



# FASTSÆTTELSE AF BASELINE 2021

Effektvurdering af planlagte virkemidler og ændrede betingelser for landbrugsproduktion i forhold til kvælstofudvaskning fra rodzonen for perioden 2013-2021

---

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 43

2014



AARHUS  
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

*[Tom side]*

# FASTSÆTTELSE AF BASELINE 2021

Effektvurdering af planlagte virkemidler og ændrede betingelser for landbrugsproduktion i forhold til kvælstofudvaskning fra rodzonen for perioden 2013-2021

---

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 43

2014

Poul Nordemann Jensen<sup>1</sup> (redaktør)

Gitte Blicher-Mathiesen<sup>1</sup>

Anton Rasmussen<sup>1</sup> (afsnit 4.7)

Finn Pilgaard Vinther<sup>2</sup>

Christen Duus Børgesen<sup>2</sup>

Kirsten Scheldø<sup>2</sup>

Gitte Rubæk<sup>2</sup> (afsnit 5)

Peter Sørensen<sup>2</sup> (afsnit 4.5)

Jørgen E. Olesen<sup>2</sup> (afsnit 4.12 og 7)

Leif Knudsen<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> Aarhus Universitet, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

<sup>3</sup> Videncentret for Landbrug



# Datablad

Serietitel og nummer:	Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 43
Titel:	Fastsættelse af baseline 2021
Undertitel:	Effektvurdering af planlagte virkemidler og ændrede betingelser for landbrugsproduktion i forhold til kvælstofudvaskning fra rodzonen for perioden 2013-2021
Forfattere:	Poul Nordemann Jensen <sup>1</sup> (redaktør), Gitte Blicher-Mathiesen <sup>1</sup> , Anton Rasmussen <sup>1</sup> (afsnit 4.7), Finn Pilgaard Vinther <sup>2</sup> , Christen Duus Børgesen <sup>2</sup> , Kirsten Schelde <sup>2</sup> , Gitte Rubæk <sup>2</sup> (afsnit 5), Peter Sørensen <sup>2</sup> (afsnit 4.5), Jørgen E. Olesen <sup>2</sup> (afsnit 4.12 og 7) & Leif Knudsen <sup>3</sup>
Institutioner:	<sup>1</sup> Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, <sup>2</sup> Aarhus Universitet, DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug & <sup>3</sup> Videncentret for Landbrug
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	<a href="http://dce.au.dk">http://dce.au.dk</a>
Udgivelsesår:	Oktober 2014
Redaktion afsluttet:	August 2014
Faglig kommentering:	Arbejds- og Styringsgruppen
Kvalitetssikring, centret:	Susanne Boutrup
Finansiel støtte:	Naturstyrelsen
Bedes citeret:	Jensen, P.J. (red.), Blicher-Mathiesen, G., Rasmussen, A., Vinther, F.V., Børgesen, C.D., Schelde, K., Rubæk, G., Sørensen, P., Olesen, J.E. & Knudsen, L. 2014. Fastsættelse af baseline 2021. Effektvurdering 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 <a href="http://dce2.au.dk/pub/TR43.pdf">http://dce2.au.dk/pub/TR43.pdf</a>
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten beskriver de reguleringer, udviklinger m.m., som forventes at ske indenfor landbruget frem til 2021. Det drejer sig om politiske initiativer som f.eks. øget økologisk produktion eller øget bioforgasning, reguleringer som f.eks. randzoner eller den generelle forventede udvikling i landbruget. Der er for hvert område estimeret en kvælstofeffekt samt beskrevet sideeffekter i form af effekt på fosfortab, natur samt klima. Samlet set forventes de beskrevne elementer at reducere rodzoneudvaskningen af kvælstof med 14.000-18.000 ton kvælstof i 2021. Resultatet af denne baseline forventes indarbejdet i de kommende vandområdeplaner.
Emneord:	Baseline, kvælstofudvaskning, vandplaner
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Susanne Boutrup
ISBN:	978-87-7156-089-3
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	76
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som <a href="http://dce2.au.dk/pub/TR43.pdf">http://dce2.au.dk/pub/TR43.pdf</a>

# Indhold

<b>1</b>	<b>Resume</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Indledning, definition af baseline</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Forudsætninger, usikkerheder, forbehold m.m. for analysen</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Kvælstofeffekter af virkemidler, strukturudviklinger m.m.</b>	<b>11</b>
4.1	Teknisk justering af normsystem	11
4.2	Randzoner	12
4.3	Energiafgrøder	15
4.4	Udvikling i økologisk areal	17
4.5	Biogas	19
4.6	MVJ ordninger m.m. samt Greening	21
4.7	Miljøgodkendelser	22
4.8	Kvælstofdeposition	24
4.9	Vådområder	27
4.10	Efterafgrøder	29
4.11	Slæt i stedet for afgræsning	31
4.12	Udbyttestigninger, markbalance m.m.	34
4.13	Samlet opgørelse af baseline 2021 på landsplan og fordelt på hovedvandområder.	37
<b>5</b>	<b>Effekter på fosfortab</b>	<b>38</b>
5.1	Teknisk justering af normsystem	38
5.2	Randzoner	39
5.3	Energiafgrøder	39
5.4	Udvikling i økologisk areal	40
5.5	Biogas	40
5.6	Husdyrgodkendelser	40
5.7	Vådområder	41
5.8	Efterafgrøder	42
5.9	Udvikling i udbytter	42
5.10	Slæt i stedet for afgræsning	42
<b>6</b>	<b>Effekter på natur</b>	<b>43</b>
6.1	Teknisk justering af normsystem	43
6.2	Randzoner	43
6.3	Energiafgrøder	43
6.4	Udvikling i økologisk areal	44
6.5	Biogas	44
6.6	MVJ ordninger m.m.	44
6.7	Husdyrgodkendelser	44
6.8	Vådområder	45
6.9	Efterafgrøder	45
6.10	Udvikling i udbytter	45
6.11	Slæt i stedet for afgræsning	45

<b>7</b>	<b>Effekter i forhold til klima</b>	<b>46</b>
7.1	Metode og emissionsfaktorer	46
7.2	Teknisk justering af normsystemet mht. nedgang i dyrket areal	46
7.3	Randzoner	47
7.4	Energiafgrøder	47
7.5	Økologisk areal	47
7.6	Bioforgasning	47
7.7	MVJ-ordninger	48
7.8	Miljøgodkendelser	48
7.9	Kvælstofdeposition	48
7.10	Efterafgrøder	48
7.11	Slæt i stedet for afgræsning	49
7.12	Udbyttestigninger	49
7.13	Vådområder med kvælstofeffekt	49
7.14	Samlet effekt	49
<b>8</b>	<b>Referencer</b>	<b>50</b>
	<b>Bilag:</b>	<b>53</b>
Bilag 1:	Arealsammensætningen i 2021 vurderet på baggrund af historiske data	54
Bilag 2:	Udviklingen i høstudbytter 1990-2012	58
Bilag 3:	Opgørelse af randzoneeffekt på oplande	65
Bilag 4:	Baggrundsdata for beregning af teknisk justering	68
Bilag 5:	Beregninger vedrørende effekter af bioforgasning på N udvaskning	70
Bilag 6:	Data for beregning og fordeling af de ekstra 60.000 ha efterafgrøder	75
Bilag 7:	Detaljeret opgørelse af effekt af vådområder	76

# 1 Resume

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.

Baseline indeholder effekterne af f.eks. udtagning af jord til infrastruktur (teknisk justering), randzoner, ekstra efterafgrøder samt politisk målsatte initiativer som udvikling i økologisk areal, bioforgasning eller reduktion kvælstofemissioner. Hertil kommer forventet udvikling i landbrugserhvervet bl.a. som følge af forædling m.m. Se tabel 1.1. for de elementer, som indgår.

Derimod indgår ikke reguleringer m.m., som er gennemført fuldt ud forud for 2013, f.eks. efterafgrødekrav på 10 hhv. 14 %, forbud mod jordbearbejdning om efteråret eller reduktioner i normer.

Den her estimerede effekt på kvælstofudvaskningen er den baseline, som forventes indregnet i de kommende vandplaner og indgå i vurderingen af det eventuelle indsatsbehov.

Effekten i forhold til kvælstoftabet er estimeret som en effekt i rodzoneudvaskningen og ikke en effekt i vandmiljøet, som i den første baselineopgørelse fra 2011. Resultaterne fra de to baseline opgørelser kan derfor ikke umiddelbart sammenlignes.

**Tabel 1.1.** Kvælstofeffekter af virkemidler, strukturændringer m.m. på landsplan. \* Estimeret ud fra den politiske målsætning. \*\*Angiver ændring i areal 2013-2021.

Virkemiddel m.m.	Areal ha**	Rodzoneeffekt i 2021 ton N	
		Min.	Max.
Teknisk justering	106.000	5.300	5.300
Randzoner	Ca. 25.000	1.100	1.100
Energiafgrøder	1.200	34	65
Økologisk areal *	120.000	1.200	2.040
Bioforgasning *	Ikke relevant	-	-
MVJ ordninger	0	0	0
Miljøgodkendelser, areal	475.000	900	900
Kvælstofdeposition*	Ikke relevant	3.300	3.300
Efterafgrøder	60.000	2.000	2.000
Slæt i stedet for afgræsning*	8.000	68	438
Udvikling i udbytter m.m.	Ikke relevant	0	3.000
Total for hele landet, udvaskning		13.902	18.123

Af tabel 1.1 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 opgørelserne i tabel 1.1 gengives de estimater vedr. økologisk areal (og dermed også slæt i stedet for afgræsning), deposition og bioforgasning, som fremkommer ud fra de politiske målsætninger for området. Arbejdsgruppen bag rapporten har i den sammenhæng ikke vurderet, hvorvidt de politiske

målsætninger kan forventes at være opfyldt i 2021. Endvidere indgår foreløbige estimater af effekten af efterafgrøder og randzoner, jf aftalen om Vækstplan for Fødevarer.

Effekterne af gennemførte vådområder (i alt ca. 1.365 ton N i 2021 for alle ordningerne) i perioden 2013-21 er ikke medtaget i tabel 1.1, idet effekten af vådområder primært er direkte til overfladevand og ikke på rodzoneudvaskning.

Videncentret for Landbrug (VfL) forventer samlet set en lidt større reduktion i kvælstofudvaskningen fra rodzonen end angivet i tabel 1.1. VfL mener, at effekten af faldende deposition på udvaskningen fra rodzonen er undervurderet med ca. 3.000 ton, fordi der i rapporten kun regnes med en marginaludvaskning på 40 pct. af kvælstof afsat ved deposition, selv om afsætningen af kvælstof sker hele året. Desuden mener VfL, at udviklingen i dyrkningsteknologi vil betyde en forøgelse af den indhøstede kvælstofmængde og et deraf afledet fald i kvælstofudvaskningen fra rodzonen på ca. 2.900 ton N mere end den maksimale reduktion angivet af AU. VfL's skøn er baseret på en stigning i kvælstofbortførslen på 0,3 pct. pr. år og, at 60 pct. af den forbedrede balance vil slå igennem som en lavere udvaskning. Til gengæld er VfL af den opfattelse, at effekten af ekstra efterafgrøder er overvurderet med ca. 1.000 ton, fordi efterafgrøder specielt på lerjord med begrænset tilførsel af husdyrgødning kan erstattes af vintersæd uden en forøgelse af udvaskningen. VfL er også af den opfattelse, at effekten af randzoner er overvurderet, fordi der ikke er taget hensyn til denitrifikation i bunden af rodzonen.

Samlet set skønner VfL, at udvaskningen vil falde ca. 4.900 ton kvælstof mere end angivet i tabel 1.1.

En fremskrivning på 8-9 år af udviklinger m.m. kan ændre sig undervejs – bl.a. som følge af kommende politiske initiativer (både danske og internationale), markedsændringer eller ny viden. Arbejdsgruppen mener derfor, 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 baseline 2021, ændres væsentligt.

Der er desuden nogle forventede indsatser i de kommende år, som ikke er indregnet, idet omfang, arealpåvirkning m.m. ikke er endeligt kendt. Det drejer sig om f.eks. Naturfonden eller Greening. Når disse indsatser er nærmere kendte, må der estimeres en effekt af disse, som så på det tidspunkt kan indgå i baseline.

Effekterne af virkemidler m.m. på naturforholdene er væsentligst knyttet til de elementer, hvor der sker et ophør af omdriften (f.eks. vådområder, randzoner m.m.). Da der generelt er tale om meget næringsrige arealer og for vådområderne forventeligt en stadig næringsstofftilførsel, vil effekten på biodiversitet være begrænset og i givet fald først vise sig på langt sigt.

Effekterne i forhold til fosfor er generelt kun beskrevet som ret store intervaller pr. ha. Det skyldes primært, at effekten på fosfortabet er meget knyttet til forskellige typer risikoområder. Der er dog flere af de elementer, som indgår i baseline, som kan forventes at have en positiv effekt i forhold til tab af fosfor til vandmiljøet (f. eks. udtagning af arealer, øget økologisk areal eller slæt i stedet for afgræsning) Den samlede effekt på fosfortabet på landsplan (og dermed også på oplandsniveau) kan dog ikke kvantificeres, da



sammenfaldet mellem arealer med risiko for fosfortab (ved f.eks. erosion) og det areal, hvor der vil ske ændringer, ikke er kendt.

Reduktion i lattergasudledning som følge af N-virkemidler er generelt beregnet som en sum af op til fire effekter, idet udledningen ændres pga. 1) nedsat gødskning, 2) nedsat udvaskning, 3) reduceret ammoniakfordampning og 4) evt. øget mængde af planterester i jorden (efterafgrøder). Der er benyttet de emissionsfaktorer som forventes anvendt fremover i henhold til IPCC (2006), og i øvrigt benyttet de samme metoder til emissionsopgørelse, som ved opgørelse af effekter af virkemidler til Regeringens klimaplan.

Den samlede effekt af baseline (isoleret for landbrugssektoren) udgør jf. tabel 1.2 en reduktion i udledningen på ca. ca. 450 x 1000 ton CO<sub>2</sub>-ækv. pr. år, hvoraf den største andel stammer fra den tekniske justering af normsystemet.

**Tabel 1.2.** Oversigt over effekt af virkemidler på udledninger af drivhusgasser opgjort i 1000 ton CO<sub>2</sub>-ækv. pr. år. \* Forudsat 50 % forgasning.

	<b>Areal</b> <b>1000 ha</b>	<b>Effekt</b> <b>1000 ton CO<sub>2</sub>-ækv.</b>
Teknisk justering af normsystem	113,4	217
Randzoner	25,0	15
Energiafgrøder	2,4	4
Økologisk jordbrug	120,0	95-98
Bioforgasning /husdyrgødning	-	24-80*
Miljøgodkendelser	475,0	2
Kvælstofdeposition	-	8
Efterafgrøder	59	40
Slæt i stedet for afgræsning	8,0	0-1
Udvikling i udbytter	-	0-7
Vådområder	-	25
Effekter i alt		431-497

## 2 Indledning, definition af baseline

Naturstyrelsen har ønsket udarbejdet et baseline estimat for landbrugets næringsstoffab for anden generation vandplaner i lighed med den baseline, der blev udarbejdet til 1. generation (Naturstyrelsen 2011).

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.

Baseline estimeres som udgangspunkt for kvælstof, men med evt. synergiefekter i forhold til fosfor, natur og klima.

Opgaven var ønsket løst i en arbejdsgruppe under formandskab af Aarhus Universitet (DCA og DCE) og med deltagelse af Videncentret for Landbrug (VfL). Arbejdsgruppen refererede til en følgegruppe, hvor der ud over Aarhus Universitet og Videncentret for Landbrug deltog Landbrug & Fødevarer, Danmarks Naturfredningsforening, Miljøministeriet (Naturstyrelsen, Miljøstyrelsen), Fødevareministeriet (Departementet og NaturErhvervstyrelsen), Finansministeriet og Klima-, Energi- og Bygningsministeriet. Naturstyrelsen varetog kontakten mellem arbejdsgruppen og følgegruppen.

Der har under opgavens løsning været afholdt 4 møder i arbejdsgruppen samt 3 møder i følgegruppen.

I arbejdsgruppen har deltaget Leif Knudsen og Kristoffer Piil fra VfL, Christen Duus Børgesen og Finn Pilgaard Vinther fra DCA/Agroøkologi samt Gitte Blicher-Mathiesen, Anton Rasmussen og Poul Nordemann Jensen, DCE/Bioscience. Desuden har der været inddraget andre medarbejdere fra hhv. DCA og DCE i rapportens udarbejdelse.

### 3 Forudsætninger, usikkerheder, forbehold m.m. for analysen

Tidsrammen for baseline estimer m.m. har gjort, at der helt overvejende har skullet anvendes eksisterende data, vurderinger m.m. til at beskrive baseline 2021.

Desuden er der opstillet følgende forudsætninger for opgaveløsningen:

- Ved evt. manglende konsensus i arbejdsgruppen beskrives de divergerende synspunkter.
- En opdatering til og med 2012 af notat om markbalancer og afstrømning, samt udvikling i høstudbytter (udarbejdet til baseline gruppen i 2011).
- Tidsperioden er 2013-21 inkl., dvs. hvor effekten kumuleres over perioden angives den samlede effekt med udgangen af 2021.
- Der er tale om en opgørelse af baseline i forhold til effekten i rodzonen, hvor dette er relevant. Hvor effekten relaterer sig til overfladevand (vådområder) angives effekten til nærmeste recipient.
- For målrettede virkemidler (efterafgrøder) beregnes rodzoneeffekten for de 23 vandoplande, dog ved vandløbskant for vådområder.
- For de generelle virkemidler eller generelle udviklinger fastsættes for hvert virkemiddel/udvikling, hvilken fordelingsnøgle der skal anvendes for at fordele effekterne på de 23 vandoplande. Såfremt der ikke kan findes en relevant fordelingsnøgle, anvendes landbrugsarealet indenfor det enkelte opland.
- Elementer, der har indgået i statusberegninger vedrørende implementering af Nitratdirektivet og evalueringen af Grøn Vækst (GV), inddrages i vurderingen. Såfremt der vurderes at være andre forhold eller tiltag, der har en væsentlig betydning for den generelle baselineeffekt, inddrages disse.
- I det omfang det bliver nødvendigt vil der blive anvendt datasammenstillinger pr. 2011 fra evalueringen af GV (f.eks. klimadata eller arealanvendelse)
- Der kan være væsentlige usikkerheder (bl.a. ved en så lang fremskrivning som til 2021) ved estimerne. I det omfang dette vurderes at være tilfældet, vurderes usikkerheder kvalitativt, men der vil generelt ikke blive beregnet usikkerheder m.m.
- I det omfang det er muligt vil det kvalitativt blive vurderet, hvilke effekter en evt. klimaændring vil have på de enkelte elementer.
- Effekten på drivhusgasser, fosfor og natur af indsatsen frem til 2021 vil blive beskrevet.
- Hvis et virkemiddel tilbagerulles (trækkes tilbage) forsvinder effekten og baseline ændres.

En fremskrivning på 8-9 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 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 eller Greening.

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 skønnet arealeffekter i form af reduceret kvælstofudvaskning per arealenhed (kg N/ha). Arealeffekterne er i flere tilfælde usikre, men er estimeret på baggrund af den tilgængelige eksperimentelle viden, medio 2013. 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. Variation er en mere generel, statistisk term, der oftest refererer til et interval omkring en middelværdi. Her i rapporten vil termen bruges til at udtrykke variation i et virkemiddels effekt relateret til f.eks. jordbundstype eller år-til-år variation.

Den resulterende effekt vil derfor blive udtrykt som et interval.

Baseline 2015 (Naturstyrelsen, 2011) blev beregnet som effekten i havet af virkemidler, strukturudviklinger m.m., dvs. efter reduktion i grundvand og overfladevand. I baseline 2021 estimeres baselineeffekten som nævnt som en effekt i rodzonen (dog ikke for vådområderne). Det er så tanken, at den estimerede rodzoneeffekt for hovedvandoplandene kan anvendes som input til de reviderede modeller for bl.a. retention og beregning af stofbelastning, som er under udvikling

De absolutte effekter i de to baseline estimater kan derfor ikke umiddelbart sammenlignes.

## 4 Kvælstofeffekter af virkemidler, strukturudviklinger m.m.

### 4.1 Teknisk justering af normsystem

#### Arealpotentialet

Den tekniske justering af normsystemet i Grøn Vækstaftalen betyder at N-kvoten for hele landet korrigeres i forhold til nedgangen i landbrugsarealet. Nedgangen skyldes primært, at arealer inddrages til byudvikling, infrastruktur (veje m.m.), men også til skovrejsning m.m.. Herved trækkes der gødning ud af N-kvoten, der svarer til forbruget for det landbrugsareal der er overgået til en anden arealanvendelse. I perioden 2006-2012 (7 år) udgør nedgangen ca. 12.600 ha pr år, beregnet ud fra landmændenes indberetning i GLR i tilknytning til støtte fra enkeltbetalingsordningen (Børgesen et al. 2013). Fødevareministeriet har oplyst, at der for årene 2013, 2014 og 2015 skal anvendes en udtagning på 10.000 ha/år som forudsat i grøn Vækst aftalen og den reelle nedgang på 12.600 ha for årene 2016-21. Den årlige nedgang fordeles i de 23 hovedvandoplande i forhold til størrelsen af landbrugsarealet i 2011 (bilag 4). Det antages derved at nedgangen i landbrugsarealet i procent er ens for hver hovedvandopland. Nedgangen kunne i stedet være beregnet på nedgangen i landbrugsarealet for hver enkelt hovedvandopland (beregningen er vist i Bilag 4). Tre elementer bidrager til at denne beregning er usikker: i) nogle oplande har et meget lille landbrugsareal, hvorved den beregnede udvikling i landbrugsarealet for perioden 2006-2012 bliver forholdsvis usikker. ii) bygning af motorveje har betydning for nedgangen i landbrugsarealet, men da disse jo kun bygges en gang vil det give en stor usikkerhed at fremskrive den beregnede nedgang til 2021. iii) Et ret stort GLR-areal på ca. 12.000-24.000 ha i perioden 2006-2012 er ikke henført til marker, så dette areal ville derfor ikke indgå i den beregnede nedgang. Forskellen mellem at anvende landbrugsarealet i 2011 som fordelingsnøgle og nedgangen for det enkelte vandopland er for langt de fleste oplande beskeden (bilag 4).

#### Effekt

Reduktion i udvaskning ved udtagning af landbrugsareal er den gennemsnitlige N-udvaskning opgjort for hver af de 23 hovedvandoplande fratrukket baggrundudvaskningen på 12 kg N/ha, der udgør udvaskning fra arealer, der udgår af landbrugsproduktion. Udvasningen fra disse arealer er højere end fra eksisterende naturarealer. Landbrugsjord har efter mange års dyrkning et højt C/N indhold og der vil derfor være en højere udvaskning fra disse arealer i mange år, selvom de tages ud af produktion og bliver til skov eller andet natur (Gundersen et al. 2004).

