbytter, og for korn til ensilering og græs uden for omdrift om faldende udbytter. For de øvrige afgrøder, herunder kornafgrøderne, er det vanskeligt at karakterisere udviklingen, idet der i visse perioder er tale om stigende udbytter og i andre om faldende - afhængig af hvilken periode, der lægges til grund.

I Tabel 1 er resultater vist per afgrøde, hvor der på grundlag af data vist i figur 1 og 2 er beregnet udbyttetrends for de to delperioder 1990-2004 og 2005-2014, og for hele perioden 1990-2014, samt estimerede udbytter i starten og slutningen af den pågældende periode under antagelse om en lineær udvikling, således at den procentvise ændring pr. år kan beregnes. Der skal bemærkes at de enkelte interpolerede værdier (estimerede udbytter) i tabellen varierer for de samme år afhængig af hvilke års udbytter der indgår i trendanalysen. Eksempelvis kan der for vinterhvede beregnes en trend i perioden 1990-2004, der giver et estimeret udbytte på 69,5 hkg/ha i 1990 og 72,8 hkg/ha i 2004, hvilket svarer til en udbyttetigning på 0,34 pct. pr. år i denne periode. Tilsvarende kan der beregnes en udbyttetigning på 0,58 pct. pr. år i perioden 2005-2014 og en samlet udbyttetigning på 0,25 pct. pr. år i hele perioden 1990-2014. Dette synes at være i overensstemmelse med opgørelser af Petersen et al. (2010), hvor det blev beregnet, at hvedeudbyttet er steget med 3.1 hkg/ha i perioden 1990-2006, svarende til en stigning på 0,2-0,3 pct. pr. år.

Betragtes de beregnede udbyttetrends for hele perioden 1990-2014 vil man se at for alle væsentlige afgrøder er der tale stigninger, varierende fra svage stigninger for havre og spisekartofler til 2,43 pct. pr. år for vinterraps. For de mindre betydende afgrøder som vårhvede, markært, lucerne, korn til ensilering og græs uden for omdrift beregnes faldende udbytter, med det største fald på 2,16 pct. pr. år i græs uden for omdrift.

**Tabel 1.** Trends i høstudbytter per afgrøde (Pct. ændring pr. år) beregnet på basis af to delperioder 1990-2004 og 2005-2014, samt hele perioden 1990-2014. Se tekst ovenfor for yderligere forklaring.