**Tabel 4.1.1.** Rodzone effekten i 2021 af teknisk justering (udtagning af arealer).

Hovedvand- Område		Areal, ha (afrundet)	Rodzoneeffekt, ton N
1,1	Nordlige Kattegat, Skagerrak	5.600	259
1,2	Limfjorden	20.100	1045
1,3	Mariager Fjord	1.300	57
1,4	Nissum Fjord	4.000	267
1,5	Randers Fjord	7.600	351
1,6	Djursland	2.200	83
1,7	Århus Bugt	1.800	72
1,8	Ringkøbing Fjord	8.400	567
1,9	Horsens Fjord	2.100	101
1,10	Vadehavet	11.600	774
1,11	Lillebælt/Jylland	6.000	346
1,12	Lillebælt/Fyn	2.500	115
1,13	Odense Fjord	3.000	123
1,14	Storebælt	1.300	47
1,15	Det Sydfynske Øhav	2.000	80
2,1	Kalundborg	2.300	76
2,2	Isefjord og Roskilde Fjord	4.200	162
2,3	Øresund	900	30
2,4	Køge Bugt	2.000	71
2,5	Smålandsfarvandet	8.700	329
2,6	Østersøen	3.100	107
3,1	Bornholm	1.300	55
4,1	Vidå-Kruså	3.100	201
Total DK		Ca. 106.000	5318

## 4.2 Randzoner

Under arbejdet med baseline blev der i begyndelsen af april 2014 indgået et politisk forlig om Vækstplan for Fødevarer (Fødevareministeriet 2014). Af aftalen fremgår vedr. randzoner:

*”Randzonenloven der blev indført i 2010 indebærer et krav om en ti meter bred zone omkring søer og åbne vandløb, hvor landmænd ikke må sprøjte, gødske eller dyrke jorden. Det har dog vist sig meget vanskeligt for både landmænd og myndigheder at administrere randzonenloven i praksis, idet der har vist sig problemer knyttet til afgrænsningen af hvilke vandløb, der efter loven skal pålægges randzoner, og dermed også hvilke randzoner, der udløser kompensation. Aftaleparterne er derfor enige om en forenkling af randzonenloven. Loven ændres, så afgrænsningen af randzonebærende vandløb og søer baseres på entydige kriterier i form af vandløb og søer, der allerede er udpeget eller beskyttet i henhold til anden lovgivning på grund af deres natur- og miljømæssige værdi. Det drejer sig om vandløb og søer med krav om 2 meter bræmmer, vandløb og søer beskyttet efter naturbeskyttelseslovens § 3, vandløb med miljømål og offentlige vandløb og søer. Kravet om randzoner fastholdes altså, men på færre arealer end i dag. Det forventes at medføre randzoner på ca. 25.000 ha”.*

Det oprindelige afsnit vedr. randzoner er bevaret (men fremgår med kursiv), idet enhedseffekter, forbehold m.m. er uændret.

*Udlægningen af randzoner er vedtaget ved Lov nr. 591 af 14. juni 2011 (senest ændret ved lov nr. 563 af 18. juni 2012), og de trådte i kraft pr. 1. september 2012. Det betyder at landbrugsarealet i randzonerne først er taget ud af produktion i driftsåret*

2012/13 og at effekten af dette først kommer i 2013 eller derefter. Effekten af randzonerne indregnes derfor som en baselineeffekt.

Kompensationskort over de randzonearealer, som landmænd kan søge erstatning for udgør ca. 53.000 ha, opgjort af NAER pr. 27. januar 2014 til opgørelse af udvaskningsreduktion ved udlægning af randzoner i 23 hovedvandoplande. Dette datagrundlag er opdateret siden udgivelsen af DCA/DCE-rapporten "Udvikling i kvælstofudvaskning og næringsstoffoverskud fra Dansk landbrug for perioden 2007-2011" (Børgesen et al, 2013). Heri blev den procentvise afgrødefordeling opgjort ud fra et gennemsnit af 63.000 og 61.000 ha randzoner for henholdsvis 2011 og 2012. Den procentvise afgrødefordeling for de 63.000/61.000 ha blev anvendt på 52.050 ha, som var det forventede randzoneareal efter sagsbehandling efter §5 i love om randzoner (reduktion i randzonebredden, hvis bedriftens areal udgør mere end 5 %) og §6 dispensationer, som kan gives hvis særlig grunde taler for det.

Ændringerne som giver det nye datagrundlag på 53.000 ha i randzonen omfatter oprensning af arealer plantet med skov, korrektion af randzonearealer i byzoner, udførte §5 dispensation, rettelse af vandløbsstrækninger og netværk. Det nye grundlag giver flere omdriftsarealer i randzonen, idet afgrødefordelingen i det tidligere kort blev omgjort på et randzonekort med flere ekstensive arealer. For det opdaterede randzonekort er der beregnet en afgrødefordeling for hver af de 23 hovedvandopland.

Der findes i dag ikke et datagrundlag til at bestemme den konkrete N-udvaskning i randzonerne. En del af randzonen vil ligge nær brinken, som på grund af oprensning af vandløbet og oversvømmelse traditionel har en lidt højere kote end den jord der ligger længere væk fra vandløbet. Mange randzoner vil ligge på lavbund, hvor høj grundvandsstand og humusholdige jord vil påvirke størrelsen af N-udvaskning. Meget vandlidende jorde vil forventelig være uden for omdrift og bevokset med græs. Disse afgrøder har gennemsnitlig en lav N udvaskning svarende til den udvaskning, der opgøres for vedvarende græs og ekstensiv anvendt græs for hele landet eller for hver af de 23 hovedvandoplande. Der er så få målinger af N-udvaskning for arealer i omdrift på lavbund (Blicher-Mathiesen, 2012), at det ikke kan anvendes til at opskalere til større arealer.

Det antages, at N-udvaskningen for afgrødegrupper i randzonen svarer til den gennemsnitlige N-udvaskning for de samme afgrødegrupper i hver af de 23 hovedvandoplande.

Der er i april 2014 indgået en politisk aftale "Vækstplan for fødevarer" (Fødevareministeriet 2014), hvor arealet udlagt til randzoner halveres til ca. 25.000 ha. Det har ikke været muligt til brug for denne rapport, at få en opgørelse af randzonearealet/hovedvandopland fra NaturErhvervstyrelsen. Der er derfor lavet den antagelse, at effekten af randzoner i de enkelte hovedvandoplande bliver halveret.

Denne antagelse kan introducere en usikkerhed for effekten nationalt men især på hovedvandoplandsniveau, idet fordelingen af de vandløb, som efter den nye aftale "trækker" en randzone, ikke nødvendigvis forholdsmæssigt er som for de oprindelige vandløb. Det anbefales derfor, at der foretages en nærmere beregning af effekten af de nye randzoner (25.000 ha) nationalt og på de 23 vandoplande, når den nærmere geografiske fordeling af randzonerne er kendt.

Beskrivelse og beregning af de oprindelige randzoner (53.000 ha) bevares i rapporten (f.eks. tabel 4.2.1), idet det indtil videre er eneste dokumentation

også for den antagede randzoneeffekt med den nye aftale (dvs. de ca. 25.000 ha i tabel 4.2.2)

### Effekt

Den gennemsnitlig N-udvaskning for afgrødegrupperne i de 23 hovedvandoplande anvendes fratrukket baggrundudvaskningen på 12 kg N/ha. En detaljeret opgørelse af effekten af randzoner findes i bilag 3.

Den samlede effekt i rodzonen på ca. 2200 ton N er ca. 300 tons N større end i Børgesen et al. (2013). Grunden hertil er, at arealfordelingen i det datasæt, som senest er modtaget fra NAER, giver en større andel af arealer i omdrift end ved den metode, der blev anvendt i Børgesen et al. (2013). I Børgesen et al (2013) blev effekten af randzoner angivet som et interval (1334-2477 ton N)

Flere forhold påvirker N-udvaskningen på lavbund i) høj grundvandsstand giver mulighed for en høj denitrifikation i områder med humus og/eller reducerede jordforhold, hvilket vil give en lavere udvaskning end for mineraljord med lav grundvandsstand. ii) med høj grundvandsstand opnås ofte lave udbytter, fordi rodudviklingen bliver begrænset af vandlidende forhold. Veldrænede områder kan dog også give høje udbytter, fordi der er en god vandforsyning til afgrøden. Disse områder kan landmanden evt. tilføre større gødningsmængder, fordi afgrøderne responderer godt med et højt udbytte. Udvasningen kan derfor være højere eller lavere end gennemsnitlig for oplandet alt afhængig af gødningstilførsel og N-optagelse i afgrøden. Som fornævnt har vi ikke et datagrundlag til at bestemme den konkrete N-udvaskning i randzonerne. Derfor anvendes en N-LES4 modelberegnet N-udvaskning for 2012, men opdelt på 23 hovedvandoplande for at tage højde for at udvaskningen er afhængig af mængden af nedbør og perkolation.

**Tabel 4.2.1.** Effekt af randzoner fordelt på hovedvandoplande (53.000 ha).

Hovedvand- område	Randzoneareal, ha	Rodzzoneeffekt, ton N
1,1	Nordlige Kattegat, Skagerrak	174
1,2	Limfjorden	522
1,3	Mariager Fjord	23
1,4	Nissum Fjord	130
1,5	Randers Fjord	114
1,6	Djursland	37
1,7	Århus Bugt	15
1,8	Ringkøbing Fjord	265
1,9	Horsens Fjord	24
1,10	Vadehavet	403
1,11	Lillebælt/Jylland	71
1,12	Lillebælt/Fyn	24
1,13	Odense Fjord	31
1,14	Storebælt	10
1,15	Det Sydfynske Øhav	17
2,1	Kalundborg	21
2,2	Isefjord og Roskilde Fjord	40
2,3	Øresund	13
2,4	Køge Bugt	14
2,5	Smålandsfarvandet	90
2,6	Østersøen	26
3,1	Bornholm	13
4,1	Vidå-Kruså	144
<b>Total DK</b>		<b>Ca. 2.200</b>



I tabel 4.2.2 er vist effekten på hovedvandopland efter en ca. halvering af randzonearealet under forudsætning af at fordelingen mellem hovedvandoplandene er uændret.

**Tabel 4.2.2.** Effekt af randzoner fordelt på hovedvandoplande (25.000 ha).

Hovedvand- Område		Rodzoneeffekt, ton N
1,1	Nordlige Kattegat, Skagerrak	87
1,2	Limfjorden	261
1,3	Mariager Fjord	12
1,4	Nissum Fjord	65
1,5	Randers Fjord	57
1,6	Djursland	18
1,7	Århus Bugt	8
1,8	Ringkøbing Fjord	132
1,9	Horsens Fjord	12
1,10	Vadehavet	201
1,11	Lillebælt/Jylland	36
1,12	Lillebælt/Fyn	12
1,13	Odense Fjord	15
1,14	Storebælt	5
1,15	Det Sydfynske Øhav	9
2,1	Kalundborg	11
2,2	Isefjord og Roskilde Fjord	20
2,3	Øresund	6
2,4	Køge Bugt	7
2,5	Smålandsfarvandet	45
2,6	Østersøen	13
3,1	Bornholm	7
4,1	Vidå-Kruså	72
Total DK		Ca. 1.100

### 4.3 Energiafgrøder

Det samlede areal med energiafgrøder er steget fra 3.279 ha i 2006 til 7.674 ha i 2012 (tabel 4.3.1). Arealet med pil og poppel er steget ganske betragteligt, hvorimod arealet med lavskov er faldet til omtrent en tredjedel, og de øvrige typer af energiafgrøder har ligget på et konstant, lavt niveau i perioden.

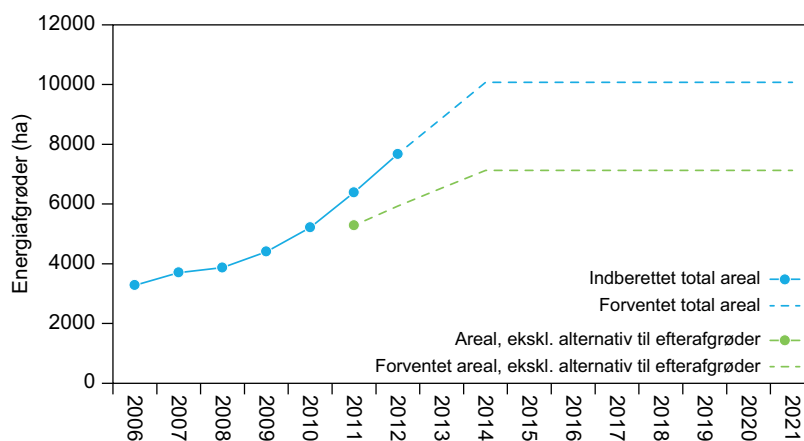
**Tabel 4.3.1.** Arealet (ha) med forskellige typer af energiafgrøder og samlet areal i perioden 2006-2012. Værdierne inkluderer arealer, der benyttes som alternativ til efterafgrøder.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Lavskov	1.626	1.824	1.879	1.508	920	708	573
Pil	1.506	1.714	1.832	2.728	4.046	4.794	5.262
Poppel	56	88	80	80	156	773	1.732
Ei	15	8	6	4	3	18	19
Elefantgræs	64	60	64	63	72	73	69
Rørgræs	12	9	9	19	16	20	19
I alt	3.279	3.703	3.871	4.403	5.213	6.385	7.674

Det er vanskeligt at forudsige, hvor store arealer med flerårige energiafgrøder, der kan forventes tilplantet frem mod 2021. Udviklingen vil i høj grad afhænge af både marked og miljøpolitik, og nok især af om der fortsat gives etableringstilskud til flerårige energiafgrøder. Ifølge oplysninger fra NaturErhvervstyrelsen ophører de nuværende tilskud til energiafgrøder i 2014 og det er pt. uvist om tilskudsordningerne bliver forlænget. Uden tilskud forventes der ikke udlagt væsentligt flere arealer med energiafgrøder. Figur 4.3.1 viser udviklingen i arealet med flerårige energiafgrøder i perioden 2006-2012, samt et estimat frem mod 2021. Fremskrivningen til og med 2014 er baseret på udviklingen 2009-2012, hvilket svarer til en stigning på ca. 1.200 ha pr. år, hvorefter man som nævnt ikke forventer udlagt flere arealer med energiafgrøder frem til 2021. Det skal her nævnes, at energiafgrøder kan anvendes som alternativ til efterafgrøder, og at der fra disse energiafgrøder ikke kan regnes med en effekt ud over den, der måtte være indregnet i efterafgrødeeffekten. I Børgesen et al. (2013) er det opgjort, at energiafgrødearealet anvendt som alternativ til efterafgrøder i 2011 udgjorde ca. 1.100 ha. Andelen af energiafgrøder der vil blive anvendt som alternativ til efterafgrøder, er vanskelig at anslå, men Børgesen et al. (2013) vurderede at mindst halvdelen af det nye energiafgrødeareal vil blive anvendt som alternativ til efterafgrøder.

Med disse forudsætninger forventes det totale areal med energiafgrøder i 2021 at være ca. 10.000 ha og ca. 7.000 ha, når arealet er reduceret med den andel der forventes anvendt som alternativ til efterafgrøder (Figur 4.3.1), svarende til en stigning på hhv. 1.200 og 2.400 ha i perioden 2013-2021, hvor der dog kun vil være en effekt af de 1.200 ha, jf. ovenstående. Hvis trenden fra perioden 2009-12 fremskrives til 2021, ville stigningen i arealet udgøre 5.400 ha og 10.800 ha hhv. med og uden indregning af effekt af alternativer til energiafgrøder.

**Figur 4.3.1.** Indberettet og forventet total areal med flerårige energiafgrøder, samt tilsvarende, hvor arealet er reduceret med den andel der forventes anvendt som alternativ til efterafgrøder frem mod 2021.



### Effekt

Effekten på kvælstoftabet fra et areal ved omlægning til flerårige energiafgrøder er estimeret til 15-35 kg N pr. ha på lerjord og 40-60 kg N pr. ha på sandjord (Børgesen et al. 2013). På lavbunds- og humusjord er forholdene mere variable end på højbundsjord, som følge af forskelle i dræningsgrad, mineraliseringspotentiale og hydrologiske forhold, og det er ikke muligt at give et sikkert estimat for en generel effekt, som kan variere mellem 0 og 100 kg N/ha afhængig af lokale forhold (Børgesen et al. 2013).

Det er vanskeligt på grundlag af ovenstående at anslå en samlet effekt, men med de nævnte intervaller og en gennemsnitlig jordtypefordeling på landsplan (59 % sandjord (JB 1-4); 34 % lerjord (JB 5-9); 7 % humusjord (JB 11)) kan der beregnes en effekt i rodzonen svarende til 29-54 kg N/ha.

Med en stigning i arealet med flerårige energiafgrøder på 1.200 ha i perioden 2013-2021 kan der således forventes en samlet effekt i rodzonen på 34-65 tons N.

#### Fordeling af effekt på hovedvandoplande

Fordeling af øget areal med energiafgrøder på de 23 hovedvandoplande er baseret på fordeling af anmeldte arealer med energiafgrøder i 2012, hvorefter effekten er beregnet ud fra jordtypefordelingen i de enkelte oplande.

**Tabel 4.3.2.** Kvælstofeffekt i rodzonen (tons N) af energiafgrøder fordelt på de 23 hovedvandoplande.

Vandopland	Energiafgrødeareal		Øget areal	Jordtypefordeling			Effekt i rodzonen, tons N
	i 2012			Sandjord JB 1-4	Lerjord JB 5-10	Humusjord JB 11	
	ha	andel	2021, ha				
1,1 Nordlige Kattegat, Skagerrak	792	0,103	124	0,86	0,04	0,09	4,3 - 7,7
1,2 Limfjorden	1933	0,252	302	0,79	0,10	0,11	10,0 - 18,7
1,3 Mariager Fjord	77	0,010	12	0,95	0,004	0,05	0,5 - 0,7
1,4 Nissum Fjord	500	0,065	78	0,86	0,07	0,07	2,8 - 4,8
1,5 Randers Fjord	343	0,045	54	0,68	0,24	0,08	1,7 - 3,1
1,6 Djursland	151	0,020	24	0,77	0,08	0,15	0,8 - 1,5
1,7 Århus Bugt	47	0,006	7	0,42	0,53	0,04	0,2 - 0,4
1,8 Ringkøbing Fjord	1222	0,159	191	0,91	0,02	0,07	7,0 - 11,9
1,9 Horsens Fjord	37	0,005	6	0,28	0,66	0,05	0,1 - 0,3
1,10 Vadehavet	755	0,098	118	0,83	0,09	0,08	4,1 - 7,2
1,11 Lillebælt/Jylland	118	0,015	18	0,23	0,73	0,04	0,4 - 0,8
1,12 Lillebælt/Fyn	145	0,019	23	0,47	0,51	0,02	0,6 - 1,1
1,13 Odense Fjord	165	0,021	26	0,54	0,44	0,01	0,7 - 1,3
1,14 Storebælt	78	0,010	12	0,27	0,72	0,01	0,3 - 0,5
1,15 Det Sydfynske Øhav	35	0,005	6	0,16	0,80	0,03	0,1 - 0,2
2,1 Kalundborg	167	0,022	26	0,24	0,68	0,07	0,5 - 1,2
2,2 Isefjord og Roskilde Fjord	253	0,033	40	0,38	0,58	0,03	0,9 - 1,8
2,3 Øresund	30	0,004	5	0,59	0,30	0,10	0,1 - 0,3
2,4 Køge Bugt	32	0,004	5	0,03	0,92	0,04	0,1 - 0,2
2,5 Smålandsfarvandet	249	0,032	39	0,11	0,86	0,03	0,7 - 1,5
2,6 Østersøen	175	0,023	27	0,10	0,87	0,03	0,5 - 1,1
3,1 Bornholm	5	0,001	1	0,02	0,98	0,00	0,0 - 0,0
4,1 Vidå-Kruså	365	0,048	57	0,75	0,14	0,11	1,8 - 3,4
Hele landet	7674	1,000	1200	0,59	0,34	0,07	34 - 65

#### 4.4 Udvikling i økologisk areal

Det er meget usikkert at forudsige udviklingen i det samlede økologiske areal, hvor usikkerheder omkring udviklingen i den økologiske mælkeproduktion har afgørende betydning. Det forventes dog, at det økologiske areal vil vokse frem mod 2021. De positive forventninger understøttes af, at regeringen har fastsat en målsætning om at fordoble det økologiske areal frem til

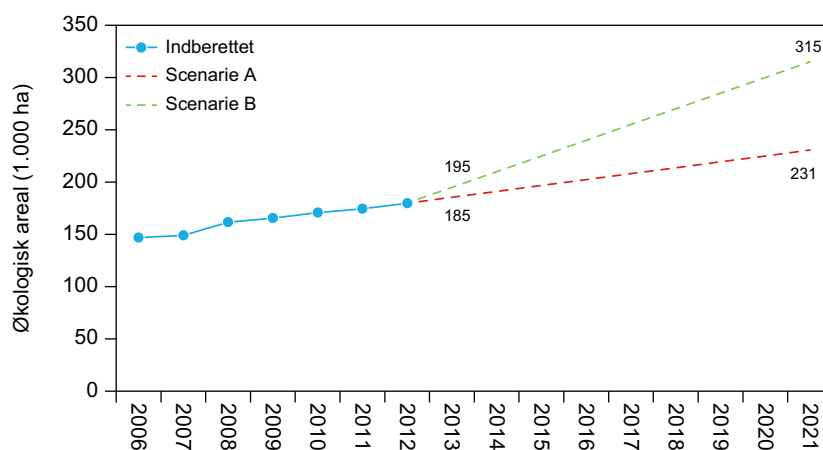
2020 i forhold til 2007. Både i ØkologiVisionen (2010) og i Økologisk Handlingsplan 2020 (2012) har regeringen iværksat tiltag og støtteordninger for at opnå målsætningen.

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 2012 steget med 12,3 % til godt 1,1 mia. Det forventes, at eksporten af økologisk mælk til bl.a. Kina vil stige betydeligt. Det er endnu usikkert at sige, hvornår en evt. stigning vil kunne forventes at komme. Det er dog klart, at blot en lille andel af det kinesiske marked kan ændre betingelserne for den danske økologiske produktion væsentligt. Ligeledes vil omlægningen af offentlige institutioner i Danmark også medføre et større forbrug af økologiske produkter. Til gengæld kan en stigende konkurrenceevne fra de konventionelle landmænd, når mælkekvoten bortfalder i 2015, få negativ betydning for udviklingen af det økologiske areal.

Samlet set forventes det dog, at det økologiske areal vil stige, når der kommer yderligere gang i eksporten, og effekterne af regeringens handlingsplaner for alvor slår igennem. Da det er umuligt at forudsige omfanget af stigningen, er effektvurderingen foretaget ved to scenarier (Fig. 4.4.1), hvor der i scenarie A er anvendt en stigningsrate svarende til den gennemsnitlige rate for perioden 2006-2012 og i scenarie B den stigningsrate, der skal til for at nå regeringens målsætning om en fordobling af det økologiske areal i 2020 i forhold til 2007.

Det økologiske areal udgjorde i 2006 ca. 147.000 ha, og var i 2012 steget til ca. 180.000 ha, hvilket svarer til en stigning på ca. 5.500 ha pr. år. Antages denne udvikling at fortsætte vil det økologiske areal i 2021 udgøre ca. 231.000 ha (scenarie A). For at opnå en fordobling af arealet i 2020 i forhold til 2007, dvs. fra ca. 150.000 ha i 2007 til 300.000 ha i 2020, skal arealet stige med 15.000 ha pr år fra 2012 og frem og vil i 2021 være ca. 315.000 ha (Scenarie B). Med disse forudsætninger vil det økologiske areal stige med 46.000 og 120.000 ha i scenarie A og B i perioden 2013-2021.

**Figur 4.4.1.** Udviklingen i økologisk areal 2006-2012 (Indberettet) og forventet udvikling frem mod 2021, hvis den nuværende udvikling fortsætter (Scenarie A) eller ved en fordobling det økologiske areal i 2020 i forhold til 2007 (Scenarie B).



### Effekt

Den udvaskningsreducerende effekt af økologisk drift skønnes at være i størrelsesordenen 10-17 kg N/ha (Børgesen et al. 2013), og med en stigning i det økologiske areal på ca. 46.000 ha i scenarie A og ca. 120.000 ha i scenarie B svarer det til en samlet effekt i rodzonen på hhv. 460-782 og 1200-2040 tons N.

### Fordeling af effekt på hovedvandomplande

Fordeling af effekt på de 23 hovedvandomplande er foretaget svarende til andelen af økologisk areal i de enkelte vandomplande. Datagrundlaget for fordelingen er anmeldte arealer i enkeltbetalingsordningen i høståret 2012.

**Tabel 4.4.1.** Effekt af økologi i 2021 i forhold til 2013 ved fremskrivning af nuværende udvikling (scenarie A) og ved fordobling af økologisk areal (scenarie B) fordelt på 23 hovedvandomplande.

Vandompland	Andel øko-areal	Effekt i rodzonen, tons N			
		Scenarie A		Scenarie B	
1,1 Nordlige Kattegat, Skagerrak	0,03	16 -	27	42 -	71
1,2 Limfjorden	0,18	85 -	144	221 -	376
1,3 Mariager Fjord	0,02	10 -	17	26 -	45
1,4 Nissum Fjord	0,07	30 -	51	78 -	133
1,5 Randers Fjord	0,06	27 -	45	70 -	119
1,6 Djursland	0,02	8 -	13	20 -	34
1,7 Århus Bugt	0,02	7 -	12	19 -	32
1,8 Ringkøbing Fjord	0,14	65 -	111	171 -	290
1,9 Horsens Fjord	0,01	5 -	8	12 -	21
1,10 Vadehavet	0,17	76 -	129	198 -	337
1,11 Lillebælt/Jylland	0,04	21 -	35	54 -	91
1,12 Lillebælt/Fyn	0,01	4 -	7	10 -	17
1,13 Odense Fjord	0,01	6 -	10	16 -	27
1,14 Storebælt	0,00	2 -	4	6 -	10
1,15 Det Sydfynske Øhav	0,01	4 -	6	9 -	16
2,1 Kalundborg	0,02	9 -	16	25 -	42
2,2 Isefjord og Roskilde Fjord	0,05	21 -	36	55 -	93
2,3 Øresund	0,01	5 -	9	13 -	22
2,4 Køge Bugt	0,01	3 -	6	9 -	15
2,5 Smålandsfarvandet	0,02	10 -	17	26 -	44
2,6 Østersøen	0,02	7 -	12	18 -	31
3,1 Bornholm	0,01	3 -	5	8 -	14
4,1 Vidå-Kruså	0,08	36 -	61	93 -	158
Hele landet	1,00	460 -	782	1200 -	2040

## 4.5 Biogas

Bioforgasning er behandlet i Børgesen et al. (2013), hvor det fremgår at Energistyrelsen på basis af biogasproduktionen på gård- og fællesanlæg har skønnet, at ca. 7 % af husdyrgødningen blev afgasset i 2009. Det er vanskeligt at forudsige udviklingen, men antages de foregående års udvikling at fortsætte, kan det beregnes at ca. 9 % af husdyrgødningen afgasses i 2013 og ca. 12 % i 2021, hvilket er en væsentligt lavere andel end i regeringens målsætning i Grøn Vækst om anvendelse af 50 % af husdyrgødningen til biogasproduktion i 2020. 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 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. Senest har Energistyrelsen (2014)

skønnet, at der i 2020 vil ske bioforgasning af ca. 7 mio. ton gylle. Det skønnede volumen svarer til ca. 19 % af gyllemængden og fremkommer ved realisering af 'sandsynlige' biogasprojekter (Energistyrelsen, pers. medd.).

Effekten på udvaskning vil være afhængig af, om der tages højde for den højere tilgængelighed af N i den afgassede gødning ved gødningsplanlægning, hvilket ikke sker i dag. Børgesen et al (2013) vurderede at der kan forventes omtrent uændret udvaskning set over en kortere horisont (5-10 år), idet der sker en uændret tilførsel af total N. Ved bioforgasning sker der en omsætning af organisk bundet N i gødningen til mineralsk N, og da der på langt sigt er en større udvaskning af kvælstof fra organisk bundet N end fra mineralsk N, kan der på langt sigt forventes en lidt lavere udvaskning fra den afgassede gødning.

Den langsigtede (100-200 år) reduktion i udvaskningen ved afgang af blandet husdyrgødning kan beregnes til 2,7 kg N/DE (Bilag 5) ud fra en antagelse om, at udvaskningen af mineralsk N er 30 %, hvorimod den er 45 % for organisk N i gødning (Sørensen & Vinther, 2012).. Effekten i år 2021 af stigende bioforgasning (herunder også det politiske mål om en 50 % forgasning i 2021) over en 8 årig periode (2013-2021) forventes at være en omtrent uændret udvaskning, mens den stigende anvendelse af bioforgasning der er sket frem til 2013 (og fortsættes frem til 2021) forventes at medføre en gennemsnitlig reduktion i udvaskningen i 2021 på 0,6 kg N/DE (0,2-1,8 kg N/DE), som følge af den længere virkningsperiode (Bilag 5). Den samlede effekt heraf er en reduktion i N udvaskningen på 120 t N (usikkerhed: 40-360 t N). På længere sigt vil der opnås en større effekt som følge af bioforgasningen.

Regeringen har 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 afgang. Tilførslen af organisk bundet kvælstof vil falde efter afgang, og på kort sigt forventes en ubetydelig effekt i forhold til udvaskningen, men der vil være en langsigtet effekt som beskrevet ovenfor.

Øget bioforgasning og tilførsel til landbrugsjord af affald, der tidligere blev afbrændt eller deponeret, vil derimod medføre øget N udvaskning, idet den samlede N tilførsel til jorden stiger.

Der er imidlertid knyttet et udnyttelseskrav til udbringning af anden organisk gødning, og den ekstra organiske gødning vil derfor som udgangspunkt fortrænge handelsgødning. Det betyder at nettoeffekten på udvaskningen er begrænset. Der er til denne rapport ikke lavet nærmere beregninger af scenarier, hvor mængden af organisk affald til bioforgasning øges væsentligt, jf. den politiske målsætning.

Det er AU's vurdering, at en sådan beregning næppe vil ændre den samlede baseline mærkbart, hvorfor det er valgt at udelade effekten af bioforgasning af baseline til en evt. nærmere analyse af effekten på N-regnskabet.

Videncentret for Landbrug har ønsket følgende formulering:

Der er til denne rapport ikke gennemført yderligere beregninger af scenarier, hvor mængden af organisk stof, der i dag ikke udspreddes på landbrugsjord, vil blive bioforgasset og udspreddt på landbrugsjord. Det skønnes dog ikke at få en væsentlig effekt på den samlede udvaskning.

Set i lyset af, at udvaskningen kan forøges ved en større tilførsel af organisk stof til landbrugsjorden via bioforgasning og antagelsen om en relativ beskeden udvaskningsreduktion ved bioforgasning generelt, er det valgt at udelade effekten af bioforgasning af baseline til en evt. nærmere analyse af effekten på N-regnskabet.

#### 4.6 MVJ ordninger m.m. samt Greening

Naturerhvervsstyrelsen har oplyst, at ordningerne for nuværende MVJ areal på ca. 117.000 ha forventes at fortsætte frem til 2021.

Det indregnes derfor ingen effekt af MVJ ordninger i baseline 2021.

##### Greening

Greening er en fælles betegnelse for, at reglerne for at få udbetalt arealstøtte for landbrugsbedrifter fra 2015 ændres således, at der bl.a. kommer flere grønne krav til landbrugsdriften, for at bedriften kan få arealstøtte også kaldet miljøfokusområder. Miljøfokusområder er bestemt ud fra, at bedrifter med mere end 15 ha omdriftsareal skal have miljøfokusarealer der svarer til mindst 5 % af bedriftens omdriftsareal. Foreløbig kan forskellige arealtyper være miljøfokusarealer: brak, bræmmer eller randzoner langs vandløb, hvis de støder op til bedriftens omdriftsareal, efterafgrøder sået som en blanding af afgrøder eller som græsudlæg, lavskov som f.eks. energipil, landskabs-elementer, der er beskyttet under reglerne om god landbrugs- og miljømæssig stand (GLM) herunder fortidsminder og små søer. Reglerne er endnu ikke endelig fastlagt og det er derfor ikke muligt at indregne en eventuel effekt af miljøfokusområder i baseline 2013-2021.

Følgende fremgår af NAER's hjemmeside pr. medio marts 2014:

##### *"Miljøfokusområder*

*Bedrifter med mere end 15 ha omdriftsareal (agerjord) skal have miljøfokusarealer på bedriften svarende til mindst 5 % af omdriftsarealet.*

*Følgende arealer kan anvendes som miljøfokusområder:*

- *Braklagte (udyrkede) omdriftsarealer*
- *Bræmmer/randzoner langs vandløb, når de støder op til bedriftens omdriftsareal*
- *Efterafgrøder, der er udsået som en blanding af afgrøder eller som græsudlæg*
- *Lavskov (fx energipil)*
- *Landskabs-elementer, der er beskyttet under reglerne om god landbrugs- og miljømæssig stand (GLM), herunder fortidsminder og små søer.*

*Bestemmelserne om, hvordan ovenstående arealer defineres, er endnu ikke endeligt fastlagt.*

*Miljøfokusarealernes størrelse beregnes med omregningsfaktorer, der heller ikke er endeligt fastlagt.*

*På nuværende tidspunkt er der i forslaget til delegerede retsakter fx lagt op til en omregningsfaktor på 0,3 for lavskov og efterafgrøder.*

##### **Undtagelser**

- *Bedrifter, hvor mere end 75 % af omdriftsarealet anvendes til produktion af græs eller andet grøntfoder, er braklagt (udyrket), anvendes til dyrkning af bælgfrugter eller til en kombination af disse anvendelser, er fritaget for at have miljøfo-*

*kusarealer. Undtagelsen gælder dog ikke, hvis det resterende omdriftsareal udgør mere end 30 ha.*

- *Bedrifter, hvor mere end 75 % af det støtteberettigede landbrugsareal er permanente græsarealer, anvendes til produktion af græs eller andet grøntfoder eller til dyrkning af afgrøder under vand enten i en betydelig del af året eller i en betydelig del af dyrkningscyklussen eller er omfattet af en kombination af disse anvendelser, er fritaget for at have miljøfokusområder. Undtagelsen gælder dog ikke, hvis det resterende omdriftsareal udgør mere end 30 ha."*

## **4.7 Miljøgodkendelser**

### **Udvikling i husdyrproduktionen**

I Nielsen et al. 2013 estimeres, at antallet af malkekøer stiger med ca. 35.000 svarende til ca. 5 % frem mod 2021. I samme periode forventes smågriseproduktionen og slagtesvin produktionen at stige, mens antallet af søer vil falde. Estimerterne er nogenlunde sammenfaldende med landbrugets forventninger for udviklingen af husdyrproduktionen i perioden. Dog er antallet af svin i 2011 korrigeret lidt ned i forhold til tallene i Nielsen et al. (VfL personlig medd. 2014). Herved anslås svineproduktionen i perioden 2012-2021 at øges med ca. 75.000 DE svarende til ca. 5 %. Samlet set anslås husdyrproduktion at stige med ca. 120.000 DE. I Nielsen et. al 2013 indgår et estimat for ændringen i kvælstofudskillelsen ab dyr. Heraf fremgår at udskillelsen hos svin falder mellem 1 og 9 %, mens den stiger ca. 2-3 % for malkekvæg. Når den estimerede produktivitetsforøgelse sammenholdes med den anslåede udviklingen i husdyrproduktionen vil det give anledning til en stigning i udvaskning. Stigningen er dog så begrænset og usikkerheden i fremskrivningerne så store, at det ikke er muligt at kvantificeres effekten heraf sikkert. Derfor anbefales det, at der midt i perioden frem til 2021 undersøges om forventningerne fremskrivningerne i husdyrproduktionen og kvælstofudskillelsen holder stik. Det bemærkes, at der løbende udarbejdes prognoser for udviklingen i husdyrproduktionen.

En øget kvægbestand på 5 % vil betyde en øget produktion af grovfoder, herunder muligvis et øget majsareal. Den merudvaskning, som en øget majsproduktion vil kunne medføre (se Kristensen 2008), er ikke estimeret i baseline, da det er uvist i hvor høj grad en øgning af grovfoderarealet sker som majs eller andre grovfoderafgrøder herunder specielt et øget græsareal, der modsat vil reducere udvaskningen. Det anbefales, at se på dette element, når den nye arealregulering formentlig indføres i 2016 eller i en generel midtvejsevaluering i 2017.

### **Miljøgodkendelser af husdyrbrug**

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 2011 (DJF 2011) er undersøgt 2046 husdyrgodkendelser efter § 11 og § 12 omfattede 667.700 DE og 571.000 ha. Dette svarer til en gennemsnitlig størrelse på 325 DE pr godkendelse og ca. 260 ha/godkendelse (hvori er medregnet areal fra godkendelser efter hus-



dyrgodkendelseslovens § 16). 35 % af de godkendte arealer er beliggende i Nitratklasse 1 (8 %), 2 (15 %) eller 3 (12 %). Samlet var der i de undersøgte godkendelser etableret ekstra efterafgrøder på ca. 11.000 ha, svarende til 2 % af det godkendte areal. Fordeling af efterafgrøde blev estimeret til ca. 60 % på nitratklasser og ca. 40 % i grundvandsbeskyttelseszone. Reduktionseffekten af efterafgrøde blev sat til 37 kg N/ha, idet det antages, at alle udvidelser sker på ejendomme med mere end 0,8 DE/ha. Herved blev effekten af skærpede harmonikrav og grundvandsbeskyttelse under miljøgodkendelsesordningen opgjort til 400 tons. Heri var ikke medregnet effekten af reduktion i bedrifternes kvælstofkvote, idet brugen af virkemidlet var uden betydning for den samlede effekt af miljøgodkendelsesordningen.

Et udtræk fra godkendelsessystemet viser at der i perioden 2007 til 2013 er meddelt 4.709 miljøgodkendelser af anlæg på husdyrbrug. Heraf estimerer Miljøstyrelsen, at 4.200 af de godkendte anlæg er fungerende (dvs. at uudnyttede godkendelser og anlæg der er godkendt mere end en gang i perioden, ikke medtages). 582 anlæg er godkendt, heraf er 518 fungerende anlæg godkendt i 2013 (MST personlig medd. 2014). Anvendes gennemsnitstallene fra DJF, 2011, er der med udgangen af 2012 3682 godkendte anlæg med ca. 1.200.000 DE med et udbringningsareal på 1.027.576 ha og ca. 20.500 ha ekstra efterafgrøder. Herudfra kan effekten af skærpede harmonikrav og grundvandsbeskyttelse i miljøgodkendelsesordningen frem til udgangen af 2012 estimeres til ca. 750 tons kvælstof.

Ud fra ovenstående udtræk var ca. 50 % af det samlede husdyrhold og ca. 40 % af landbrugsarealet omfattet af miljøgodkendelse med udgangen af 2012. 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 2007-2011, bliver effekten af skærpede harmonikrav (Nitratklasser) og grundvandsbeskyttelse under miljøgodkendelsesordningen i perioden 2013-2021 en reduktion på ca. 350 tons.

### **Planteavlsreglen**

Ovenstående sker på baggrund af godkendelser meddelt i perioden 2007 til 2011, hvorfor der ikke er medtaget virkningen af de ekstra virkemidler, der implementeres som følge af planteavlsreglen, der er indført i 2011. Det præcise omfang af virkemidler i godkendelser som følge af planteavlsreglen har endnu ikke kunnet opgøres. Der kan dog med en række antagelse laves et groft overslag over effekten heraf. Merudvaskningen fra tildelt husdyrgødning er meget varierende og afhænger bl.a. af sædskifte, jordtype og husdyrtryk. Meget simplificeret er der ingen eller en megen lille effekt på kvægbrug med megen græs i sædskiftet, mens der er en noget højere effekt på svinebrug med meget korn i sædskiftet. I overslaget fastsættes effekten af planteavlsreglen derfor til 5 kg/DE for svinebrug, mens der ikke regnes med en effekt for malkekvæg. Hvis det anslås at ca. 600.000 DE godkendes i perioden, og ca. 50 % heraf er underlagt planteavlsreglen er 300.000 DE omfattet af planteavlsreglen. Det formodes at ca. halvdelen af godkendelserne omfatter hhv. kvæg og svinebrug altså 150.000 DE for hver, herved fås en udvaskningsreduktion som følge af planteavlsreglen på ca. 750 tons.

### Samlet effekt af skærpede harmonikrav, grundvandsbeskyttelse og planteavlsreglen

Summen af skærpede nitratklasser, grundvandsbeskyttelse og planteavlsreglen bliver således 1100 tons. Herfra skal dog fraregnes effekten af nitratklasser og grundvandsbeskyttelse fra de godkendelser der omfattes af planteavlsreglen. Da det er ca. 50 % af arealet, halveres effekten til 177 tons. Således bliver overslaget af den samlede effekt for hele perioden ca. 900 tons kvælstof. Da 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 undersøgelse af gyldigheden af de antagelser der gøres ift. implementering af virkemidler og udmøntning af planteavlsreglen under miljøgodkendelsesordningen.

Effekten af arealreguleringen foreslås fordelt i forhold til antal DE for svin og kvæg (status 2012) i de 23 oplande.

**Tablet 4.7.2.** Fordeling af effekt på husdyrgodkendelser på oplande. Antal dyreenheder hentet fra [jordbrugsanalyser.dk](http://jordbrugsanalyser.dk)

Opland	Antal DE x 1000 i opland	Effekt af arealregulering
1.1.Nordlige Kattegat	141	54
1.2 Limfjorden	571	217
1.3 Mariager Fjord	37	14
1.4 Nisum Fjord	113	43
1.5 Randers Fjord	162	62
1.6 Djursland	53	20
1.7 Århus Bugt	25	10
1.8 Ringkøbing Fjord	239	91
1.9 Horsens fjord	38	14
1.10 Vadehavet	457	174
1.11 Lillebælt-Jylland	121	46
1.12 Lillebælt – Fyn	56	21
1.13 Odense Fjord	47	18
1.14 Storebælt	40	15
1.15 Sydfynske Øhav	13	5
2.1 Kalundborg Fjord	11	4
2.2 Isefjord og Roskilde Fjord	34	13
2.3 Øresund	3	1
2.4 Køge Bugt	9	3
2.5 Smålandsfarvand	98	37
2.6 Østersøen	23	9
3.1 Bornholm	34	13
4.1 Kruså og Vidå	15	6
Effekt på udvaskning hele landet	2.340	Ca. 900

## 4.8 Kvælstofdeposition

Efter ønske fra Naturstyrelsen er der udarbejdet et estimat over udviklingen i N-deposition i perioden 2012-2020 – dvs. næsten samme periode som baseline dækker. Det vurderes, at denne lille forskydning i tidsperioden ikke giver en væsentlig usikkerhedsfaktor.

Forudsætningen for prognosen er, at Danmark har tilsluttet sig de reviderede emissionskrav for 2020 i Gøteborgprotokollen fra 2012, og dette antages at være den politiske målsætning for emission. I lighed med f.eks. den politi-

ske målsætning for bioforgasning er der ikke foretaget en vurdering af, hvorvidt det er realistisk, at den politiske målsætning er fuldt udmøntet i 2021.

Det er emissionskravene i den reviderede Gøteborgprotokol, der er det væsentligste grundlag for prognosen vedr. N-deposition i 2020. Såfremt de reviderede mål i Gøteborgprotokollen fra 2012 nås, anses prognosen for reduktion i N-depositionen 2020 for rimelig sikker. Der skal dog tages det forbehold, at emissionsfaktorerne for handelsgødning er blevet opdateret i den seneste udgave af EMEP/EEA GB. Det har ikke været muligt tidsmæssigt at inddrage dette i vurderingerne.

**Tabel 4.8.1.** Prognose for ændring i deposition 2012-2020 som samlet deposition på regioner og på dansk areal, samt fordelt pr. ha (beregninger foretaget af Thomas Ellermann, Institut for Miljøvidenskab).

Område	Areal km <sup>2</sup>	Samlet deposition			Samlet deposition kg N/ha		
		2012	2020	Forskel	2012	2020	Forskel
		1000 ton N	1000 ton N	%	kg N/ha	kg N/ha	%
Nordjylland	7.908	10,7	9,1	15	13,5	11,5	15
Midtjylland	13.094	18,5	15,6	15	14,1	11,9	15
Syddanmark	12.130	19,2	16,5	14	15,8	13,6	14
Hovedstaden	2.528	3,1	2,7	15	12,4	12,4	15
Sjælland	7.268	8,4	7,2	14	11,5	11,5	14
Hele landet	42.927	59,9	51,2	15	14	11,9	15

Som det fremgår af tabel 4.8.1 er det gennemsnitlige forventede fald i N-depositionen på ca. 2 kg N/ha i perioden 2012-2020 og er indenfor små nuancer ens for alle regioner. I betragtning af de usikkerheder, der er tilknyttet sådanne prognoser (tekniske og politiske) tages der udgangspunkt i den samme arealeffekt på 2 kg N/ha.

Den estimerede ændring i den samlede deposition stammer fra reduktioner i en række forskellige kilder (forbrænding, landbrug) og desuden fra initiativer taget både i og udenfor Danmark.

Det antages, at marginaludvaskningen er 40 % (samme antagelse som i DJF 2011) for hele arealet. Der kan imidlertid være forskelle i marginaludvaskningen for arealtyper. For arealer med gammel skov/natur kan marginaludvaskningen være mindre. Omvendt vil en reduktion i depositionen på befæstede arealer (veje, tage, pladser m.m.) med udledning resultere i en næsten 100 % effekt i vandmiljøet. Det har indenfor tidsfristen for opgaven ikke været muligt at vurdere, hvorvidt disse to elementer "ophæver" hinanden.

Derfor er der i de fortsatte estimater regnet med en ensartet marginaludvaskning på 40 % for hele landarealet (bemærk, der er ikke lavet estimat af ændring i deposition på vandarealer, herunder marine arealer).

Det fremgår af DMU 2010 og DJF 2011: "Endvidere er det antaget, at ca. 40 % af den afsatte kvælstof udvaskes som gennemsnit for hele landet, men der kan være stor forskel mellem arealtyperne. Denne udvaskningsrate er lidt større end fra handelsgødning (ca. 33 %), idet kvælstofnedfald sker over hele året, det vil sige også på tidspunkter, hvor der ikke er plantevækst til samle kvælstoffet op. Samme udvaskningsrate er også anvendt i forbindelse med evaluering Vandmiljøplanerne (Waagepetersen et al. 2009)"Den fastsatte

marginaludvaskning på 40 % er baseret på ekspertvurderinger og ikke på konkrete målinger eller lign.

Som det fremgår af tabel 4.8.1 falder den samlede N-deposition knap 9.000 ton N frem til og med 2020. Regnes der med en marginaludvaskning på 40 % vil det betyde en reduktion i udvaskningen i 2020 på ca. 3.600 ton N.

Udover et generelt "service eftersyn" vedr. alle elementer i baseline 2021 af beregninger, forudsætninger m.m. midtvejs mod 2021 anbefaler DCE, at der, såfremt der ændres i forudsætningerne for N-depositionen, herunder kravene i Göteborgprotokollen, foretages en fornyet beregning.

#### **Ammoniakemission fra gødningshåndtering**

I Nielsen 2013 er der foretaget en fremskrivning af ammoniakudledningen fra dansk landbrug, herunder udledningen som følge af gødningshåndtering.

Den forventede udvikling i årene 2012-2020, som først og fremmest er knyttet til antallet af landbrug, som opnår og udnytter en miljøgodkendelse, forventes at reducere emissionen af ammoniak i forbindelse med gødningshåndteringen med ca. 2.660 ton NH<sub>3</sub> (ca. 2.200 ton NH<sub>3</sub>-N) eller ca. 4,5 %. Det er antaget, at udviklingen i perioden 2012-2020 er den samme som for baselineperioden 2013-2021.

Husdyrproduktionen udgør i 2012 ca. 85 % af den samlede ammoniakemission fra landbrug (og godt 90 % af NEC opgørelsen).

Med en samlet forventet reduktion i emissionen på ca. 2.200 ton N/år eller 4,5 % for årene 2013-2021 er der tale om marginale ændringer set i det samlede kvælstofregnskab. Der er derfor ikke lavet beregninger over effekten på rodzoneudvaskningen, men alene et meget groft overslag.

I DMU (2010) har Miljøstyrelsen vurderet, at kravene til ammoniakreduktion vil blive opnået via forskellige tiltag vist i tabel 4.8.2:

Det er Miljøstyrelsens vurdering, at denne fordeling stadig vil være gældende.

**Tabel 4.8.2.** %-fordeling af virkemiddel til reduktion af ammoniakemissionen

	<b>Foder</b>	<b>Staldtype</b>	<b>Teknik</b>
Kvæg	0	67	33
Svin	38	18	44

Der anvendes samme antagelse som i DJF 2011, således at ca. 38 % af den ammoniak, der fremkommer fra reduktion i emissionen vil blive udbragt på markerne med den øvrige husdyrgødning.