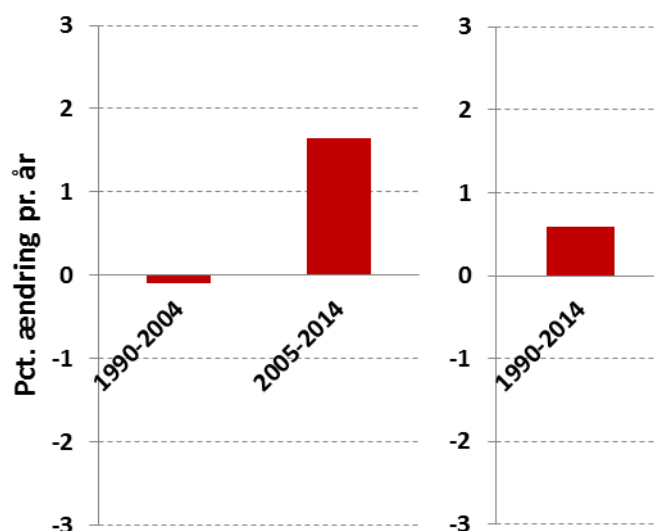
	Estimeret udbytte:		Udbyttetrend, pct. ændring pr. år: <b>1990-2004</b>	Estimeret udbytte:		Udbyttetrend, pct. ændring pr. år: <b>2005-2014</b>	Estimeret udbytte:		Udbyttetrend, pct. ændring pr. år: <b>1990-2014</b>
	1990	2004		2005	2014		1990	2014	
Vinterhvede, hkg/ha	69,5	72,8	0,34	71,0	74,7	0,58	69,8	73,9	0,25
Vårhvede, hkg/ha	51,1	44,6	-0,90	41,4	48,9	2,01	49,2	44,3	-0,42
Rug, hkg/ha	46,3	51,0	0,72	44,9	61,1	3,99	45,1	55,6	0,97
Triticale, hkg/ha				46,8	57,0	2,42	45,9	53,7	0,70
Vinterbyg, hkg/ha	56,4	57,9	0,18	55,3	63,2	1,57	55,6	60,4	0,36
Vårbyg, hkg/ha	46,7	51,9	0,80	47,3	56,5	2,16	47,6	53,5	0,51
Havre og blandsæd, hkg/ha	45,3	52,3	1,11	42,4	50,4	2,09	47,5	48,1	0,06
Vinterraps, hkg/ha	26,1	32,3	1,69	32,3	40,3	2,77	24,8	39,3	2,43
Vårraps, hkg/ha	19,6	19,8	0,09	25,5	22,7	-1,21	18,6	24,3	1,27
Markærter, hkg/ha	38,8	35,7	-0,58	30,8	37,8	2,51	36,1	34,9	-0,14
Læggekartofler, hkg/ha	255,0	312,8	1,62	278,7	309,5	1,23	267,6	308,3	0,63
Industrikartofler, hkg/ha	373,1	464,5	1,75	446,4	484,4	0,94	423,1	476,2	0,52
Spisekartofler, hkg/ha	336,5	359,1	0,48	328,3	374,9	1,58	338,6	360,1	0,26
Sukkerroer, hkg/ha	472,3	575,2	1,56	571,3	602,1	0,60	509,1	607,9	0,81
Fodersukkerroer, hkg/ha	622,7	691,0	0,78	695,7	638,5	-0,91	646,1	675,8	0,19
Lucerne, AE/ha	75,3	77,3	0,19	69,9	70,3	0,06	86,4	66,9	-0,94
Majs til ensilering, AE/ha	78,9	94,1	1,37	96,9	102,9	0,69	79,3	104,4	1,32
Korn til ensilering, AE/ha	65,6	50,0	-1,70	47,5	53,8	1,49	51,8	51,6	-0,02
Græs og kløver i omdriften, AE/ha	64,5	70,5	0,67	73,9	78,1	0,63	63,5	78,3	0,97
Græs uden for omdriften, AE/ha	38,9	32,0	-1,27	25,2	24,1	-0,50	43,5	21,0	-2,16

### Udviklingen i det samlede gennemsnitlige udbytt niveau

Figur 3 viser udbyttetrends beregnet for de to delperioder 1990-2004 og 2005-2014, og for hele perioden 1990-2014. Opdelingen er foretaget for at inkludere perioden 2005-2014, hvor N-gødskningen var nogenlunde konstant og hvor arealanvendelsen opgøres ud fra ensartede principper, idet der efter indførelse af enkeltbetalingsordningen i 2005 skete ændringer i afgrødefordelingen. Datagrundlaget for analysen er det samlede gennemsnitlige tørstofudbytte pr. ha, dvs. det samlede udbytte i mio. kg af de i tabel 1 viste afgrøder, divideret med det samlede areal af de pågældende afgrøder.