Antages det,

- at ca. 38 % af reduktionen i ammoniakemission giver anledning til øget udvaskning
- at der ikke reduceres i kvælstofkvoten,
- at alle godkendelser udstedt i perioden 2013-21 er udnyttet i 2021

vil mængden af udbragt N stige med ca. 800 ton N. Antages der videre en marginaludvaskning på ca. 1/3, vil udvaskningen øges med ca. 300 ton N. Da reduktionen i emission fra dansk landbrug er indregnet i reduktionen i

den samlede deposition, skal merudvaskningen på ca. 300 ton N fratrækkes i det samlede regnskab.

#### 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. 3.600 ton N, hvorfra skal trækkes de 300 ton N som følge af merudbragt ammoniak – samlet set ca. 3.300 ton N.

Det fremgår af tabel 4.8.1, 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 4.8.3.

**Tabel 4.8.3.** Fordeling af effekt fra reduceret deposition på oplande. Oplandsarealer fra Jacobsen, 2012.

Opland	Oplandsareal 1000xKm2	Reduceret deposition
1.1 Nordlige Kattegat	267	203
1.2 Limfjorden	759	578
1.3 Mariager Fjord	57	43
1.4 Nissum Fjord	163	124
1.5 Randers Fjord	325	248
1.6 Djursland	101	77
1.7 Århus Bugt	78	59
1.8 Ringkøbing Fjord	349	266
1.9 Horsens fjord	79	60
1.10 Vadehavet	444	338
1.11 Lillebælt-Jylland	237	181
1.12 Lillebælt – Fyn	99	75
1.13 Odense Fjord	119	91
1.14 Storebælt	54	41
1.15 Sydfynske Øhav	76	58
2.1 Kalundborg Fjord	98	75
2.2 Isefjord og Roskilde Fjord	195	148
2.3 Øresund	81	62
2.4 Køge Bugt	100	76
2.5 Smålandsfarvand	345	263
2.6 Østersøen	108	82
3.1 Bornholm	59	45
4.1 Kruså og Vidå	110	84
Hele landet	43.000	3.300

## 4.9 Vådområder

Vådområder kan fjerne nitrat fra gennemstrømmende grundvand, fra drænvand der overrisler eller gennemstrømmer jordmatrix, eller fra vand der oversvømmer et areal. Kvælstoffjernelsen foregår hovedsagelig via denitrifikation, hvor bakterier i iltfrie miljøer omsætter nitrat til frit kvælstof.

Reetablering af vådområder medfører en reduktion af kvælstoftilførslen til vandløb og søer og giver dermed en reduktion i kvælstofbelastningen til havet. Tiltaget kan også påvirke N-udvaskningen fra rodzonen, i det omfang der er ændringer i landbrugsarealets eksisterende gødskning. I bilag 7 findes en mere detaljeret opgørelse af vådområder og effekter fordelt på de forskellige ordninger.

I udkast til vandplaner skal der etableres 10.061 ha kommunale vådområder fordelt på 23 hovedvandoplande (kommunale vådområder i udkast til Vandplaner, Naturstyrelsen 2011a). For de kommunale vådområder er kriteriet for at få tilskud, at kvælstoffjernelsen er mindst 113 kg N/ha jf. bekendtgørelse nr. 853 af 30. juni 2010. Naturstyrelsen modtog ansøgninger om kommunale vådområder på 615,5 og 991,5 ha i henholdsvis 2010 og 2011 (Personlig kommunikation Sophie Winther, Naturstyrelsen). Forundersøgelse af projekter i disse arealer skal vurdere, om projekterne opfylder kriterier for tilsagn til realisering. Fra perioden 2010-februar 2013 er det Naturstyrelsens erfaring, at ca. 15 % af forundersøgelserne viser, at projektet ikke kan opfylde kriterierne, og projektet må opgives.

**Tabel 4.9.1.** Fordeling af areal samt effekt fra vådområder – samlet effekt fra alle ordninger.

Opland	Areal, ha	Effekt, Ton N
1.1 Nordlige Kattegat	0	0
1.2 Limfjorden	4.326	489
1.3 Mariager Fjord	530	60
1.4 Nissum Fjord	409	49
1.5 Randers Fjord	937	106
1.6 Djursland	0	0
1.7 Århus Bugt	0	0
1.8 Ringkøbing Fjord	711	80
1.9 Horsens fjord	249	27
1.10 Vadehavet	0	0
1.11 Lillebælt-Jylland	1.290	145
1.12 Lillebælt – Fyn	176	20
1.13 Odense Fjord	520	59
1.14 Storebælt	35	4
1.15 Sydfynske Øhav	533	60
2.1 Kalundborg Fjord	38	5
2.2 Isefjord og Roskilde Fjord	434	48
2.3 Øresund	0	0
2.4 Køge Bugt	0	0
2.5 Smålandsfarvand	1.554	187
2.6 Østersøen	224	26
3.1 Bornholm	0	0
4.1 Kruså og Vidå	0	0
Hele landet	11.784	1.365

I perioden 2010- februar 2013 er der afsluttet 4 vådområdeprojekter, resten af de projekter, der har fået tilsagn, er under etablering. Bortset fra de 4 etablerede områder, indgår øvrige vådområder derfor i baseline.

Yderligere er der på finansloven for 2012 afsat midler til etablering af ca. 1.600 ha statslige vådområder med en forventet effekt på 113 kg N/ha i kystvande. Disse er indregnet i baseline med en effekt på ca. 180 ton N/år. Områderne er fordelt på oplande i forhold til fordelingen for kommunale vådområder.

#### Private vådområder

Med det formål at forbedre vandmiljø og natur kan der gives tilsagn om etablering af private vådområder jf. bekendtgørelse nr. 952 om tilskud til private virksomheder m.fl. til vådområdeprojekter af 30. juli 2010. For at få tilskud skal ansøger godtgøre at projektet vil medføre, at der netto fjernes mindst 100 kg N/ha inden for projektområdet, beregnet som den gennem-

snitlige forøgede denitrifikation pr. ha inklusiv den reduktion i N-udvaskningen fra projektområdet, der følger af, at den jordbrugsmæssige anvendelse ændres eller ophører. I perioden 2010- februar 2013 er der givet tilsagn til vådområdeprojekter på 514 ha som samlet har en forventet N-fjernelse på ca. 58 tons N (Personlig kommunikation Louise Illum Sørensen, NaturErhvervstyrelsen). Da disse antages endnu ikke at være etableret, indgår disse også i baseline for 2021.

Den samlede effekt af vådområder anlagt i perioden 2013-21 er estimeret til ca. 1.120 ton N fra vådområder i vandplanerne, ca. 180 ton N fra de ekstra vådområder og ca. 58 ton N fra private vådområder - i alt ca. 1.365 ton N.

#### 4.10 Efterafgrøder

Under arbejdet med baseline blev der i begyndelsen af april 2014 indgået et politisk forlig om Vækstplan for Fødevarer (Fødevareministeriet 2014). Af aftalen fremgår vedr. efterafgrøder: *"Der foretages en forenkling af udlæg af efterafgrøder. De målrettede efterafgrøder på 140.000 ha fra 2015 bortfalder. Samtidig er aftaleparterne enige om at forhøje det generelle efterafgrødekrav med 60.000 hektar fra 2015."*

Konsekvensen af denne "tilbagerulning" af efterafgrøderne er, at der nu udlægges ekstra efterafgrøder i alle vandoplande (i modsætning til de målrettede, som kun blev udlagt i oplande med et indsatsbehov i Vandplan I). Desuden udlægges efterafgrøderne i hele oplandet og ikke kun på arealer nedstrøms nederste sø.

Det oprindelige afsnit vedr. efterafgrøder (som blev udarbejdet i forhold til udlæg af 140.000 ha nye efterafgrøder) er bevaret (men fremgår med kursiv), idet enhedseffekter, forbehold m.m. er uændret.

*I udkast til Vandplaner er der målrettet fordelt 140.000 ha yderligere efterafgrøder på de hovedvandoplande, hvor der er et indsatsbehov (i alt 15 oplande). Efterafgrøderne er foreløbig planlagt at skulle placeres i oplande, der ligger nedenfor de nederst placerede søer. Derfor er potentialet for at etablere eftergrøder ud over lovkrevet beregnet for disse oplande. Potentialet for efterafgrøderne er fordelt på bedrifter med over og under 0,8 DE/ha ud fra bedrifternes afgrøder i 2011 samt disse arealers placering på sand og lerjord.*

*Efterafgrødegrundareal for hele landet udgør 1.847.000 ha i 2011. Efterafgrødegrundarealet kan variere fra år til år relateret til det enkelte års afgrødefordeling. Efterafgrødegrundarealet for året 2011 ligger imellem grundlaget på 1.812.900 - 1.860.700 ha opgjort for årene 2008 og 2011 og det er derfor rimeligt at anvende efterafgrødegrundarealet for 2011 som grundlag for placering af yderligere efterafgrøder på 140.000 ha.*

*I evalueringen af implementerede virkemidler (Børgesen et al. 2013) er der redegjort for, hvordan efterafgrøders udvaskningsreducerende effekt er blevet fastlagt. Det fremgår heraf, at effekten først og fremmest bygger på resultater fra markforsøg gennemført i 1980'erne og 1990'erne, og at referencen til efterafgrøderne var ubearbejdet og ubevokset jord, hvor de ubevoksede forsøgsled blev friholdt for ukrudt og spiret spildkorn ved sprøjtning med herbicider.*

*Efter implementeringen af virkemidlet Ingen Jordbearbejdning om Efteråret er referencen i praksis blevet arealer med fremspiret ukrudt og spildkorn. Ukrudt og spildkorn vil optage noget af det kvælstof, der ellers kunne være udvasket. Effekten af efterafgrøder vil derfor være mindre ved sammenligning til denne reference end ved*

sammenligning til ubevokset jord. I perioden efter 2013 er virkemidlet Ingen Jordbearbejdning om Efteråret fuldt implementeret, hvorfor alle efterafgrøder indført efter denne dato må have jord bevokset med spildfrø og ukrudt som reference. Børgesen et al. (2013) konkluderede, at der for nuværende ikke er tilstrækkelig forskningsmæssigt belæg for ukrudt og spildkorns udvaskningsreducerende effekt. Det er imidlertid påvist, at der i økologiske forsøg kan være en ganske betydelig effekt af ukrudt og spildkorn, og da der også er ukrudt og spildkorn på konventionelle marker, må effekterne pr. ha, der er angivet i Børgesen et al. (2013) anses for at være maksimale efterafgrødeeffekter.

**Tabel 4.10.1.** Effekt af efterafgrøder fordelt på oplande (oprindelige 140.000 ha). Tabellen viser potentielt areal for efterafgrøder hhv. opstrøms og nedstrøms nederste sø. Desuden de udlagte efterafgrøder i henhold til vandplan (VP) 1. For to oplande må der udnyttes potentiale opstrøms for at få plads til vandplan-efterafgrøderne.

Område	Potentiale	Vandplaner	Rest potentiale	Potentiale	VP-	Effekt
	Nedstrøm n. sø	Efterafgrøder	Nedstrøm n. sø	Opstrøms n.sø	efterafgr.	Rodzonen
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(tons N)
1.1. Nordlige Kattegat	16.916	0	16.916	395		0,0
1.10. Vadehavet	53.244	0	53.244	21.071		0,0
1.11. Lillebælt-Jylland	8.910	9.582	-672	3.972	672	293,2
1.12. Lillebælt-Fyn	6.517	3.789	2.728	408		112,4
1.13. Odense Fjord	7.285	5.935	1.350	506		174,7
1.14. Storebælt	2.207	930	1.277	1.037		20,6
1.15. Sydfynske	4.604	3.593	1.011	1.039		88,5
1.2. Limfjorden	65.705	52.016	13.689	15.741		2.036,0
1.3. Mariager Fjord	4.875	3.432	1.443	595		138,3
1.4. Nissum Fjord	10.884	3.876	7.008	15.203		159,2
1.5. Randers Fjord	8.166	9.961	-1.795	15.683	1795	336,4
1.6. Djursland	6.809	0	6.809	678		0,0
1.7. Århus Bugt	2.045	1.622	423	2.076		41,7
1.8. Ringkøbing Fjord	50.055	19.083	30.972	10.112		780,9
1.9. Horsens Fjord	2.183	1.871	312	2.609		41,5
2.1. Kalundborg	4.031	0	4.031	4.110		0,0
2.2. Isefjord og Roskilde Fjord	10.435	5.841	4.594	4.018		144,4
2.3. Øresund	1.802	0	1.802	642		0,0
2.4. Køge Bugt	7.301	0	7.301	1.809		0,0
2.5. Smålands-farvandet	31.700	13.822	17.878	13.396		268,3
2.6. Østersøen	14.003	3.840	10.163	625		71,1
3.0. Bornholm	4.131	0	4.131	245		0,0
4.0. Kruså	21.185	0	21.185	847		0,0
I alt		139.193				4.707,2

Effekten af efterafgrøder afhænger endvidere af hvilken afgrøde der sammenlignes med. Effekten i Børgesen et al. (2013) er vurderet i forhold til udvaskningen fra ubevokset ubearbejdet jord. Hvis de ekstra 140.000 ha efterafgrøder ikke indebar et arealkrav, kunne disse arealer også være dyrket med vinterkorn eller andre overvintrende afgrøder. For planteavl- og svine-bedrifter er der en forventning om, at de nuværende og fremtidige regler fortrænger arealet med vinterhvede jf. tabel 4.10.1. Ved dyrkning af vinterhvede vil der i august-september blive foretaget jordbearbejdning forud for såning, som kan øge omsætning og N-frigivelse i jorden sammenlignet med ubearbejdet stubjord. Høvedens optagelse af kvælstof kan muligvis ikke kompensere for den ekstra N-frigivelse. Disse forhold og deres effekt på udvaskningen er vanskelige at kvantificere; men i) jordbearbejdning ved såning af vinterhvede og ii) fremspiret ukrudt/spildfrø kan have modsatrettede virkninger på den estimerede N-udvaskning under de nuværende regler. Det har således betydning hvilken alternativ arealanvendelse der sammenlignes med, når effekten af efterafgrøder skal opgøres.



Jævnfør ovenstående vurderes den samlede effekt i rodzonen på ca. 4700 tons N, svarende til en gennemsnitlig effekt på ca. 33 kg N/ha

De ekstra 60.000 ha generelle efterafgrøder er fordelt på de 23 vandoplande ligeligt i forhold til de hidtidige pligtige efterafgrøder. Der er anvendt en oplandsspecifik udvaskningseffekt. I bilag 6 er vist alle beregnede tal samt forudsætningerne.

**Tabel 4.10.2.** Fordeling af de ekstra 60.000 ha efterafgrøder samt effekten på rodzoneudvaskningen.

Hovedvandområde	Krav efterafgr	Nye efterafgr.	
	Korr til total areal Ha	Fordeling af 60.000 ha	Rodzone tons N i alt
1.1. Nordlige Kattegat	12.972	3.252	119
1.10. Vadehavet	25.263	6.334	257
1.11. Lillebælt-Jylland	15.456	3.875	105
1.12. Lillebælt-Fyn	6.771	1.698	51
1.13. Odense Fjord	7.103	1.781	53
1.14. Storebælt	3.445	864	22
1.15. Sydfynske	4.555	1.142	28
1.2. Limfjorden	46.927	11.766	448
1.3. Mariager Fjord	3.156	791	31
1.4. Nissum Fjord	9.011	2.259	92
1.5. Randers Fjord	18.322	4.594	155
1.6. Djursland	4.909	1.231	43
1.7. Århus Bugt	3.733	936	25
1.8. Ringkøbing Fjord	18.777	4.708	195
1.9. Horsens Fjord	5.479	1.374	37
2.1. Kalundborg	5.012	1.257	28
2.2. Isefjord og Roskilde Fjord	8.385	2.102	51
2.3. Øresund	1.110	278	8
2.4. Køge Bugt	3.831	960	17
2.5. Smålands-farvandet	18.897	4.738	94
2.6. Østersøen	5.763	1.445	27
3.0. Bornholm	3.604	904	19
4.0. Kruså	6.820	1.710	68
SUM	239.300	60.000	1.974

Effekten af de 60.000 ha ekstra efterafgrøder svarer til en reduceret udvaskning på i alt ca. 2000 ton N.

#### 4.11 Slæt i stedet for afgræsning

Med udgangspunkt i bedriftsstrukturen i 2003 og 2008 foretog Kristensen et al. (2011) en vurdering af udviklingen i antal malkekøer og opdræt på græs og deres årlige optag, således at andelen af det afgræssede areal kunne estimeres for 2015.

##### Udvikling i afgræsset areal frem til 2021

Det er meget vanskeligt at forudsige udviklingen frem til 2021, når det tages i betragtning at tendenser for den økologiske mælkeproduktion peger i forskellige retninger. Målet i regeringens Økologiske Handlingsplan 2020 er, at fordoble det økologiske areal i 2020 i forhold til 2007, hvorimod en stigende konkurrenceevne fra de konventionelle landmænd kan forventes at få negativ betydning for udviklingen af det økologiske areal, når mælkekvoten

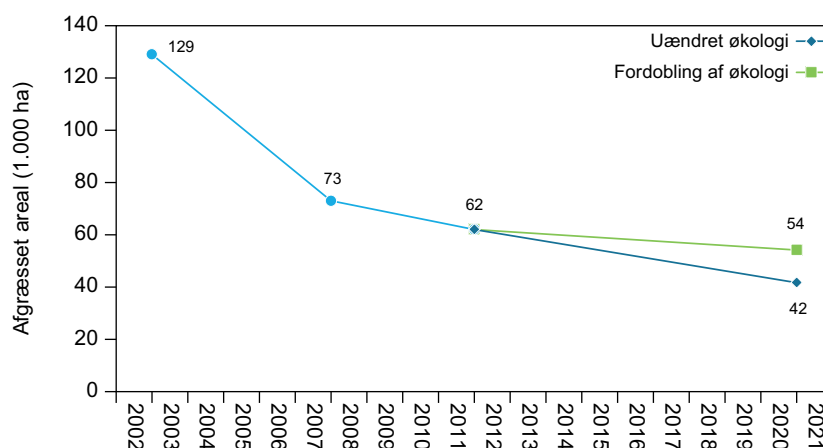
bortfalder i 2015. Disse tendenser ses allerede nu. Omvendt er der forventninger til at eksporten af økologisk mælk til bl.a. Kina vil stige, men hvor meget er endnu usikkert at sige noget om. Da det med disse usikkerheder er umuligt at forudsige udviklingen i det økologiske græsareal frem til 2021, er effektvurderingen foretaget ved to scenarier og efter samme principper som beskrevet i Kristensen et al. (2011), hvor det samtidig er antaget, at omfang af afgræsning i konventionel produktion er som for 2015 (15 % for malkekøer og 40 % for opdræt), jf. Kristensen et al. (2011), idet det også antages, at strukturudviklingen ikke vil medføre nogen væsentlig reduktion i omfanget af afgræsning frem mod 2021 i forhold til estimatet for 2015.

Udviklingen i det afgræssede areal frem mod 2021 er således estimeret for følgende to scenarier:

- uændret andel af økologi,
- fordobling af det økologiske areal, jf. målsætningen Økologisk Handlingsplan 2020.

Begge estimater forudsætter en samlet mælkeproduktion som i 2012 (5.000 mil. kg) og ydelsesstigning pr ko som hidtil resulterende i ca. 10.000 kg pr ko i 2021. På denne baggrund kan udviklingen i det afgræssede areal frem mod 2021 estimeres som vist i figur 4.11.1.

**Figur 4.11.1.** Afgræsset areal i 2003, 2008 og 2012, samt estimater for udviklingen frem til 2021 ved hhv. uændret og fordobling af det økologiske areal.



Det fremgår af figur 4.11.1, at hvis udviklingen fortsætter med nuværende andel af økologi vil det afgræssede areal være reduceret med 20.000 ha i 2021 i forhold til 2012 og med en fordobling af økologi vil det være reduceret med 8.000 ha.

#### Kvælstofeffekter

Ved beregning af kvælstofeffekt er der anvendt en fordeling mellem jordtyper svarende til 85 % af græsarealet på sandjord (JB1-4) og ca. 15 % på lerjord (>JB4), som beskrevet i Kristensen et al. (2011). Slæt i stedet for afgræsning antages at have en effekt på udvaskning fra rodzonen svarende til 10-60 kg N/ha i sandjord og 0-25 kg N/ha i lerjord, som også beskrevet i Kristensen et al. (2011), hvorved en samlet effekt kan beregnes som vist i tabel 4.11.1.

**Tabel 4.11.1.** Reduktion i areal med afgræsning i forhold til 2012 og kvælstofeffekt i 2021 ved uændret eller fordobling af økologi, estimeret for sandjord, lerjord og i alt.

	Uændret økologi			Fordobling af økologi		
	Sandjord	Lerjord	I alt	Sandjord	Lerjord	I alt
Reduktion i areal med afgræsning, ha	17.000	3.000	20.000	6.800	1.200	8.000
Reduktion i udvaskning fra rodzonen ved slæt i forhold til afgræsning, kg N/ha	10 - 60	0 - 25		10 - 60	0 - 25	
Samlet reduktion i udvaskning fra rodzonen, tons N	170 - 1020	0 - 75	170 - 1095	68 - 408	0 - 30	68 - 438

#### Fordeling af effekt på hovedvandoplande

Fordeling af effekt på de 23 hovedvandoplande er foretaget ud fra fordelingen af græs og kløvergræs i omdrift (afgrødekoderne 260 og 263). Datagrundlaget er anmeldte arealer i enkeltbetalingsordningen i høståret 2012.

**Tabel 4.11.2.** Effekt af skift fra afgræsning til slæt i 2021 i forhold til 2012 ved uændret økologi og ved fordobling af økologi fordelt på 23 hovedvandoplande.

Vandopland	Areal med græs og kløvergræs i omdrift, samt andel pr. opland	Effekt i rodzonen, tons N		
		Uændret økologi	Fordobling af økologi	
1,1 Nordlige Kattegat, Skagerrak	18.168	0,06	11 - 68	4 - 27
1,2 Limfjorden	74.196	0,26	43 - 279	17 - 112
1,3 Mariager Fjord	5.426	0,02	3 - 20	1 - 8
1,4 Nissum Fjord	15.618	0,05	9 - 59	4 - 24
1,5 Randers Fjord	18.423	0,06	11 - 69	4 - 28
1,6 Djursland	3.945	0,01	2 - 15	1 - 6
1,7 Århus Bugt	2.568	0,01	2 - 10	1 - 4
1,8 Ringkøbing Fjord	33.149	0,11	19 - 125	8 - 50
1,9 Horsens Fjord	2.590	0,01	2 - 10	1 - 4
1,10 Vadehavet	56.447	0,19	33 - 213	13 - 85
1,11 Lillebælt/Jylland	9.122	0,03	5 - 34	2 - 14
1,12 Lillebælt/Fyn	2.782	0,01	2 - 10	1 - 4
1,13 Odense Fjord	3.044	0,01	2 - 11	1 - 5
1,14 Storebælt	1.051	0,004	1 - 4	0 - 2
1,15 Det Sydfynske Øhav	2.087	0,01	1 - 8	0 - 3
2,1 Kalundborg	2.827	0,01	2 - 11	1 - 4
2,2 Isefjord og Roskilde Fjord	8.245	0,03	5 - 31	2 - 12
2,3 Øresund	3.167	0,01	2 - 12	1 - 5
2,4 Køge Bugt	1.962	0,01	1 - 7	0 - 3
2,5 Smålandsfarvandet	5.995	0,02	4 - 23	1 - 9
2,6 Østersøen	1.743	0,01	1 - 7	0 - 3
3,1 Bornholm	2.472	0,01	1 - 9	1 - 4
4,1 Vidå-Kruså	15.821	0,05	9 - 60	4 - 24
Hele landet	290.850	1,00	170 - 1.095	68 - 438

## 4.12 Udbyttestigninger, markbalance m.m.

En gennemgang af udviklingstendenser i høstede udbytter i perioden 1990-2012 (bilag 2) viser at 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 -1,9 pct. pr. år for græs udenfor omdrift til +1,9 pct. pr. år for vinterraps (tabel 1 i bilag 2).

Den overordnede trend for høstudbytter, hvor der tages højde for det afgrødevægtede udbytte, viser uændrede udbytter i perioden 1990-2004 og en stigning på 2.3 pct. pr. år i 2005-2012, og at der for hele perioden 1990-2012 har været en gennemsnitlig stigning på ca. 0,3 pct. pr. år. Det er vigtigt at understrege at hvis skæringsåret for delperioder i trendanalysen ændres, sker der markante ændringer i beregnet trend i delperioderne. Eksempelvis er de høje udbytter i 2008 og 2009 meget betydende for beregnet udbyttetrend for den forholdsvis korte periode 2005-2012.

Den følgende analyse af historiske udbyttetrends er primært baseret på resultater for hele perioden 1990-2012.

For at kunne relatere høstudbytter (bilag 2) til høstede N mængder er det nødvendigt at bruge en afgrødespecifik kvælstofkoncentration til at bestemme N-udbyttet i hvert af årene. For kornafgrøderne vårbyg, vinterhvede og havre er anvendt årsspecifikke N koncentrationer baseret på målinger og for andre afgrøder, hvor disse oplysninger mangler, er anvendt konstante N koncentrationer gennem perioden. År til år variationen i N koncentration er betydelig (figur 4 i bilag 2) hvilket medfører at mængden af høstet N i mark N-balancen er usikkert bestemt. Trenden i kvælstofkoncentrationen for kornafgrøderne er nedadgående, i overensstemmelse med hvad der kan forventes som følge af reduceret N gødsning igennem perioden 1990-2012.

N-udbytterne for alle marker i landet viser i trendanalysen en svagt aftagende tendens. Denne effekt er overvejende fremkommet som en konsekvens af: 1. Lavere N-indhold i kornudbytterne som følge af aftagende gødningsniveauer i perioden; 2. En svagt stigende tendens i tørstofudbytterne; og 3. Ændringer i arealanvendelsen i perioden mod mere majs og flere marker med kløvergræs i omdrift, alle med generelt højere N udbytter. Idet fremskrivningen i dette kapitel baseres på rammebetingelser (f.eks. uændret N-tilførsel), der ikke fluktuerer på tilsvarende måde som i 1990-2012, er den historiske trendanalyse kun begrænset nyttig for et estimat af fremtidig udvikling i udbytter og N-bortførsel med afgrøder.

Højere udbytter i enkelte afgrøder kan nås igennem fremavl af nye højt-ydende sorter, bedre plantebeskyttelse eller ved øget gødsning.

Fremavl af sorter sigter i dag mod højere tørstofudbytter og bedre resistens mod sygdomme. Sortsudviklingen fokuserer ikke direkte på bedre marginal N udnyttelse og deraf følgende højere N indhold i afgrøden. En sideeffekt af den danske forædlingsindsats ved lave N-niveauer er en forventelig bedre N udnyttelse og en ændring i translokeringen af optaget kvælstof i retning af større mængder N i kernen.

Bedre plantebeskyttelse kan også forøge udbyttet, hvilket vil kræve bedre resistens i afgrøden, øget brug af plantebeskyttelsesmidler og/eller bedre plantebeskyttelsesmidler samt mere fokus på mere rettidig brug af plantebeskyt-

telse. Øget brug af pesticider er ikke i overensstemmelse med målene i pesticidhandlingsplanen.

Der er igennem de sidste årtier indført regler for efterafgrøder på alle landbrug så der i 2011 var ca. 211.000 ha registrerede efterafgrøder. Ompløjning af efterafgrøder medfører at jorden modtager store mængder organisk bundet kvælstof, der over tid vil føre til en øget mineralisering og potentielt kan virke som gødning for de efterfølgende afgrøder. Den fulde effekt af dette vil ikke være indtruffet endnu. En indførelse af yderligere 60.000 ha efterafgrøder i 2015/16 vil kunne øge N optagelsen i afgrøderne.

En stigning i det samlede N-udbytte på landsplan kan fremmes ved at afgrødefordelingen i landet ændres, så der dyrkes flere afgrøder med højt N-udbytte som f.eks. græsafrøder eller afgrøder med en bedre marginal N optagelse af tilført og mineraliseret N i jorden. En anden mulighed kan være at arealanvendelsen går mod flere N-fikserende afgrøder der kan forøge N udbyttet, uden at der skal tilføres ekstra N med gødning. I bilag 1 vurderer VFL dog, at arealanvendelsen ikke forventes ændret væsentligt igennem perioden og at der ikke forventes væsentlige ændringer i retning mod flere N-fikserende afgrøder.

Endelig kan det fremhæves at kornpriserne i de seneste år har været relativt høje sammenlignet med et lavt prisniveau i 1990'erne og frem til 2006. Hvis kornpriserne kan antages at holde niveauet i de kommende år, kan de skabe øget incitament til forøget fokus på forbedret dyrkningspraksis med et mål om højere høstudbytter (Finger, 2010). Idet mængden af N gødskning antages konstant i perioden 2013-2021 i dette notat, forventes gødskning ikke selvstændigt at kunne føre til højere N optagelse i afgrøderne. Derimod kan ændringer i dyrkningsteknologier gennem bedre og mere rettidig tildeling af gødning og øget fokusering på andre udbyttebegrænsende faktorer (herunder mikronæringsstoffer, jordbearbejdning plantebeskyttelse) medvirke til højere N udnyttelse.

Det er tidligere estimeret, at der ved øget fokus på dyrkningsteknologier og igennem sortsudvikling kan forventes en jævn stigning i afgrødeudbytter med omkring 0,7 % per år mellem 2010 og 2050 (Dalgaard et al. 2011). En teknologi- og avlsbaseret udbyttestigning af samme størrelsesorden blev estimeret for vinterhvede i Petersen et al. (2010). De nævnte stigninger i udbytter er estimeret med nogenlunde de samme rammebetingelser, som er gældende for baseline (f.eks. uændret klima, uændret N-tilførsel eller samme afgrødefordeling). Den tilsvarende stigning i N udbytter vil være noget mindre og formodentlig højst 40 % af stigningen i tørstofudbytterne.

Størrelsen af N-udbyttestigningen frem til 2021 er usikker og estimeres derfor som et interval fra 0 % til 0,3 % per år. Stigningen vil være meget svær at dokumentere i markbalancerne, idet variationen fra år til år vil være betydeligt større end 0,3 %.

Effekten af et øget N udbytte vil slå igennem på N-udvaskningen afhængig af, hvordan det øgede N-udbytte opnås. Hvis der er tale om translokering i planten, vil effekten i rodzonen være minimal. Hvis øget N bortførsel sker i form af øgede N udbytter, slår det fuldt igennem på samme måde, som hvis der er tale om reduceret handelsgødning. Hvis effekten virker som en grøngødningseffekt fra efterafgrøder, vil effekten være beskeden, da den allerede er indregnet i virkningen af efterafgrøden.

Samlet vurderes effekten i rodzonen at ligge mellem 30 % og 50 % af det øgede N-udbytte i afgrøden.

### Effekt

Det estimerede interval for N-effekt i rodzonen som følge af udbyttestigninger ligger dermed mellem 0 ton N og effekten beregnet ved 0,3 % stigning i N-udbytte pr. år og 50 % rodzoneeffekt. Det samlede landbrugsareal, fra regnet brak og udyrkede arealer samt fra regnet varige græsarealer, var omkring 2.427.000 ha i 2011 (Børgesen et al. 2013). Endvidere var det gennemsnitlige N udbytte i 2012 på 112 kg N/ha (bilag 2). Med N-udbyttestigninger på op til 0,3 % per år beregnes en stigning på op til 3,06 kg N/ha over perioden 2013-2021, svarende til en udbyttestigning på 7.428 ton N på det intensive landbrugsareal i perioden. Ved en rodzoneeffekt på 30-50 % svarer det til en reduceret N udvaskning i intervallet 2.228-3.714 ton N. I tabel 4.12.1 er udbyttestigninger og rodzoneeffekter fordelt på hovedvandoplande i forhold til landbrugsarealets andel af det samlede landbrugsareal, opgjort vedr. 2011 og ved en rodzoneeffekt på 40 %.

Effektintervallet, der fremgår af tabel 4.12.1, er baseret på en række antagelser, hvori udvikling i prisniveau, teknologiske fremskridt osv. indgår. Estimatet er derfor usikkert og arbejdsgruppen anbefaler, at udviklingen i de underliggende parametre følges i de kommende år og at estimatet f.eks. i 2017 tages op til evaluering.

**Tabel 4.12.1.** Estimeret udbyttestigning og estimeret rodzoneeffekt af udbyttestigninger, 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	0-371	0-149
1.10. Vadehavet	0.11	0-817	0-565
1.11. Lillebælt-Jylland	0.06	0-446	0-30
1.12. Lillebælt-Fyn	0.02	0-149	0-119
1.13. Odense Fjord	0.03	0-223	0-208
1.14. Storebælt	0.01	0-74	0-59
1.15. Sydfynske	0.02	0-149	0-59
1.2. Limfjorden	0.19	0-1.411	0-238
1.3. Mariager Fjord	0.01	0-74	0-59
1.4. Nissum Fjord	0.04	0-297	0-327
1.5. Randers Fjord	0.07	0-520	0-178
1.6. Djursland	0.02	0-149	0-59
1.7. Århus Bugt	0.02	0-149	0-89
1.8. Ringkøbing Fjord	0.08	0-594	0-30
1.9. Horsens Fjord	0.02	0-149	0-59
2.1. Kalundborg	0.02	0-149	0-59
2.2. Isefjord og Roskilde Fjord	0.04	0-297	0-119
2.3. Øresund	0.01	0-74	0-30
2.4. Køge Bugt	0.02	0-149	0-59
2.5. Smålandsfarvandet	0.09	0-669	0-267
2.6. Østersøen	0.03	0-223	0-89
3.0. Bornholm	0.01	0-74	0-30
4.0. Kruså	0.03	0-223	0-89
	1	0-7.428	0-2.971

### 4.13 Samlet opgørelse af baseline 2021 på landsplan og fordelt på hovedvandområder.

I tabel 4.13.1 og er de samlede effekter af virkemidler m.m. opgjort på hovedvandområder.

Det skal understreges, at der er en varierende usikkerhed for de enkelte elementer på de nationale opgørelser og at denne usikkerhed vil stige ved en fordeling ud på de 23 hovedområder.

I opgørelserne er der gengivet de estimerede vedr. økologisk areal (og dermed også slæt i stedet for afgræsning), deposition, efterafgrøder og bioforgasning, som fremkommer ud fra de politiske målsætninger for området. Arbejdsgruppen har ikke i den sammenhæng vurderet, hvorvidt de politiske målsætninger kan være opfyldt i 2021.

**Tabel 4.13.1.** Fordeling af effekter på oplande (kun virkemidler med en effekt medtaget). De angivne størrelser (ton N) er de estimerede og dermed ikke et udtryk for sikkerheden på estimerne. \*Indregnet som det scenarie, der er politisk målsætning.

Opland	Teknisk justering	Randzoner	Energi-afgrøder	Økologisk areal*	Miljøgodkendelser	N-deposition*	Efterafgrøder*	Slæt*	Udbytter	Samlet reduktion udvaskning	Våd-områder
1.1 Nordl. Kattegat	259	87	4-8	42-71	54	203	119	4-27	0-149	772-977	0
1.2 Limfjorden	1.045	261	10-19	221-376	217	578	448	17-112	0-565	2.797-3.621	489
1.3 Mariager Fjord	57	12	<1	26-45	14	43	31	1-8	0-30	184-240	60
1.4 Nissum Fjord	267	65	3-5	78-133	43	124	92	4-24	0-119	676-872	49
1.5 Randers Fjord	351	57	2-3	70-119	62	248	155	4-28	0-208	959-1231	106
1.6 Djursland	83	18	1-2	20-34	20	77	43	1-6	0-59	264-342	0
1.7 Århus Bugt	72	8	<1	19-32	10	59	25	1-4	0-59	194-269	0
1.8 Ringkøbing Fjord	567	132	7-12	171-290	91	266	195	8-50	0-238	1.437-1.842	80
1.9 Horsens Fjord	101	12	<1	12-21	14	60	37	1-4	0-59	237-308	27
1.10 Vadehavet	774	201	4-7	198-337	174	338	257	13-85	0-327	1.960-2.501	0
1.11 Lillebælt/Jylland	346	36	<1	54-91	46	181	105	2-14	0-178	770-997	145
1.12 Lillebælt/Fyn	115	12	<1	10-17	21	75	51	1-4	0-59	285-354	20
1.13 Odense Fjord	123	15	1-2	16-27	18	91	53	1-5	0-89	318-423	59
1.14 Storebælt	47	5	<1	6-10	15	41	22	0-2	0-30	136-172	4
1.15 Sydfynske Øhav	80	9	<1	9-16	5	58	28	0-3	0-59	189-258	60
2.1 Kalundborg	76	11	<1	25-42	4	75	28	1-4	0-59	220-299	5
2.2 Isefjord/Roskilde Fjord	162	20	1-2	55-93	13	148	51	2-12	0-119	452-620	48
2.3 Øresund	30	6	<1	13-22	1	62	8	1-5	0-30	121-164	0
2.4 Køge Bugt	71	7	<1	9-15	3	76	17	0-3	0-59	181-249	0
2.5 Smålandsfarvand	329	45	1-2	26-44	37	263	94	1-9	0-267	795-1.089	187
2.6 Østersøen	107	13	<1	18-31	9	82	27	0-3	0-89	256-361	26
3.1 Bornholm	55	7	<1	8-14	13	45	19	1-4	0-30	148-187	0
4.1 Kruså-Vidå	201	72	2-3	93-158	6	84	68	4-24	0-89	530-705	0

## 5 Effekter på fosfortab

Det er ikke muligt at lave et samlet estimat for effekter på fosforoverskud og –tab hverken nationalt eller på oplandsniveau, da effekterne af langt de fleste tiltag ikke kan kvantificeres. Dog er det sådan, at der for mange tiltag/virkemidler vurderes at være en beskeden positiv effekt på fosfortabet. En oversigt er sammenstillet i tabel 5.1.

**Tabel 5.1.** Samlet oversigt over hvordan tiltagene påvirker fosforoverskud og –tab. Positiv effekt betyder at fosforoverskud/-tab reduceres

<b>Virkemiddel/tiltag</b>	<b>Effekt på fosforoverskud</b>	<b>Effekt på fosfortab</b>
5.1 Teknisk justering af normsystem	Lille negativ effekt	Lille negativ effekt pga. øget overskud Lille positiv effekt pga. mindre erosions- og udvaskningstab fra udtagne risikoarealer
5.2 Randzoner	Lille negativ effekt	3 – 19 ton P/år hvis randzonen høstes.
5.3. Energiafgrøder	Ingen effekt	Lille positiv effekt
5.4. Økologisk jordbrug	Lille positiv effekt	Lille positiv effekt
5.5 Biogas	Mulig lille positiv effekt	Ubetydelig positiv effekt
5.6 MVJ ordninger	-	-
5.7. Husdyrgodkendelser	Beskeden positiv effekt	Ingen effekt
5.8. Vådområder	Ingen effekt	Ikke vurderet
5.9. Efterafgrøder	Ingen effekt	Beskeden positiv effekt
5.10. Udvikling i udbytter	Mulig positiv effekt	Mulig positiv effekt
5.11 Slæt i stedet for græsning	Ingen effekt	Beskeden positiv effekt

### 5.1 Teknisk justering af normsystem

Baggrunden for dette virkemiddel er, at der hvert år er et areal, der udgår af landbrugsmæssig drift som følge af arealbehov til infrastruktur, skovrejsning m.m. I modsætning til kvælstof, hvor der sker en regulering af den samlede kvælstofkvote, sker der ingen regulering af det samlede fosforforbrug.

#### Fosforoverskud

Under forudsætning af at mængden af husdyrgødning P er uændret og at husdyrgødningen vil blive udbragt på et mindre areal end før (og ikke fortrænge handelsgødning) vil fosforoverskuddet opgjort i absolutte tal (ton for landet) øges, idet udnyttelsen af fosfor i husdyrgødning reduceres, når husdyrgødningen udbringes på et mindre areal, hvor der samtidig vil ses en større fosforophobning end der sker i dag (Ræsonnementet er det samme, som for virkemidlet "Udtagning af højbundsjord" i Nordemann-Jensen et al. 2013).

#### Fosfortab

En øget fosforophobning i landbrugsjorden vil alt andet lige på sigt øge tabspotentialt fra disse arealer.



Såfremt den tekniske udtagning sker på erosionstruede arealer vil fosfortabet kunne reduceres med 0,06-0,25 kg P/ha (Schou et al. 2007; Poulsen og Rubæk 2005), hvis arealet overgår til en permanent bevoksning eller anden erosionsbeskyttende anvendelse. Udtages arealer på højbundsjord, hvor der er risiko for fosfortab via vandafstrømning gennem makroporer til dræn skønnes tabet at kunne reduceres med 0,05 – 0,25 kg P/ha, en effekt der hidhører fra ophør af dyrkning og jordbearbejdning (Rubæk et al. 2010). Risikoarealer forventes kun at udgøre en beskedent andel af de arealer der udtages teknisk. Den samlede effekt vil derfor være meget beskedent og kan ikke kvantificeres, da vi ikke kender sammenfaldet mellem risikoområder og potentialet for udtagning.

## 5.2 Randzoner

DCE har i samarbejde med DCA, Aarhus Universitet foretaget en revurdering af effekten af randzoner (Kronvang et al. 2010) i forhold til et notat udarbejdet af DMU i november 2008 (Kronvang & Andersen 2008), hvor effekten af randzoner blev vurderet til at ligge i intervallet mellem 70 og 250 ton P/år. Det er estimerne fra 2008, der er indregnet i vandplanerne.

Kronvang (2010) påpeger, at effekten af randzoner er mindre end tidligere antaget og at der er tilknyttet nogle forudsætninger for at opnå en væsentlig effekt. I denne sammenhæng bør det nævnes, at en af forudsætningerne i begge notater er en årlig fjernelse af plantemateriale. Det seneste notat estimerer en reduktion på 6 – 38 ton P/år. Effekten af randzoner kan øges til 17 – 120 tons P/år under forudsætning af, at der plantes træer i 10 % af randzonerne.

Denne vurdering af effekten i forhold til fosfor er lavet før den politiske aftale i april 2014. Det kan som en foreløbig vurdering antages, at effekten af randzonerne er ca. det halve, dvs. en effekt på 3-19 ton P stigende til 9-60 ton P, såfremt der plantes træer langs vandløbene.

## 5.3 Energiafgrøder

### Fosforoverskud

Pil forventes at bortføre 8-10 kg P årligt og det antages at pil typisk vil blive gødet med husdyrgødning i høståret og med handelsgødnings-N alene i andet vækst-år. Denne gødningsstrategi vil stort set føre til en neutral fosforbalance for arealet (DJF 2011). Et øget areal med energiafgrøder som pil og lignende forventes derfor ikke at have væsentlig indflydelse på fosforoverskuddet og dets fordeling.

I Nordemann et al. (2013) er effekten på fosforoverskuddet af energiafgrøder som virkemiddel vurderet anderledes idet der indgik en forudsætning om at energiafgrøderne ikke gødes med husdyrgødning, men med handelsgødningsfosfor til balance.

### Fosfortab

I det omfang arealer i omdrift, der har et erosionsbetinget tab af fosfor, erstattes af flerårige energiafgrøder som pil, poppel, elefantgræs og andre græsser med en lang kulturperiode, vil fosfortabet kunne nedsættes. I Schou et al. (2007) og Poulsen og Rubæk (2005) er reduktion af erosionsbetingede tab generelt sat til 0,06-0,25 kg P/ha. Det er dog vigtigt at bemærke, at dette skøn er gjort ud fra begrænsede ældre data, som ikke omfatter energiafgrøder som pil, poppel og elefantgræs. Den samlede effekt på landsplan kan ik-

ke kvantificeres, da vi ikke kender sammenfaldet mellem arealer med risiko for erosion og det areal hvor der vil blive dyrket energiafgrøder.

#### **5.4 Udvikling i økologisk areal**

Nielsen (2005) og Kristensen og Hermansen (2009) finder, at fosforoverskuddet for økologisk mælkeproduktion er ca. det halve af en konventionel mælkeproduktion.

Da fosforoverskuddet hidrører fra selve malkekvægsbesætningen og ikke fra handelsgødningsfosfor må det forventes, at der stadig er et fosforoverskud i en økologisk mælkeproduktion, men at det er betydeligt mindre end i en konventionel produktion.

Et lavere overskud ved at gå fra en konventionel til en økologisk mælkeproduktion vil ikke fjerne risikoen for et fosfortab, men øge den tid der går, før en mætning opstår.

Øget økologisk mælkeproduktion vil øge arealet der dyrkes med græs. I det omfang det øgede græsareal falder sammen med risikoområder for erosion vil risikoen for fosfortab via erosion mindskes (samme ræsonnement som beskrevet under 5.1 udtagning). Effekten vil være beskedent og kan ikke kvantificeres.

#### **5.5 Biogas**

Øget behandling af husdyrgødning på biogasanlæg giver mulighed for en mere hensigtsmæssig fordeling af husdyrgødningsfosfor, således at husdyrgødnings P kan fortrænge handelsgødnings P der anvendes på planteavlbrug. Såfremt en sådan omfordeling sker, vil bioforgasning have en beskedent positiv effekt på fosforoverskuddet. Omvendt kan ekstra tilførsel af organisk gødning og affald med højt indhold af P (f.eks. fast gødning og fiberfraktion) til biogasanlæg medføre en opkoncentrering af P i forhold til N i den afgassede gødning. Hvis der ikke kompenseres herfor kan det medføre øget P overskud på arealer der modtager afgasset gødning. Effekten kan ikke kvantificeres (Sørensen og Vinther 2012).

#### **Fosfortab**

Afgasset gylle infiltrerer bedre i jorden. Dette kan teoretisk bidrage til at reducere direkte tab af nyudbragt gylle via erosion og makroporestrømning. Denne effekt forventes dog at være ubetydelig under gældende danske forhold og den er ikke kvantificerbar.

#### **MVJ ordninger m.m.**

NAER har oplyst, at der ikke forventes ændringer i forhold til de arealer (i alt 117.000 ha), der i 2013 er underlagt MVJ ordninger – derfor heller ingen ændringer i forhold til fosfortab.

#### **5.6 Husdyrgodkendelser**

Af DMU (2010) fremgår vedr. fosfor:

I bekendtgørelsen om tilladelse og godkendelse af husdyrbrug stilles der krav til fosforoverskuddet på dræned arealer, der ligger inden for oplande, der afvander til Natura 2000 vandområder, som er overbelastet med fosfor. Arealer uden for disse oplande henregnes til P klasse 0, hvor der ikke stilles krav til fosforoverskud, mens der inden for oplandene til Natura 2000 oplande gælder en række regler.

P klasse 0	For arealer på drænedede lerjord med et fosfortal under Pt 4 stilles ingen krav til fosforoverskud.
P klasse 1	For arealer på drænedede lerjord hvor fosfortal er mellem Pt 4,0-6,0 stilles krav om at fosforoverskuddet maksimalt må øges med 4 kg P/ha i efter-situationen.
P klasse 2	På lavbundsarealer stilles krav om at fosforoverskuddet ikke må øges uanset fosfortal. Hvis fosforoverskuddet i før-situationen er negativ er der dog kun krav om fosforbalance i efter-situationen.
P klasse 3	For arealer på drænedede lerjord, hvor fosfortallet er over Pt 6, stilles krav om fosforbalance på det pågældende udbringningsareal.

Bekendtgørelsen foreskriver, at fosforbalancen skal beregnes ud fra normtal for husdyrgødning, og fraført fosfor med afgrøderne skal beregnes ud fra standardsædskifter. Der er altså tale om en markbalance.

I henhold til udtræk fra Miljøstyrelsens IT-ansøgningssystem pr. 1. juni 2010 er der i alt foretaget godkendelser for 571.000 ha. Her falder 91 % i P klasse 0, og henholdsvis 2, 3 % og 4 % i P klasse 1, 2 og 3. Det er ikke muligt at kvantificere miljøeffekten i forhold til fosfor på baggrund af det foreliggende dataudtræk, men den skønnes at være yderst beskedent, idet det er en ganske beskedent andel af arealerne der falder i fosforklasser hvor der reguleres, samtidig med at reguleringen aldrig er strammere end at arealet skal have fosforbalance.