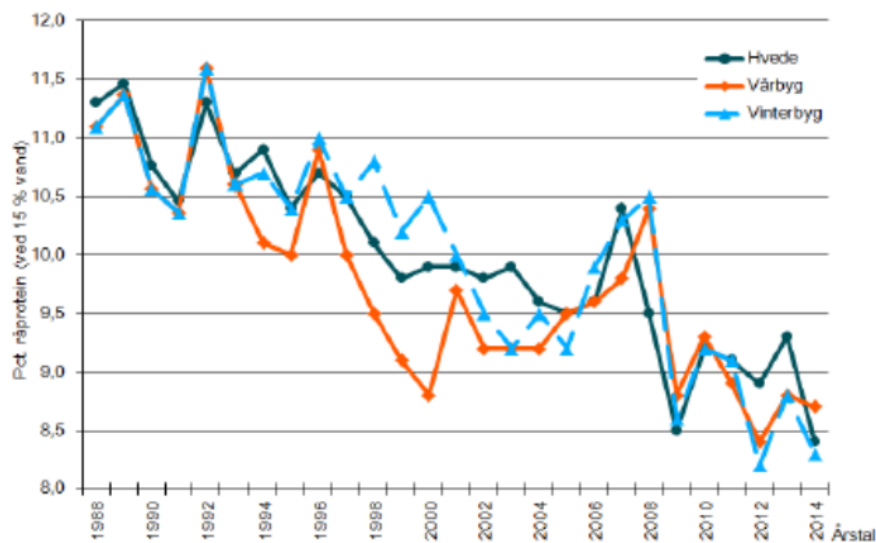
Overordnet set har der været tale om uændrede udbytter i 1990-2004 og en stigning i 2005-2014 svarende til 1,6 pct. pr. år. For hele perioden 1990-2014 er den gennemsnitlige stigning beregnet til 0,6pct. pr. år.

**Figur 3.** Trends i samlede tørstofudbytter (Pct. ændring pr. år), beregnet på basis af de to delperioder 1990-2004 og 2005-2014, og hele perioden 1990-2014.



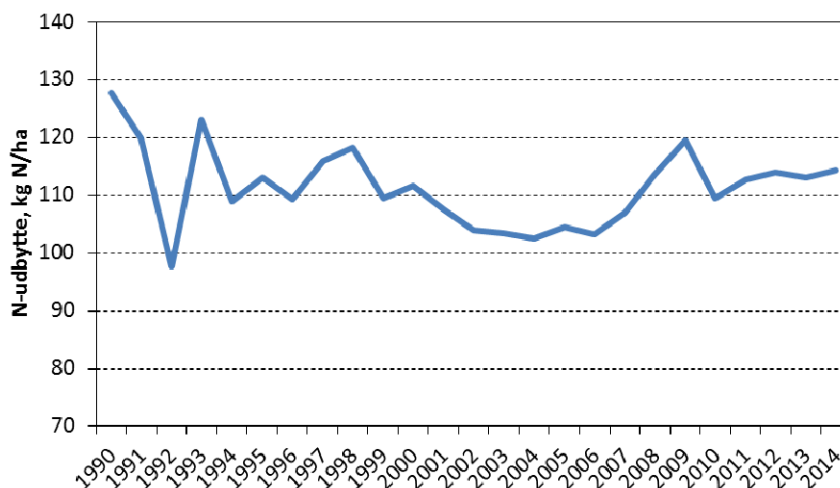
Ved beregning af kvælstofbalancer er det relevant at tage hensyn til eventuelle ændringer i afgrødernes N-indhold. I figur 4 er vist indhold af råprotein i hvede, vårbyg og vinterbyg i perioden 1988-2014. Det ses at indholdet af råprotein i denne periode er faldet fra ca. 11,5 til ca. 8,5 pct., svarende til et fald i N-indholdet på ca. 0,5 pct.-point N. Der er betydelige år-til-år forskelle, men rent visuelt synes faldet i proteinindholdet at være mest markant i den første halvdel af perioden. For mange grovfoderafgrøder er der anvendt faste standardtal for hele perioden da ingen andre data var tilgængelige. I den sidste halvdel af perioden skete først en stigning, hvorefter der i løbet af to år igen skete et markant fald i proteinindholdet.