Såfremt fordelingen mellem fosforklasserne stadig er gældende, må det forventes, at effekten af miljøgodkendelser (omfattende ca. 25 % af dyreenhederne) i perioden 2013-21 i forhold til fosfortab vil være meget begrænset på landplan, men at den vil kunne have betydning på et lokalt opland til f.eks. en sø.

## 5.7 Vådområder

Danske lavbundsarealer omfatter organogene jordarter (tørv og gytje med >10 % organisk materiale i de øverste 30 cm), mens det resterende minerogene lavbundsareal overvejende består af mere sandede jordarter. Undersøgelse af 1315 organogene og 2064 minerogene danske lavbundslokaliteter har vist variationer i total P (TP) i de øverste 30 cm fra <200 til >10.000 mg/kg (Kjærgaard et al. 2010). Det gennemsnitlige TP indhold er hhv. 910 mg/kg og 1286 mg/kg for minerogene og organogene lavbundslande, mens 10 % har TP indhold på  $\geq 4825$  mg/kg og  $\geq 1800$  mg/kg for henholdsvis organogene og minerogene lokaliteter. En grov tilnærmelse viser, at ca. 21-23 % af lavbund-jordens TP indhold er bundet til let reducerbare jernoxider, der frigiver fosfor under vandmættede iltfrie forhold – netop de forhold der er betingelser for N-reduktion. På den baggrund skal der ved reetablering af såvel N-vådområder som P-ådale laves en vurdering af potentiel risiko for fosfortab i henhold til risikovurderingen beskrevet i P-ådalsvejledningen (Kronvang et al. 2011). Tabsrater for fosfor fra reetablerede vådområder afhænger af geokemi og hydrologien i vådområdet (Kjærgaard & Forsmann, 2013). Beregning af kvantitative estimater for fosfortab fra reetablerede vådområder fremgår af ny vejledning til estimering af fosfortab (Hoffmann et al. 2013).

Effekten i forhold til fosfor er således meget lokalitetsafhængig, hvorfor en generel vurdering af effekten ikke er foretaget.

## 5.8 Efterafgrøder

Et øget areal med efterafgrøder vil ikke have indvirkning på fosforoverskuddet.

Tabet af fosfor ved erosion på erosionstruede arealer er afhængigt af jordoverfladens beskaffenhed og af plantedækket. Undersøgelser peger på, at tab af jord ved erosion er tiltagende med følgende efterårsbevoksninger: etablerede græsmarker, stubmarker, pløjede marker, vintersæd (Poulsen og Rubæk 2005; Schjønning et al. 2009). Veletablerede efterafgrøder herunder specielt forårsudlagt græs og græsfrøarealer, der anvendes som efterafgrøder, forventes derfor at reducere omfanget af erosion og dermed fosfortabet. Veletablerede korsblomstrede efterafgrøder må ligeledes forventes at begrænse erosion og fosfortab, med mindre den erosionsforårsagende nedbør kommer lige efter etablering (Schou et al. 2007; Rubæk og Jørgensen 2011).

Effekten på fosfortabet kan dog ikke kvantificeres.

## 5.9 Udvikling i udbytter

En eventuel stigning i udbytter vil øge bortførelsen af fosfor med afgrøderne og bevirke et mindre fosforoverskud på specielt husdyrbrug. På planteavlbrug må det forventes, at en øget bortførelse på sigt vil resultere i en større tilførsel af mineralsk fosfor.

En mulig udbytteeffekt på fosfortab er ikke kvantificeret.

## 5.10 Slæt i stedet for afgræsning

Virkemidlet vurderes ikke at påvirke fosforoverskuddet, men alt andet lige, kan der forventes en beskedent positiv effekt på fosfortabet, som opstår fordi afsætning af gødning ved afgræsning sker "punktvis" (Jørgensen et al. 2011). Da effekten pr hektar forventes at være beskedent og da udviklingen af arealer der går fra afgræsning til slæt er beskedent skønnes den samlede effekt dog at være meget beskedent.

## 6 Effekter på natur

Naturindholdet er alene vurderet i forhold elementernes indvirkning på den terrestriske natur. Derimod er der ikke vurderet på de effekter, der evt. hidrører fra en mindsket næringsstofftilførsel til vandområder, som følge af en implementering af elementerne i baseline. Vurderingerne bygger primært på Nordemann Jensen, 2013.

### 6.1 Teknisk justering af normsystem

Den væsentligste andel af den tekniske justering af normsystemet er inddragelse af omdriftsarealer til byudvikling og infrastruktur. Der kan forventes en beskeden forøgelse af bynaturen, der næppe vil have nogen effekt på biodiversiteten generelt. En mindre del af det udtagne areal går til skovrejsning. Nye skove har en meget begrænset værdi som levested for sårbare og sjældne vilde dyr og planter og vil først efter mange år (hundrede år eller mere) kunne fungere som levested for rødlistede arter knyttet til gamle træer og dødt ved. Bevarelse og udvidelse af det meget begrænsede areal med gamle træer vil have meget stor værdi for biodiversiteten i Danmark (Ejrnæs 2010).

Selvetableret skov, gerne lysåben græsningsskov, kan i biodiversitetssammenhænge sammenlignes med udtagning af landbrugsjord, og her gælder ligeledes, at effekten bliver størst, hvis de udtagne arealer understøtter, beskytter og udvider eksisterende værdifulde naturarealer.

### 6.2 Randzoner

Nøglen til aktivt at forbedre biodiversiteten i randzoner og vandløb vil være en udlægning, hvor der lokalt tages udgangspunkt i den eksisterende natur i nærheden, næringsstofpåvirkningen og næringsstofpuljen i jorden samt vandløbets udformning.

For at opnå positive effekter på biodiversiteten ved udlægning af randzoner, kan det medføre at vandløbenes fysiske udformning skal ændres. Velfungerende overgangszoner mellem land og vand, hvor vandløbsbunden hæves, og der dermed skabes mulighed for at øge samspillet mellem land og vand, kan i høj grad være medvirkende til at sikre god økologisk tilstand i vandløb. Opvækst af træer langs små vandløb og grøfter vil, ud over at give en stabilisering af brinken, også mange steder være den rigtige løsning til at sikre en højere biodiversitet, fordi trævegetation bortskygger den høje og ensformige urtevegetation, der vokser frem, når der er mange næringsstoffer i jorden. Samtidig vil træer kunne bidrage til at øge den fysiske variation i vandløbet til glæde for vandløbets dyr og skærme vandløb for store temperaturudsving.

### 6.3 Energiafgrøder

De eksisterende undersøgelser af naturindholdet, herunder bidrag til at øge biodiversiteten, i områder med flerårige energiafgrøder, herunder produktion af træ (pil), viser, at energiafgrødedyrkning i form af pil og poppel er bedre for biodiversiteten af de fleste undersøgte organismegrupper end dyrkede enårige marker. Eksempler på positive effekter er tidlige pollenressurser ved piledyrkning til brug for vilde bier, uforstyrret habitat for fugle og pattedyr i yngletiden og opbygning af kulstof i jordbunden til jordbundsdyr og mikroorganismer. Biodiversitetseffekten vil kunne forøges ved

dyrkning af naturligt hjemmehørende arter af pil, rød-el og poppel, ved forøgelse af omdriftstiden og ved friholdelse fra gødning og sprøjtegifte.

Energiafgrøder har primært en positiv effekt på i forvejen relativt almindelige arter, og bidraget til den mere truede biodiversitet kan forventes at være yderst beskedent.

#### **6.4 Udvikling i økologisk areal**

Dyrkningsfladen på økologiske brug har typisk et højere naturindhold end tilsvarende konventionelle bedrifter (Tybirk & Alrøe 2001). Tilsvarende har småbiotoper og hegn også ofte et højere naturindhold pga. den mindskede påvirkning fra omgivelserne i form af handelsgødning og sprøjtemidler. Men i begge tilfælde gælder det at det øgede naturindhold ofte er relativt almindelige arter, der kun bidrager beskedent til den overordnede biodiversitet, men dog forøger agerlandets naturindhold.

#### **6.5 Biogas**

Bioforgasning af gødningen vil ikke i sig selv have indvirkning på naturforholdene.

#### **6.6 MVJ ordninger m.m.**

Landmænd kan søge tilskud til pleje af græs og naturarealer både uden for og inden for Natura 2000-områder med det formål at beskytte og forbedre landskabelementer, biotoper og biodiversitet.

Ordningen er beskrevet i bekendtgørelse nr. 83 af 30. januar 2013 om tilskud til pleje af græs- og naturarealer. Der ydes tilskud til pleje af eksisterende græsarealer men også arealer, der omlægges til græsarealer. Ifølge bekendtgørelsen prioriteres ansøgningerne i forhold til arealernes naturværdi, og om arealerne i forvejen indgår i et Natura 2000-projekt, er et § 3-areal, gen- tegning af græstilsagn eller arealer, der er særligt udpeget som yngle- og rast- område for padder. Der er ikke oplysninger om størrelsen af arealet, der går fra omdrift til denne ordning, men ud fra de prioriterede kriterier vil det formentligt overvejende være eksisterende natur eller permanente græsarealer, der opnår tilskud.

NAER har oplyst, at det samlede areal, der ydes tilskud til ikke forventes ændret i perioden frem til 2021.

Det vurderes, at ordningen i mange tilfælde vil være en forudsætning for at opretholde og i nogle tilfælde forbedre naturindholdet på de eksisterende naturarealer. Samtidig vil ordningen kunne medvirke til at forbedre naturindholdet på de permanente græsarealer. Den støtteberettigede pleje omfatter både maskinel høslæt og helårsgræsning med ekstensive racer og ordningens effekt på biodiversiteten vil afhænge af om den valgte plejeform understøtter naturværdierne på det enkelte areal.

#### **6.7 Husdyrgodkendelser**

Husdyrgodkendelser vil ikke i sig selv have indvirkning på naturforholdene.

##### **Reduceret N-deposition**

En af de væsentligste presfaktorer for mange terrestriske naturtyper er tilførslen af kvælstof via atmosfærisk nedfald. En reduktion i depositionen, som forventet på i gennemsnit 2 kg N/ha frem til 2020, vil nedsætte presset

på mange naturtyper. Det har ikke været tidsmæssigt muligt nærmere at vurdere dette i forhold til forskellige naturtyper, men der er ikke tvivl om at en generel nedsættelse vil komme de mest sårbare naturtyper mest til gode, fx højmoser, hede og rigkær. Effekten vil afhænge af de lokale depositionsforhold og den lokale fordeling af naturtyperne.

## **6.8 Vådområder**

I vurderingen af mulighederne for naturindhold i vådområder er det væsentligt at holde sig formålet for øje – nemlig af fjerne næringsstoffer. Effektiviteten af et sådant vådområde afhænger derfor af den mængde næringsstof, der kan tilføres området.

Vådområderne forventes derfor primært at omfatte næringsberigede arealer, hvor konkurrencesterke plantearter hurtigt vil dominere. Områderne vil derfor have en meget ringe værdi som levesteder for sårbare og truede arter. Hvis vådområdeprojekterne anlægges i områder med eksisterende natur, er der en risiko for at næringsfattige naturområder, som er levested for sjældne og truede arter, herunder trykvandspåvirkede områder, vil blive beriget med næringsstoffer og miste biodiversitetsværdier. Næringsrige vådområder med frit vandspejl kan have værdi som levested for fugle og padder, men generelt er næringsrige søer ikke en truet arealresurse for biodiversiteten i Danmark.

For at optimere vådområdernes værdi for biodiversiteten, vil det, for ikke vanddækkede arealer, være hensigtsmæssigt at holde vegetationsdækket delvist åbent ved græsning eller høslæt.

## **6.9 Efterafgrøder**

Et øget areal med efterafgrøder vil ikke i sig selv have indvirkning på naturforholdene.

## **6.10 Udvikling i udbytter**

Udviklingen i udbytter vil i sig selv ikke have indvirkning på naturforholdene.

## **6.11 Slæt i stedet for afgræsning**

Det forudsættes, at de arealer, der overgår fra græsning til slæt, omlægges ca. hvert 3. år. Der vil derfor ikke være nogen indvirkning på naturforholdene.

## 7 Effekter i forhold til klima

### Effekt af klimacændring på virkemidler m.m.

Enkelte af virkemidlerne, f.eks. efterafgrøder, kan være påvirket af det enkelte års klimatiske forhold uden at det er koblet til de generelle ændringer i klimaet. Det er ikke sandsynligt, at de centrale klimaforandringer (øget nedbør og temperatur) generelt vil udvikle sig sådan i perioden 2013-2021, at det vil få indflydelse på effekten af de virkemidler, udviklinger m.m., som indgår i baseline 2021.

### 7.1 Metode og emissionsfaktorer

Reduktion i lattergasudledning som følge af N-virkemidler er generelt beregnet som en sum af op til fire effekter, idet udledningen ændres pga. 1) nedsat gødsning, 2) nedsat udvaskning, 3) reduceret ammoniakfordampning og 4) evt. øget mængde af planterester i jorden (efterafgrøder). Emissionsfaktorer tilknyttet de fire effekter følger Olesen et al. (2013) og fremgår af tabel 7.1. Der er benyttet de emissionsfaktorer som forventes anvendt fremover i henhold til IPCC (2006), og i øvrigt benyttet de samme metoder til emissionsopgørelse som ved opgørelse af effekter af virkemidler til Regeringens klimaplan.

Ammoniakfordampning antages at udgøre 1,5 % af tilført N i handelsgødning (Olesen et al. 2013).

**Tabel 7.1.** Emissions- og beregningsfaktorer anvendt i opgørelsen.

Aktivitet	Faktor	Enhed
Lattergas – N-gødsning	4.68	kg CO <sub>2</sub> /kg N
Lattergas – afgrøderester	4.68	kg CO <sub>2</sub> /kg N
Lattergas – ammoniakfordampning	4.68	kg CO <sub>2</sub> /kg N
Lattergas – udvaskningseffekt fra rodzonen	1.17	kg CO <sub>2</sub> /kg N
Lattergas – udvaskningseffekt vedr. overfladevand	2.14	kg CO <sub>2</sub> /kg N
Energiforbrug – korndyrkning	1.100	kg CO <sub>2</sub> /ha
Sparet energi ved energiafgrøder ift. korndyrkning	370	kg CO <sub>2</sub> /ha
C-lagring, energiafgrøder	1.200	kg CO <sub>2</sub> /ha
C-lagring, efterafgrøder	733	kg CO <sub>2</sub> /ha
C-lagring, produktive græsmarker	1.833	kg CO <sub>2</sub> /ha

### 7.2 Teknisk justering af normsystemet mht. nedgang i dyrket areal

Arealer udtaget til byer, veje, natur mm. forventes at være 113.400 ha. Fordeelingen på hhv. infrastruktur og natur er ikke kendt.

Reduktion i kvælstofudvaskning som følge af den tekniske justering er estimeret til 5700 ton N. Det antages at N-gødsning ved udtagning reduceres fra en gennemsnitsnorm på 146 kg N/ha til 0 kg N/ha (Olesen et al. 2013). Reduceret årlig lattergasemission som følge af reduceret gødsning og reduceret udvaskning beregnes til 92.744 ton CO<sub>2</sub>-ækv. Drivhusgasbalancen påvirkes yderligere af reduceret energiforbrug i landbrugssektoren svarende til 124.740 ton CO<sub>2</sub> (2012-15). Med hensyn til kulstoflagring kan der for overgang fra omdrift til skov/natur ventes en beskedent C-lagring, mens der for overgang til infrastruktur kan ventes et fald i jordens kulstoflager. Som følge



af manglende data mht. hvilke arealer der udgår, og hvilken arealanvendelse de overgår til, estimeres en netto kulstoflagringseffekt på 0 ton CO<sub>2</sub>. Den samlede effekt vedr. teknisk justering af normsystemet mht. nedgang i dyrket areal er reduktioner i udledning på 217.484 ton CO<sub>2</sub>-ækv.

### 7.3 Randzoner

Det forudsættes at der anlægges ca. 25.000 ha med 10 m-randzoner langs vandløb, hvilket reducerer N-udvaskning fra rodzonen med 1.100 ton N.

Besparselsen i gødskning afhænger af arealanvendelsen i randzonerne inden omlægning. Der er en relativt høj andel af varigt græs på arealerne, og besparelsen anslås derfor at være mindre end ved overgang fra gennemsnitlig omdrift; besparelsen skønnes at være ca. 100 kg N/ha. Det medfører en samlet reduktion i lattergasemission på 14.642 ton CO<sub>2</sub>-ækv. Der er ikke taget særskilt hensyn til at en del af arealet er på organogene jorde. Der skønnes ikke at være entydig dansk dokumentation for at overgang fra omdrift til vedvarende/ekstensivt græs på organogen jord har særlig effekt på CO<sub>2</sub> udledninger.

Den samlede effekt af randzoner er 14.642 ton CO<sub>2</sub>-ækv.

### 7.4 Energiafgrøder

Af hensyn til C-lagringseffekt og energiforbrug vurderes effekter her på totale arealer med energiafgrøder, inklusiv arealer der anvendes som alternativ til efterafgrøder. Arealet med energiafgrøder forventes øget med 2.400 ha. Reduktion i kvælstofudvaskning ved dyrkning af energiafgrøder estimeres til 34-65 ton N. N-gødskning reduceres på arealerne fra gennemsnitsnorm (146 kg N/ha) til norm for pil (120 kg N/ha), i alt 26 kg N/ha. Reduceret årlig lattergasemission som følge af reduceret gødskning og reduceret udvaskning estimeres til 380-457 ton CO<sub>2</sub>-ækv. Drivhusgasbalancen påvirkes yderligere af reduceret energiforbrug på arealer med energiafgrøder svarende til 888 ton CO<sub>2</sub> samt af øget kulstoflagring på arealerne svarende til 2.880 ton CO<sub>2</sub>. Den samlede effekt som følge af øget areal med energiafgrøder er reduktioner i udledning på 4.148-4.225 ton CO<sub>2</sub>-ækv.

### 7.5 Økologisk areal

Tilvæksten i de økologisk drevne arealer ventes at være omkring 120.000 ha (politisk målsætning) og den tilsvarende reduktion i N-udvaskning er da 1.200-2.040 ton N. Gennemsnitlig kvælstofgødskning estimeres at være 58 kg N/ha lavere i økologisk jordbrug end i konventionelt jordbrug (Dalgaard et al. 2006, med opdaterede værdier vedr. 2011; I.S. Kristensen, Aarhus Universitet, pers. medd.). Ammoniakfordampning reduceres med 104 ton N og lattergasudledning nedsættes med 36.040-38.110 ton CO<sub>2</sub>-ækv. I økologisk jordbrug er der en højere andel af græsmarker end i konventionelt jordbrug; nærmere bestemt er andelen af kløvergræs i sædskiftet 38 % (økologisk) mod 11 % (konventionelt) (Dalgaard et al. 2006, med opdaterede værdier vedr. 2011; I.S. Kristensen, Aarhus Universitet, pers. medd.). Det betyder at der yderligere lagres kulstof svarende til 59.389 ton CO<sub>2</sub>.

Den samlede klimamæssige effekt vedr. økologisk drevne arealer estimeres til 95.429-97.499 ton CO<sub>2</sub>.

### 7.6 Bioforgasning

Der opereres med to scenarier for stigningen i bioforgasning af gylle: Stigning fra 9 % til 12 % eller til 19 %. På basis af beregningerne i Olesen et al.

(2013) kan effekterne af bioforgasning af 1 % af den samlede gyllemængde udledes. Ved forgasning af 1 % af al gylle reduceres metanudledningen med 3.370 ton CO<sub>2</sub> og lattergasudledning med 5.150 ton CO<sub>2</sub>. C-lagring mindskes med 600 ton CO<sub>2</sub>. Effekten vedr. lattergas inkluderer ikke effekten af reduceret N-udvaskning (40-360 ton N); denne effekt er derfor blevet adderet. Den øgede bioforgasning medfører reduceret lattergasudledning svarende til 15.549-52.387 ton CO<sub>2</sub>, reduceret metanudledning svarende til 10.110-33.700 ton CO<sub>2</sub>, samt en reduceret C-lagring på 1.800-6.000 ton CO<sub>2</sub>. Den samlede effekt udgør 23.859-80.087 ton CO<sub>2</sub>.

## 7.7 MVJ-ordninger

Der forventes ingen effekter på rodzoneudvaskning og der forventes heller ingen klimaeffekter.

## 7.8 Miljøgodkendelser

Effekten af tiltag ved miljøgodkendelser (nye staldsystemer mm.) ligger hovedsageligt i reduktion af ammoniakudledningen. Denne effekt er der taget højde for og regnet med ind i estimatet vedr. ammoniakdeposition.

Forsuring af gylle forventes at ske i forbindelse med udbringning, hvilket ikke skønnes at have effekt på metanudledning (Olesen et al. 2013). Der er også en forventning om et stigende antal dyreenheder (35.000 DE malkekøer og 75.000 DE svin; afsnit 4.7). Dyrenes effektivitet i foderoptaget forventes dog også at stige (Nielsen et al. 2013a, Olesen et al. 2013). Det antages derfor at såvel N-udskillelsen som metanudledningen fra dyr vil være uændret, idet den øgede effektivitet går lige op med øgningen i DE.

Effekten på lattergasemission af reduceret N-udledning (900 ton N) som følge af skærpede nitratklasser, grundvandsbeskyttelse og planteavlreglen svarer til 2.218 ton CO<sub>2</sub>, hvilket også udgør den samlede effekt.

## 7.9 Kvælstofdeposition

Der forventes en generel reduktion i kvælstofdeposition, hvilket fører til en reduktion i N-udvaskningen. En del af reduktionen i deposition (2.200 ton N) skyldes miljøgodkendelser i landbruget, som foranlediger et højere N-indhold i husdyrgødning, der ved udbringning skønnes at føre til en stigning i N-udvaskning. Netto reduktionen i N-udvaskning (3.300 ton N) beregnes at medføre en reduktion i lattergasudledning svarende til 8.134 ton CO<sub>2</sub>, hvilket også udgør den samlede effekt.

## 7.10 Efterafgrøder

Arealet med efterafgrøder (ekskl. et mindre areal til energiafgrøder som alternativ) forventes øget med 58.800 ha (når der korrigeres for alternativer) og reduktion i kvælstofudvaskning som følge af dyrkning af efterafgrøder er ca. 2000 ton N. Det antages at N-gødskning efter efterafgrøder reduceres med eftervirkningseffekten (normreduktion, 17 eller 25 kg N/ha afhængigt af om dyretæthed er under eller over 0,8 (Olesen et al. 2013)); her skønnes en reduktion på 20 kg N/ha. Med efterafgrøder efterlades flere afgrøderester i marken; her skønnes at N i planterester svarer til 150 % af den reducerede N-udvaskning eller 2.961 ton N. Ændringen i årlig lattergasemission som følge af reduceret gødskning, reduceret udvaskning og flere afgrøderester er en øget emission på 3.411 ton CO<sub>2</sub>-ækv. Drivhusgasbalancen påvirkes endvidere af øget kulstoflagring ved dyrkning af efterafgrøder svarende til 43.100 ton CO<sub>2</sub>.

Den samlede effekt af yderligere efterafgrøder er en reduktion på 39.690 ton CO<sub>2</sub>-ækv.

### 7.11 Slæt i stedet for afgræsning

Som følge af strukturudviklingen i erhvervet er der sket et skift fra afgræsning til slæt. Yderligere 8.000 ha ventes at overgå til slæt, hvilket reducerer N-udvaskningen med 68-438 ton N. Overgangen skønnes ikke at ændre den samlede N-tilførsel i marken (Kristensen et al. 2011). Reduceret udledning af lattergas som følge af reduceret N-udvaskning estimeres til 168-1080 ton CO<sub>2</sub>-ækv., hvilket også udgør den samlede effekt.

### 7.12 Udbyttestigninger

Udbyttestigninger ventes at føre til en reduktion i rodzoneudvaskningen på 0-3000 ton N. Der forventes ingen ændring i gødskning og heller ingen nævneværdig ændring i mængden af afgrøderester. Den samlede effekt som følge af udbyttestigninger er da en reduktion i lattergasemission svarende til 0-7.323 ton CO<sub>2</sub>.

### 7.13 Vådområder med kvælstofeffekt

Reetablering af vådområder medfører en reduktion af kvælstoftilførslen til vandløb og søer. N-udvaskningseffekten på i alt 1.325 ton N er angivet til overfladevand. For vådområder beregnes her den reduktion i lattergasemission, der følger af reduceret N-tab til overfladevand. Arealanvendelsen forud for etablering af vådområder er ikke kendt, men det skønnes ikke, at etablering af vådområder fører til nævneværdige besparelser i gødskning. Arealeffekter vedr. etablering af vådområder er medregnet i form af øget kulstoflagring i jorden på 0,5 t C/ha, jævnfør Nielsen et al. (2013b), mens ændringer i kulstoflagring i levende plantebiomasse negligeres her. Mulige effekter på metanudledning er heller ikke kvantificeret. Tiltaget påvirker lattergasemissionerne med en reduktion i udledningerne på 2.839 ton CO<sub>2</sub>-ækv og fører til øget C-lagring på 22.000 ton CO<sub>2</sub>-ækv.

Den samlede reducerende effekt af etablering af vådområder er 24.839 ton CO<sub>2</sub>-ækv.

### 7.14 Samlet effekt

**Tablet 7.2.** Oversigt over reducerende effekt af virkemidler på udledninger af drivhusgasser opgjort i 1000 ton CO<sub>2</sub>-ækv. pr. år.

	<b>Areal</b> <b>1000 ha</b>	<b>Effekt</b> <b>1000 ton CO<sub>2</sub>-ækv.</b>
Teknisk justering af normsystem	113,4	217,5
Randzoner	25,0	14,6
Energiafgrøder	2,4	4,1-4,2
Økologisk jordbrug	120,0	95,4-97,5
Bioforgasning /husdyrgødning	-	23,9-80,1
Miljøgodkendelser	475,0	2,2
Kvælstofdeposition	-	8,1
Efterafgrøder	58,8	39,7
Slæt i stedet for afgræsning	8,0	0,2-1,1
Udvikling i udbytter	-	0-7,3
Vådområder	-	24,8
<b>Effekter i alt</b>		<b>431-497</b>

## 8 Referencer

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

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

DJF (2011). Notat nr. 3 vedr. effekter af forskellige tiltag i forbindelse med Grøn Vækst. Notat til Plantedirektoratet udarbejdet af Danmarks Jordbrugsforskning. [http://pure.au.dk/portal/da/publications/notat-nr-3-vedroerende-effekter-af-forskellige-tiltag-i-forbindelse-med-groen-vaekst-med-fokus-paa-fleraarige-energiagroeder-liberalisering-af-landbrugsloven-energiudnyttelse-af-husdyrgoedningen-ammoniakinitiativer-miljoegodkendelserne-reglerne-for-efterafgroeder-og-normreduktionen\(610258d0-a595-433f-943f-de84c66e541f\).html](http://pure.au.dk/portal/da/publications/notat-nr-3-vedroerende-effekter-af-forskellige-tiltag-i-forbindelse-med-groen-vaekst-med-fokus-paa-fleraarige-energiagroeder-liberalisering-af-landbrugsloven-energiudnyttelse-af-husdyrgoedningen-ammoniakinitiativer-miljoegodkendelserne-reglerne-for-efterafgroeder-og-normreduktionen(610258d0-a595-433f-943f-de84c66e541f).html)

DMU (2010). Status for miljøeffekten af husdyrregulering og anden arealregulering. Rapport til Husdyrreguleringsudvalget.

Ejrnæs, R., Wiberg-Larsen, P., Holm, T.E., Josefson, A., Strandberg, B., Nygaard, B., Andersen, L.W., Winding, A., Termansen, M., Hansen, M.D.D., Søndergaard, M., Hansen, A.S., Lundsteen, S., Baattrup-Pedersen, A., Kristensen, E., Krogh, P.H., Simonsen, V., Hasler, B. & Levin, G. (2011). Danmarks biodiversitet 2010 – status, udvikling og trusler. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. 152 sider – Faglig rapport fra DMU nr. 815.

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

Finger, F. (2010). Evidence of slowing yield growth – The example of Swiss cereal yields. *Food Policy*, 35, 175-182.

Fødevareministeriet (2014): Pressemeddelelse vedr. randzoner <http://fvm.dk/nyheder/nyhed/nyhed/halvdelen-af-de-udskaeldte-randzoner-droppes/>

Gundersen, P., Hansen, K., Anthon, S., Pedersen, L.B. (2004). Skovrejsning på tidligere landbrugsjord, in: Jørgensen, U. (Ed.), Muligheder for forbedret kvælstofudnyttelse i marken og for reduktion af kvælstoftab. DJF Rapport. *Markbrug* 103, 188-196.

Hoffmann, C.C. et al (2013). Kvantificering af fosfortab fra N og P vådområder. Notat fra DCE, 10. september 2013. Forfattere C.C. Hoffmann, B. Kronvang, H.E. Andersen, C. Kjærsgaard

IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.

Jacobsen, B.H. (2012). Analyse af landbrugets omkostninger ved implementering af vandplanerne fra 2011. Notat til kvælstofudvalget

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.

Kjærsgaard, C. & Forsmann, D.M. (2013). Predicting phosphorus release from restored wetland soils. Submitted.

Kristensen, K, Jesper Waagepetersen, Christen Duus Børgesen, Finn Pilgaard Vinther, Ruth Grant and Gitte Blicher-Mathiesen (2008): Reestimation and further development in the model N-LES N-LES3 to N-LES4. DJ F PLANT SCIENCE NO. 139.

Kristensen, I.S. og Hermansen, J.E. (2009). Næringsstofbalancer på bedriftsniveau til forenklet regulering af landbrugets næringsstofforbrug og -overskud. Notat fra Aarhus Universitet, 36 s.  
[http://pure.au.dk/portal/da/publications/naeringsstofbalancer-paa-bedriftsniveau-til-forenklet-regulering-af-landbrugets-naeringsstofforbrug-og-overskud\(092d7270-ab2b-41f8-b5f8-ba2aead9e351\).html](http://pure.au.dk/portal/da/publications/naeringsstofbalancer-paa-bedriftsniveau-til-forenklet-regulering-af-landbrugets-naeringsstofforbrug-og-overskud(092d7270-ab2b-41f8-b5f8-ba2aead9e351).html)

Kristensen, T., Vinther, F.P., Søgaard, K., Eriksen, J. (2011). Notat vedrørende skift fra afgræsning til slæt. Nr. 782351, 2011, juni 23, 2011. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.  
[http://pure.au.dk/portal/da/publications/notat-vedroerende-skift-fra-afgraesning-til-slaet\(b6daf532-a7a7-44ba-b8b1-55b61d8e5636\).html](http://pure.au.dk/portal/da/publications/notat-vedroerende-skift-fra-afgraesning-til-slaet(b6daf532-a7a7-44ba-b8b1-55b61d8e5636).html)

Kronvang & Andersen (2008). Effekt på fosforudledning af 10 m brede randzoner. Notat af 5. november 2008.

Kronvang & Andersen (2011). Effekt på fosforudledning af 10 m brede randzoner. Notat til Miljøstyrelsen

Naturstyrelsen (2011). Baseline i vandplanerne. Arbejdsrapport fra Miljøministeriets arbejdsgruppe vedr. fastlæggelse af baseline i Vandplanerne. December 2011

Nielsen, A.H., Kristensen, I.S. (2005). Nitrogen and phosphorus surpluses on Danish dairy and pig farms in relation to farm characteristics. 2005 Published by Elsevier B.V.

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M., Hjelgaard, K., Nielsen, M., Winther, M., Mikkelsen, M.H., Albrektsen, R., Fauser, P., Hoffmann, L. & Gyldenkerne, S. (2013a). Projection of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, NH<sub>3</sub> and particle emissions - 2012-2035. Aarhus University, 151 pp. Technical Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 81.

Nielsen, O.-K., Plejdrup, M.S., Winther, M., Nielsen, M., Gyldenkærne, S., Mikkelsen, M.H., Albrechtsen, R., Thomsen, M., Hjelgaard, K., Hoffmann, L., Fauser, P., Bruun, H.G., Johannsen, V.K., Nord-Larsen, T., Vesterdal, L., Møller, I.S., Caspersen, O.H., Rasmussen, E., Petersen, S.B., Baunbæk, L. & Hansen, M.G. (2013b). Denmark's National Inventory Report 2013. Emission Inventories 1990-2011 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 1202 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 56.

Nordemann Jensen, P. (2013). Effekter på P-overskud, P-tab og naturindhold af yderligere N-virkemidler ud over Grøn Vækst. Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi og DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Olesen, J.E., Jørgensen, U., Hermansen, J.E., Petersen, S.O., Eriksen, J., Søegaard, K., Vinther, F.P., Elsgaard, L., Lund, P., Nørgaard, J.V. & Møller, H.B. (2013). Effekter af tiltag til reduktion af landbrugets udledninger af drivhusgasser. Aarhus Universitet, DCA Rapport nr. 27.

Petersen, J. & Sørensen, P. (2008). Gødningsvirkning af kvælstof i husdyrgødning – Grundlag for fastlæggelse af substitutionskrav. DJF Rapport Markbrug nr. 138. 111 pp.

Petersen, J., M. Haastrup, L. Knudsen og J.E. Olesen (2010). Causes of yield stagnation in winter wheat in Denmark. DJF rapport Mark no. 147, 150 s. Aarhus Universitet.

Windolf, J., Blicher-Mathiesen, G., Larsen, S.E. (2012). Markbalancer og den diffuse kvælstofafstrømning. DCE notat januar 2012

Waagepetersen, J., Grant, R., Børgesen, C.D. & Iversen, T.M. (2009): Midtvejsevaluering af VMP III: Virkemidler. I: Børgesen, C.D., Waagepetersen, J., Iversen, T.M., Grant, R., Jacobsen, B. & Elmholt, S. (redaktører). Midtvejsevaluering af Vandmiljøplan III. Hoved- og baggrundsnotater. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet. DJF Rapport Markbrug 142.

## **Bilag:**

Bilag 1: Areal sammensætningen i 2021 vurderet på baggrund af historiske data. Notat om udbyttetigninger.

Bilag 2: Udviklingen i høstudbytter 1990-2012

Bilag 3: Opgørelse af randzoneeffekt på oplande

Bilag 4: Baggrundsdata for beregning af teknisk justering.

Bilag 5: Beregninger vedrørende effekter af bioforgasning på N udvaskning

Bilag 6: Data for beregning og fordeling af de ekstra 60.000 ha efterafgrøder.

Bilag 7: Detaljeret opgørelse af effekt af vådområder

# Bilag 1: Areal sammensætningen i 2021 vurderet på baggrund af historiske data

*Johannes Lund Jensen og Leif Knudsen, VFL*

I forbindelse med 2. generationsvandplaner har Naturstyrelsen nedsat et baselineudvalg, der skal vurdere udviklingen i udvaskningen fra rodzonen med udgangspunkt i den regulering af landbrugets gødning og arealanvendelse, der er vedtaget i 2012. Arealbenyttelsen har afgørende indflydelse på udvaskningens størrelse. I nedenstående notat er udviklingen i arealets sammensætning analyseret fra 1993 til 2012 med henblik på at afdække, om der kan forventes forskydninger i arealsammensætningen i 2021. Udviklingen af arealsammensætningen vil være meget afhængig af markedsforhold og udviklingen i husdyrholdet. Antages markedsforholdene, dvs. de relative priser på afgrøderne og husdyrholdet i 2021 at svare til gennemsnittet af de senere år, vurderes det ud fra nedenstående analyse:

- At arealet med græs i omdrift vil være uændret i forhold til i dag
- At arealet med majs til kvægfoder vil være uændret i forhold til i dag.
- At arealet med majs til svinefoder (kernemajs, kolbemajs mv.) vil stige fra 10.000 ha til 50.000 ha. Udviklingen i arealet med kerne- og kolbemajs vil primært ske på bekostning af arealet med vårbyg.
- At forholdet mellem vintersædsarealet og vårsædsarealet vil være forholdsvist konstant frem til 2021.
- At det pløjede areal er faldende, men trenden brydes af en stigning i arealet fra 2009 på grund af opløjning af brak
- Det forhold, at den nye EU-reform betyder, at man i 2015 og frem skal have mindst 2 eller 3 afgrøder, hvis man har over hhv. 10 og 30 ha i omdrift kan betyde, at der kommer øget fokus på dyrkning af vårsæd eller på dyrkning af flere vintersædafgrøder ikke mindst på de mindre bedrifter, som jo er dem der påvirkes mest af kravet.

I analysen indgår ikke en analyse af udviklingen i arealet med efterafgrøder, der foretages særskilt.

Ud fra den foretagne analyse er der næppe baggrund for at antage, at arealsammensætningen og den deraf udledede kvælstofbalance og kvælstofudvaskning frem til 2021 vil ændre sig meget.

## **Analyse af udviklingen i arealsammensætning**

Ud fra data fra Danmarks Statistik omhandlende afgrødefordelingen de sidste 20 år, dvs. fra 1994 til 2013, vurderes det om det er sandsynligt at afgrødefordelingen, vil blive anderledes end i dag. Fokus vil være på forholdet mellem arealet med vinter- og vårsæd og udviklingen i arealet med majs og græs og kløver i omdrift.

### **Vinter- og vårsæd**

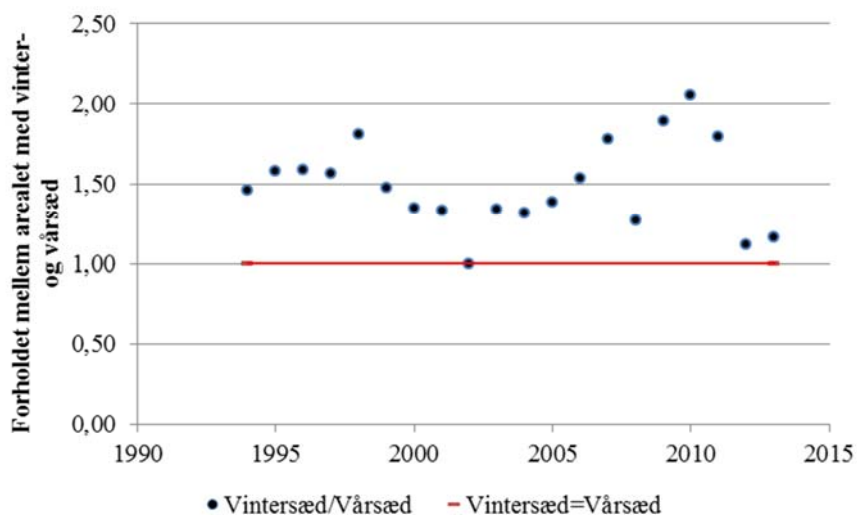
Arealet med vintersæd har varieret fra 764.000 til 988.000 ha i 20 årsperioden, og fra 2003 til 2013 har der været en tendens til, at forholdet mellem arealet med vinter- og vårsæd er steget (figur 1). I årene 2008, 2012 og 2013 var forholdet mellem arealet med vinter- og vårsæd lave, hvilket formentlig



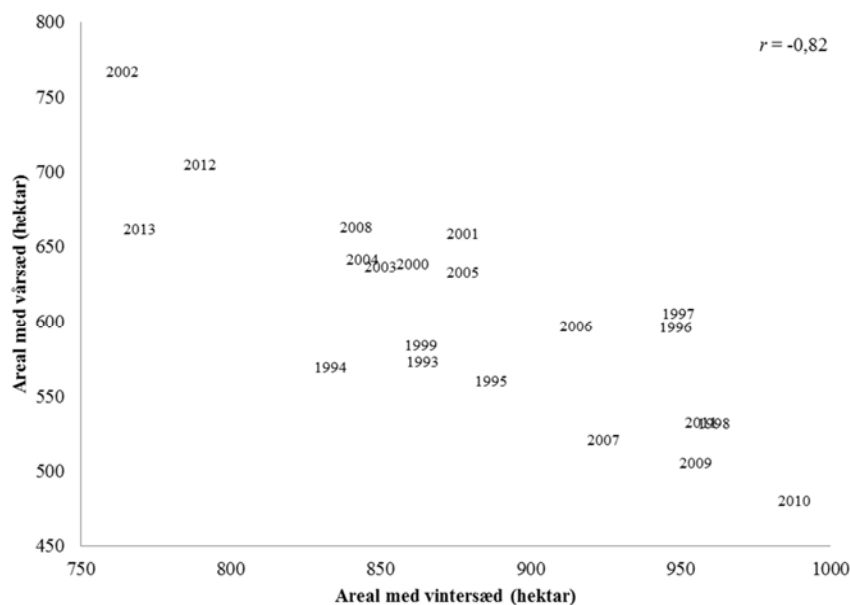
skyldes fugtigt vejr i dele af landet i eftersommeren i de respektive år. Dette medførte, at det nogle steder ikke var muligt at etablere vintersæd, og der blev som følge deraf etableret vårsæd.

Der er dermed en tendens til, at arealet med vintersæd er steget fra 2003 til 2013, mens der er en tendens til, at arealet med vårsæd er faldet i samme periode. På figur 2 er arealet med vårsæd plottet mod arealet med vintersæd i 20 års perioden, og der ses, at der er en forholdsvis høj negativ korrelation ( $r = -0,82$ ) mellem arealet med vårsæd og arealet med vintersæd, hvilket vil sige, at vår- og vintersæd kæmper om det samme areal.

**Figur 1.** Forholdet mellem arealet med vinter- og vårsæd i perioden 1994 til 2013. Linjen hvor vintersædsarealet er lig med vårsædsarealet er tilføjet



**Figur 2.** Arealet med vintersæd plottet mod arealet med vårsæd i 20 års perioden. Hver koordinat er markeret med årstal, og korrelationskoefficienten ( $r$ ) er tilføjet.



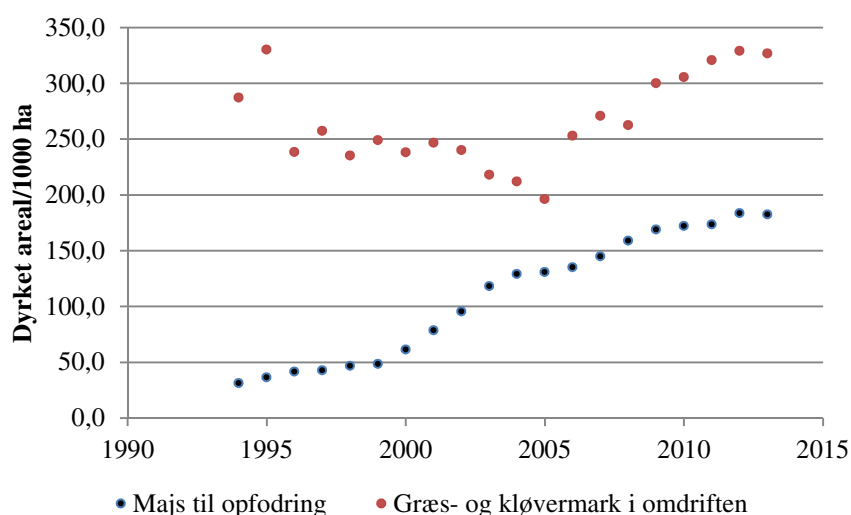
Forholdet mellem arealet med vinter- og vårsæd afhænger i høj grad af vejrforholdene det enkelte år. Dog er der en generel tendens til at forholdet mellem arealet med vinter- og vårsæd er steget de sidste ti år. Ud fra databehandlingen er der dog ikke noget der tyder på, at ovennævnte forhold vil ændres i fremtiden, dvs. det forventes at forholdet mellem arealet med vinter- og vårsæd vil være på niveau med gennemsnittet af de sidste fem år ( $\sim 1,60$ ).

### Majs og græs og kløver i omdrift

Arealet med majs til opfodring er steget lineært de sidste 20 år, mens der er en tendens til at arealet med græs og kløver i omdrift er steget fra 2004 til 2008 og stagneret efterfølgende (figur 3). Arealet med majs er steget grundet sortsudvikling, stigende temperatur og ændring i hektarstøtten, hvilket har gjort produktionen af majshelsæd på kvægbrug mere konkurrencedygtigt. Stigningen i arealet med græs og kløver i omdrift må i høj grad tilskrives betalingsrettighederne, der blev tildelt arealet med græs i 2005 (enkeltbetalingsordningen). En del af stigningen kan skyldes ophævelse af brakforpligtigheden. Arealet med majs og græs og kløver i omdrift forventes umiddelbart ikke at stige yderligere medmindre der sker en stigning i antallet af kvægbedrifter.

Arealet med *majs til modenhed* var på 12.900 hektar i 2012 og forventes at stige i fremtiden, idet majs til modenhed vil kunne erstatte korn som svinefoder på sandjorde. Det er vanskeligt at forudsige, hvor stor en stigning, der vil ske i majsarealet til modenhed. Det vurderes, at stigningen vil udgøre 30.000 ha frem til 2021.

**Figur 3.** Udviklingen i arealet med majs til opfodring og græs- og kløvermark i omdrift i perioden fra 1994 til 2013.



### Vinterrug og bælgssæd til modenhed

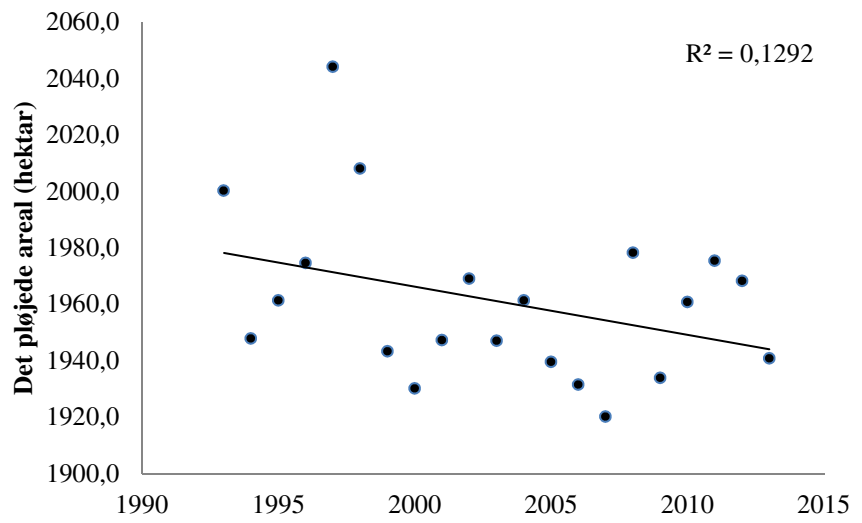
Arealet med vinterrug er steget i perioden fra 2008 til 2013. Vinterrug har i forsøg på sandjord vist en meget stor konkurrenceevne overfor vinterhvede og vårbyg som svinefoder. I fremtiden vil der derfor kunne forventes en stigning i arealet med vinterrug på bekostning af arealet med vinterhvede. Desuden vil arealet med bælgssæd til modenhed (markært, hestebønne etc.) formentlig stige, hvis proteinpriserne stiger, og der gives støtte til dyrkning af bælgssæd til modenhed.

### Det pløjede areal

Det pløjede areal defineres som omdriftsarealet fratrukket arealet med frø til udsæd samt græs og kløver i omdrift. I 20 årsperioden ses, at det pløjede areals størrelse er forholdsvist konstant i perioden, svingende fra 1.920.200 til 2.044.100 ha (figur 4).

Stigningen i 2008 og fremad på 30-40.000 ha skyldes opløjning af brak.