**Figur 4.** Indhold af råprotein i hvede, vårbyg og vinterbyg i perioden 1988-2014. Fra Møller og Sloth (2014).

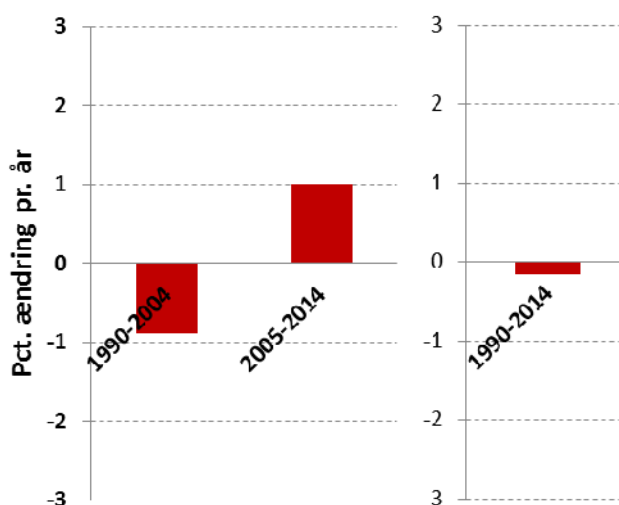


På samme måde som i figur 3 er der i figur 6 vist udbyttetrends for delperioder og hele perioden 1990-2014, men her beregnet ud fra N-udbytter, hvor datagrundlaget er "høstet N" fra de nationale markbalancer (Blicher-Mathiesen et al. 2015), som vist i figur 5 herunder.

**Figur 5.** Samlet N-udbytte (kg N/ha) i perioden 1990-2014, jf. de nationale markbalancer (Blicher-Mathiesen et al. 2015).



**Figur 6.** Trends i N-udbyttet (Pct. ændring pr. år), beregnet på basis af de to delperioder 1990-2004 og 2005-2014, og hele perioden 1990-2014.



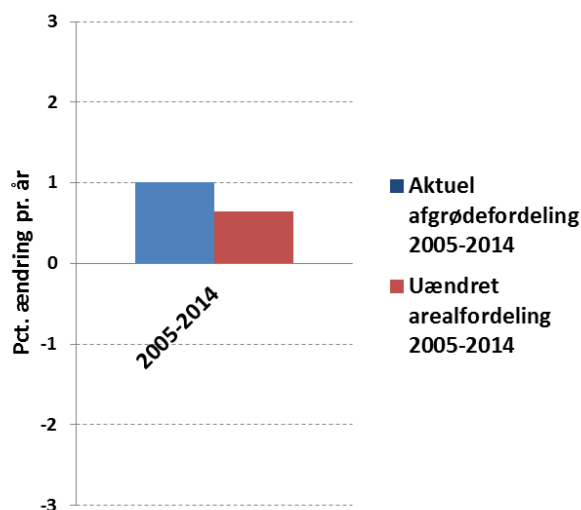
Af figur 3 fremgik det, at der i perioden 1990-2004 var tale om uændret udbytte, men som følge af faldende proteinindhold i afgrøderne (figur 4) resulterer det i faldende N-udbytte i 1990-2004 (-0,9 pct. pr. år), jf. figur 6. Der har, som det fremgår af figur 6, overordnet set været tale om faldende trend 1990-2004 og en stigende trend i 2005-2014 (1,0 pct. pr. år), således at den samlede trend for hele perioden 1990-2014 resulterer i svagt faldende trend i det samlede N-udbytte på 0,2 pct. pr. år. Det fremgår af figur 5 at årsagen til de tilsyneladende forskelle i trends mellem 1990-2004 og 2005-2014 skyldes relativt lave udbytte i årene 2002-2006.

### Betydning af afgrødefordeling

Det er vigtigt at analysere årsagen til udbyttetigningen der ses i figur 3 og figur 6 for perioden 2005-2014, sammenlignet med perioden 1990-2004. I løbet af de senere år er der sket en udvikling i arealanvendelsen, som vil have betydning for det samlede udbytte niveau. Eksempelvis er der i perioden 2005-2014 sket en stigning i arealet med majs på ca. 50.000 ha og græs i omdrift på ca. 90.000 ha. Til gengæld er der sket et tilsvarende fald i arealet med andre afgrøder, bl.a. triticale, rodfrugter, ærter og korn til ensilering. Men da der er et større N-udbytte i majs og græs end i de andre afgrøder, vil det have betydning for udbytte-trenden, og en væsentlig del af N-udbyttetigningen i perioden 2005-2014, svarende til 1,0 pct. pr. år (figur 6) skyldes at arealet med græs og majs er steget i denne periode.

For at vurdere betydningen af afgrødefordeling for udbyttetrends er der til sammenligning med den aktuelle afgrødefordeling beregnet en trend ved uændret afgrødefordeling (figur 7). N-udbyttetigningen ved aktuel og uændret afgrødefordeling er beregnet til hhv. 1,0 og 0,6 pct. pr. år. Perioden 2005-2014 er valgt, idet der efter indførelse af enkeltbetalingsordningen i 2005 er sket væsentlige ændringer i afgrødefordelingen.

**Figur 7.** Trends i N-udbytter (Pct. ændring pr. år), beregnet ved aktuel og uændret afgrødefordeling for perioden 2005-2014.



### Betydning af ændret proteinindhold

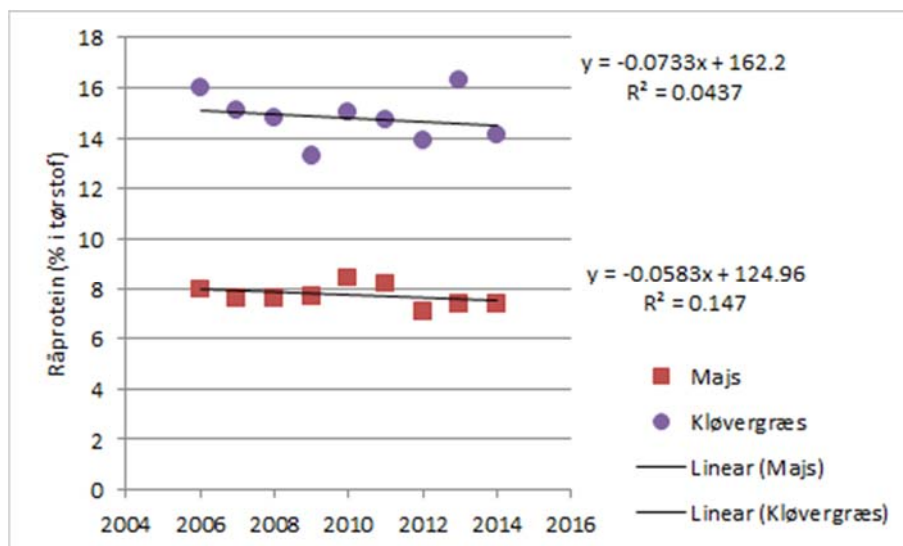
Der er for kornafgrøderne konstateret et jævnt faldende proteinindhold over tid (figur 4), som betyder at et årligt fald i afgrødernes kvælstofindhold på ca. 0,9 %, hvilket klart overstiger udbyttetigningerne i perioden 0,3, 0,4 og 0,5 % i henholdsvis vinterhvede, vinterbyg og vårbyg. For perioden 2005 til 2014, hvor der ikke har været ændringer i normsystemet, ligger stigningen i kornudbytter på 0,6, 2,1 og 2,1 for henholdsvis vinterhvede, vinterbyg og vårbyg (tabel 1). På tværs af alle kornarter har der i denne periode været en stigning i tørstofudbytter på 1,1 %, hvilket stort set svarer til faldet i proteinprocenten. Der kan således ikke for korn konstateres noget stigende kvælstofudbytte over tid. For hele perioden fra 1990 til 2014 er der et lille fald, mens der er uændret høstet kvælstof over perioden 2005 til 2014.

I opgørelsen af det samlede nationale N-udbytte i figur 5 er der ikke for andre afgrøder end korn korrigeret for ændret kvælstofindhold i de høstede afgrøder over tid siden 2005. Der har dog for grovfoderafgrøderne majs og kløvergræs (første slæt) i foderanalyser kunnet konstateres et fald i proteinindholdet på henholdsvis 0,8 og 0,5 % årligt over perioden 2006 til 2014 (figur 8). Dette svarer nogenlunde til den årlige vækst i tørstofudbytter i perioden (tabel 1). Det er derfor sandsynligt at den estimerede stigning i N-udbytter for alle afgrøder i perioden 2005-2014 er overvurderet.

Da der hverken for kornafgrøder eller grovfoderafgrøder kan konstateres en stigning i kvælstofudbytter når ændringer i både tørstofudbytte og proteinprocent tages i betragtning, må det som udgangspunkt forventes at stigningen i kvælstofudbyttet med uændret arealanvendelse har været ganske beskedne i perioden 2005-2014. Der er dog knyttet store usikkerheder til estimatet, da perioden er forholdsvis kort set i forhold til store årlige variationer. Den årlige vækst i N-udbytter skønnes således at ligge i intervallet 0 til 0,3 %.



**Figur 8.** Trends i proteinindhold i grovfoderafgrøderne majs og kløvergræs (første slæt) (data fra LandbrugsInfo).



## Konklusioner

- Udbyttetrenden i pct. ændring pr. år varierer afhængig af hvilken periode der lægges til grund for beregningen.
- Der er betydelige forskelle mellem afgrøder, med udbyttetrends varierende fra -2,2 pct. pr. år for græs udenfor omdrift til +2,4 pct. pr. år for vinterraps.
- Den overordnede trend for høstudbytter viser uændrede udbytter i perioden 1990-2004 og en gennemsnitlig stigning på 1,6 pct. pr. år i 2005-2014, og at der for hele perioden 1990-2014 har været en gennemsnitlig stigning på ca. 0,6 pct. pr. år.
- Den overordnede trend for N-udbytter viser et gennemsnitligt fald på 0,9 pct. pr. år i perioden 1990-2004 og en gennemsnitlig stigning på 1,0 pct. pr. år i 2005-2014, og at der for hele perioden 1990-2014 har været et gennemsnitligt fald på 0,2 pct. pr. år.
- Ændringer i arealudnyttelsen har afgørende betydning for den beregnede trend. Således kan der for perioden 2005-2014 beregnes en udbyttetrend svarende til en stigning på 1,0 pct. pr. år ved den aktuelle afgrødefordeling i de enkelte år og en stigning på 0,6 pct. pr. år, hvis der antages at være samme afgrødefordeling i alle år.
- Stigningen i N-udbytterne i den nationale opgørelse er formentlig overestimeret, da analyser af N-indhold i grovfoderafgrøder viser et muligt fald over de seneste år, hvilket indikerer at N-udbytterne samlet set har ligget med en årlig stigning mellem 0 og 0,3 % i perioden 2005 til 2014.

## Referencer

Blicher-Mathiesen, G., Rasmussen, A., Rolighed, J., Andersen, H.E., Jensen, P.G., Wienke, J., Hansen, B. & Thorling, L. (2015) Landovervågningsoplande 2015. NOVANA. Institut for Bioscience, Aarhus Universitet og De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland. 150 s. (udkast).

Møller, S. & Sloth, N.M. (2014) Næringsindhold i korn fra høsten 2014. Videncentret for Svineproduktion.

Petersen, J., Hastrup, M., Knudsen, L. & Olesen, J.E. (2010) Causes of yield stagnation in winter wheat in Denmark. DJF Report Plant Science 147.



[Tom side]

## REVURDERING AF BASELINE

Der er i denne revurdering af baseline taget hensyn til forventede ændringer, som vil kunne påvirke baseline. Her kan nævnes ophævelse af de ekstra efterafgrøder, normreduktion m.m.

Opgaven er bestilt løst ved to scenarier for kvælstofnormen, hvor kvælstofnormen i begge tilfælde øges til det økonomisk optimale i 2016/17:

A: En årlig tilpasning af den økonomisk optimale norm i årene efter 2016/17 (årlig tilpasset norm).

B: En fastlåst kvælstofnorm på økonomisk optimalt niveau, men fastlåst på niveau 2016/17 (fastlåst norm).

I denne revurdering vil baseline stort set være negativ for begge scenarier, med værdier mellem 350 og -4.300 ton N for situationen med en årlig tilpasset kvote, og med værdier mellem 1.800 og -3.000 ton N for en situation med en fastlåst kvote.