**Figur 4.** Størrelsen på det pløjede areal i 20 årsperioden.



## Bilag 2: Udviklingen i høstudbytter 1990-2012

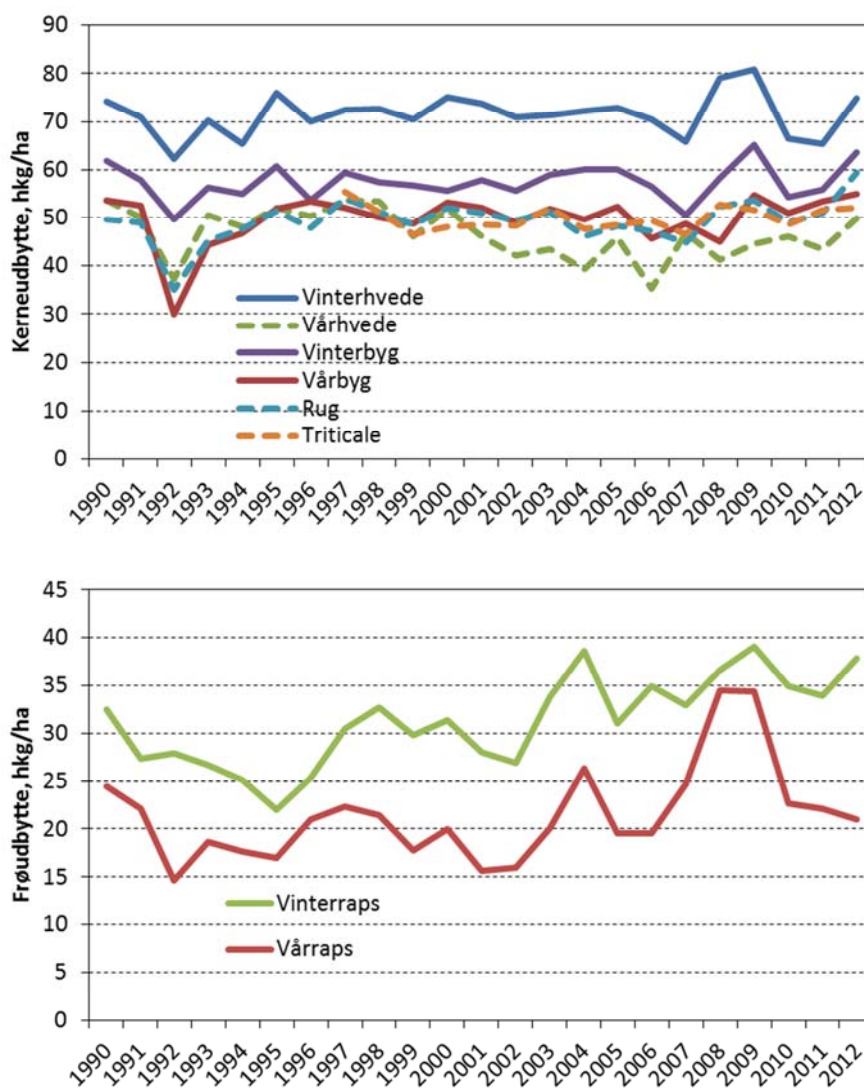
Finn P. Vinther, Christen D. Børgesen & Jørgen E. Olesen  
Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.

På grundlag af høstdata fra Danmarks Statistik (HST6 - Høstresultat efter afgrøde og enhed (1990-2012)) er der her foretaget en vurdering af udviklingen i høstudbytter for perioden 1990-2012. 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.

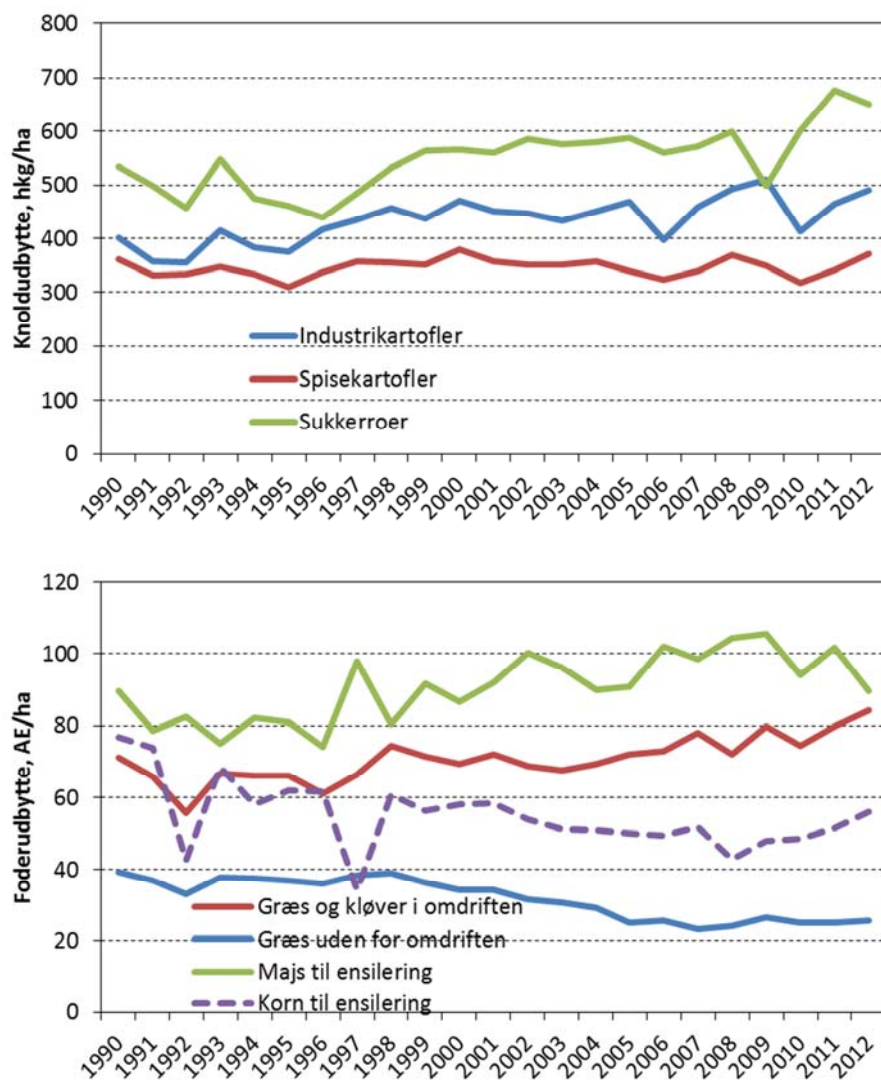
### Udviklingen i høstudbytter på afgrødeniveau

Figur 1 og 2 viser udviklingen i høstudbytter for de væsentligste afgrøder i perioden 1990-2012. 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 1990-2012.



**Figur 2.** Udbytter af kartofler og sukkerroer (hkg/ha) og af foderafgrøder (Afgrodeenheder (AE)/ha) i perioden 1990-2012.



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 2005-2012, og for hele perioden 1990-2012, 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 i 2002, hvilket svarer til en udbyttetigning på 0,34 pct. pr. år i denne periode. Tilsvarende kan der beregnes et udbyttefald på 0,11 pct. pr. år i perioden 2005-2012 og en samlet udbyttetigning på 0,16 pct. pr. år i hele perioden 1990-2012. 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 1990-2012 vil man se at for alle væsentlige afgrøder er der tale stigninger, varierende fra meget svage stigninger for havre, triticale og spisekartofler til 1,93 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 1,87 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 2005-2012, samt hele perioden 1990-2012. 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>2005-2012</b>	Estimeret udbytte:		Udbyttetrend, pct. ændring pr. år: <b>1990-2012</b>
	1990	2004		2005	2012		1990	2012	
Vinterhvede, hkg/ha	69,5	72,8	0,34	72,3	71,7	-0,11	70,2	72,7	0,16
Vårhvede, hkg/ha	51,1	44,6	-0,90	41,3	47,1	2,03	50,0	43,2	-0,62
Rug, hkg/ha	46,3	51,0	0,72	46,1	55,4	2,87	46,4	52,4	0,59
Triticale, hkg/ha				48,4	51,9	1,02	49,5	50,2	0,07
Vinterbyg, hkg/ha	56,4	57,9	0,18	56,3	59,7	0,86	56,3	58,6	0,18
Vårbyg, hkg/ha	46,7	51,9	0,80	47,6	53,8	1,84	47,4	52,2	0,47
Havre og blandsæd, hkg/ha	45,3	52,3	1,11	41,7	49,8	2,79	47,6	47,8	0,02
Vinterraps, hkg/ha	26,1	32,3	1,69	33,0	37,3	1,84	25,8	36,8	1,93
Vårraps, hkg/ha	19,6	19,8	0,09	24,2	25,5	0,80	18,0	25,0	1,77
Markærter, hkg/ha	38,8	35,7	-0,58	30,9	36,3	2,50	38,7	33,2	-0,64
Læggekartofler, hkg/ha	255,0	312,8	1,62	286,3	289,9	0,18	269,8	300,9	0,52
Industrikartofler, hkg/ha	373,1	464,5	1,75	446,3	476,7	0,97	384,0	483,3	1,18
Spisekartofler, hkg/ha	336,5	359,1	0,48	333,8	354,2	0,87	342,7	350,2	0,10
Sukkerroer, hkg/ha	472,3	575,2	1,56	551,3	635,0	2,17	474,8	620,9	1,40
Fodersukkerroer, hkg/ha	622,7	691,0	0,78	700,4	648,6	-1,06	640,0	686,0	0,33
Lucerne, AE/ha	75,3	77,3	0,19	70,2	69,3	-0,17	77,9	70,1	-0,45
Majs til ensilering, AE/ha	78,9	94,1	1,37	99,3	97,5	-0,26	79,7	101,6	1,24
Korn til ensilering, AE/ha	65,6	50,0	-1,70	47,7	51,8	1,21	63,4	46,6	-1,20
Græs og kløver i omdriften, AE/ha	64,5	70,5	0,67	71,7	81,4	1,94	62,8	78,5	1,14
Græs uden for omdriften, AE/ha	38,9	32,0	-1,27	24,7	25,4	0,39	40,1	23,6	-1,87

### Udviklingen i det samlede gennemsnitlige udbytt niveau

Figur 3 viser udbyttetrends beregnet for de to delperioder 1990-2004 og 2005-2012, og for hele perioden 1990-2012. Opdelingen er foretaget for at inkludere perioden 2005-2012, 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.

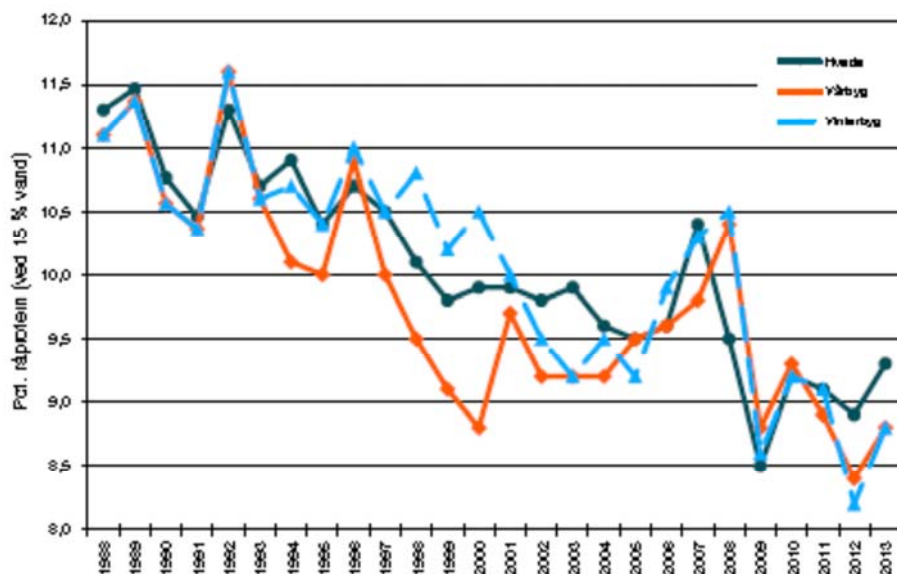
Overordnet set har der været tale om uændrede udbytter i 1990-2004 og en stigning i 2005-2012 svarende til 2,3 pct. pr. år. For hele perioden 1990-2012 er den gennemsnitlige stigning beregnet til 0,5 pct. pr. år.

**Figur 3.** Trends i samlede tørstofudbytter (Pct. ændring pr. år), beregnet på basis af de to delperioder 1990-2004 og 2005-2012, og hele perioden 1990-2012.



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 1988-2013. Det ses at indholdet af råprotein i denne periode er faldet fra ca. 11,5 til ca. 9 pct., svarende til et fald i N-indholdet på ca. 0,4 pct. 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 grovføderafgrøder 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.

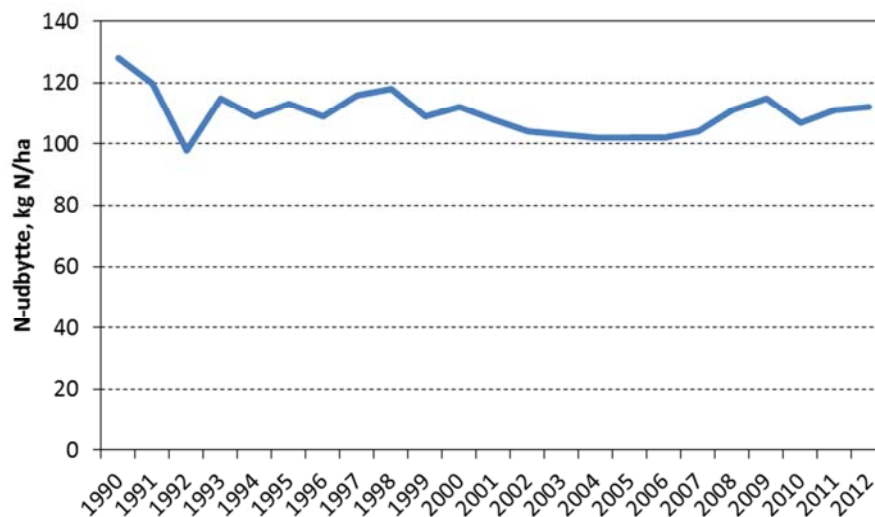
**Figur 4.** Indhold af råprotein i hvede, vårbyg og vinterbyg i perioden 1988-2013. Fra Møller et al. (2013).



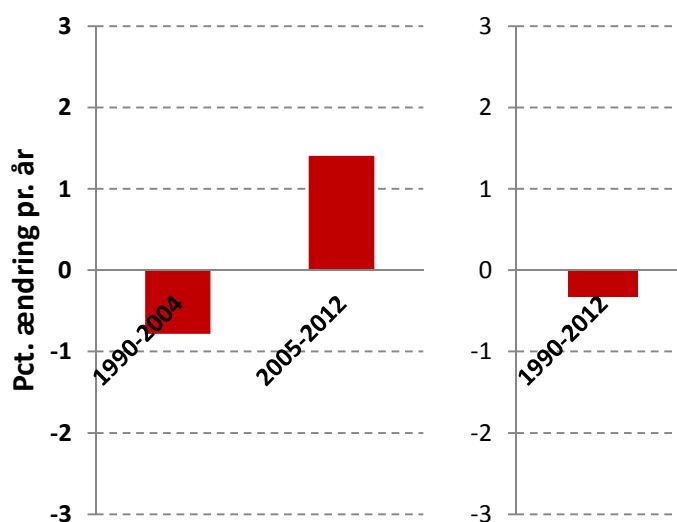
På samme måde som i figur 3 er der i figur 6 vist udbyttetrends for delperioder og hele perioden 1990-2012, men her beregnet ud fra N-udbytter, hvor datagrundlaget er "høstet N" (kg N/ha) fra de nationale markbalancer (Blicher-Mathiesen et al. 2013), som vist i figur 5 herunder.



**Figur 5.** Samlet N-bytte (kg N/ha) i perioden 1990-2012, jf. de nationale markbalancer (Blicher-Mathiesen et al. 2013).



**Figur 6.** Trends i N-udbytter (Pct. ændring pr. år), beregnet på basis af de to delperioder 1990-2004 og 2005-2012, og hele perioden 1990-2012.



Af figur 3 fremgik det, at der i perioden 1990-2004 var tale om uændret udbytter, men som følge af faldende proteinindhold i afgrøderne (figur 4) resulterer det i faldende N-udbytter i 1990-2004 (-0,8 pct. pr. år), jf. figur 6. Der har, som det fremgår af figur 5, overordnet set været tale om faldende trend 1990-2004 og en stigende trend i 2005-2012 (1,4 pct. pr. år), således at den samlede trend for hele perioden 1990-2012 resulterer i svagt faldende trend i det samlede N-udbytte på 0,3 pct. pr. år.

### Betydning af afgrødefordeling

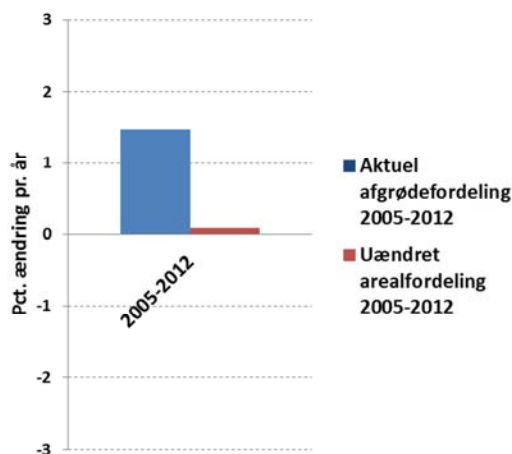
Det er vigtigt at analysere årsagen til udbyttetigningen der ses i figur 3 og figur 6 for perioden 2005-2012, sammenlignet med perioden 1990-2004. I løbet af de senere år er der sket en udvikling i arealanvendelsen, som vil have betydning for det samlede udbytt niveau. Eksempelvis er der i perioden 2005-2012 sket en stigning i arealet med majs på ca. 40.000 ha og græs i omdrift på ca. 100.000 ha. Til gengæld er der sket et fald i arealet med tritcale, vinterbyg, rodfrugter, ærter og korn til ensilering på tilsammen ca. 140.000 ha, altså en stigning og et fald i samme størrelsesorden. 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



2005-2012, svarende til 1,4 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. 1,4 og 0,1 pct. pr. år. Perioden 2005-2012 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 2005-2012.



## 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 -1,9 pct. pr. år for græs udenfor omdrift til +1,9 pct. pr. år for vinterraps.
- Den overordnede trend for høstudbytter viser uændrede udbytter i perioden 1990-2004 og en gennemsnitlig stigning på 1,4 pct. pr. år i 2005-2012, og at der for hele perioden 1990-2012 har været en gennemsnitlig stigning på ca. 0,5 pct. pr. år.
- Den overordnede trend for N-udbytter viser et gennemsnitligt fald på 0,8 pct. pr. år i perioden 1990-2004 og en gennemsnitlig stigning på 1,4 pct. pr. år i 2005-2012, og at der for hele perioden 1990-2012 har været et gennemsnitligt fald på 0,3 pct. pr. år.
- Ændringer i arealudnyttelsen har afgørende betydning for den beregnede trend. Således kan der for perioden 2005-2012 beregnes en udbyttetrend svarende til en stigning på 1,4 pct. pr. år ved den aktuelle afgrødefordeling i de enkelte år og en stigning på blot 0,1 pct. pr. år, hvis der antages at være samme afgrødefordeling i alle år.

## Referencer

Blicher-Mathiesen, G., Rasmussen, A., Grant, R., Jensen, P.G., Hansen, B. & Thorling, L. (2013) Landovervågningsoplande 2012. NOVANA. Institut for Bioscience, Aarhus Universitet og De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland. 150 s. (udkast).

Møller, S., Christensen, T.B. & Sloth, N.M. (2013) Næringsindhold i korn fra høsten 2013. Videncentret for Svineproduktion.

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

### Bilag 3: Opgørelse af randzoneeffekt på oplande

Vand- område	Randzone- gruppe	Glr i		Udvaskning (kg N/ha)	Effekt (kg N/ha)	Areal i randzone (ha)			Effekt (tons N)	I alt pr Vandopl. (tons N)
		opland (ha)	(tons N)			2011	2012	Genm		
1.1	Miljøord., øv.	4.798	57.683	12,0		145	128	137		
1.1	Grønsager	173	15.502	89,6	78	4	7	5	0,4	
1.1	I omdrift	115.822	7.538.378	65,1	53	3.061	3.148	3.105	164,8	
1.1	Energiskov	594	7.128	12,0	9	28	33	31	0,3	
1.1	Varig græs	13.591	264.637	19,5	7,5	1.186	1.056	1.121	8,4	173,9
1.10	Miljøord., øv.	4.842	58.236	12,0		222	254	238		
1.10	Grønsager	616	57.710	93,7	82	6	6	6	0,5	
1.10	I omdrift	205.890	17.789.799	86,4	74	5.116	5.180	5.148	383,0	
1.10	Energiskov	464	5.568	12,0	9	21	31	26	0,2	
1.10	Varig græs	21.828	478.014	21,9	9,9	2.016	1.846	1.931	19,1	402,9
1.11	Miljøord., øv.	2.702	32.884	12,2		105	96	101		
1.11	Grønsager	467	34.939	74,8	63	3	2	2	0,1	
1.11	I omdrift	124.147	9.262.314	74,6	63	969	1.006	987	61,8	
1.11	Energiskov	81	972	12,0	9	2	2	2	0,0	
1.11	Varig græs	10.096	237.358	23,5	11,5	793	708	750	8,6	70,6
1.12	Miljøord., øv.	1.130	13.868	12,3		47	57	52		
1.12	Grønsager	1.872	141.670	75,7	64	14	14	14	0,9	
1.12	I omdrift	55.212	3.373.417	61,1	49	392	422	407	20,0	
1.12	Energiskov	132	1584	12,0	9	3	3	3	0,0	
1.12	Varig græs	3.415	77.387	22,7	10,7	278	245	261	2,8	23,7
1.13	Miljøord., øv.	1.879	23.179	12,3		58	56	57		
1.13	Grønsager	1.109	63.372	57,1	45	8	8	8	0,4	
1.13	I omdrift	61.534	3.470.311	56,4	44	617	643	630	28,0	
1.13	Energiskov	146	1.752	12,0	9	3	3	3	0,0	
1.13	Varig græs	4.046	87.380	21,6	9,6	284	263	274	2,6	31,0
1.14	Miljøord., øv.	776	9.653	12,4		38	30	34		
1.14	Grønsager	1.001	53.710	53,7	42	4	5	5	0,2	
1.14	I omdrift	30.770	1.525.175	49,6	38	240	245	243	9,1	
1.14	Energiskov	47	564	12,0	9	1	2	1	0,0	
1.14	Varig græs	1.122	22.732	20,3	8,3	89	89	89	0,7	10,1
1.15	Miljøord., øv.	921	11.386	12,4		32	25	29		
1.15	Grønsager	840	29.911	35,6	24	2	2	2	0,1	
1.15	I omdrift	41.243	2.296.422	55,7	44	326	357	342	14,9	
1.15	Energiskov	28	336	12,0	9	0	0	0	0,0	
1.15	Varig græs	3.070	56.425	18,4	6,4	276	271	273	1,7	16,7

1.2	Miljøord., øv.	10.997	132.144	12,0		394	339	366	
1.2	Grønsager	1.494	130.118	87,1	75	4	4	4	0,3
1.2	I omdrift	422.066	29.279.582	69,4	57	8.432	8.719	8.575	492,0
1.2	Energiskov	1.410	16.920	12,0	9	97	109	103	0,9
1.2	Varig græs	38.284	738.657	19,3	7,3	4.067	3.718	3.892	28,4
1.3	Miljøord., øv.	1.664	20.015	12,0		19	14	16	
1.3	Grønsager	130	11.397	87,7	76	1	0	1	0,1
1.3	I omdrift	28.723	1.763.446	61,4	49	426	442	434	21,4
1.3	Energiskov	46	552	12,0	9	1	3	2	0,0
1.3	Varig græs	2.304	39.258	17,0	5,0	204	185	195	1,0
1.4	Miljøord., øv.	1.481	17.789	12,0		72	57	64	
1.4	Grønsager	168	17.874	106,4	94	0	0	0	0,0
1.4	I omdrift	84.867	7.091.900	83,6	72	1.731	1.737	1.734	124,1
1.4	Energiskov	377	4.524	12,0	9	25	29	27	0,2
1.4	Varig græs	4.804	109.676	22,8	10,8	575	531	553	6,0
1.5	Miljøord., øv.	5.831	70.144	12,0		166	152	159	
1.5	Grønsager	1.287	113.710	88,4	76	8	7	8	0,6
1.5	I omdrift	157.438	9.908.837	62,9	51	2.044	2.148	2.096	106,8
1.5	Energiskov	243	2.916	12,0	9	10	11	10	0,1
1.5	Varig græs	12.243	214.217	17,5	5,5	1.180	1.056	1.118	6,1
1.6	Miljøord., øv.	1.609	19.331	12,0		29	23	26	
1.6	Grønsager	276	24.181	87,6	76	1	1	1	0,1
1.6	I omdrift	45.019	2.417.755	53,7	42	845	879	862	36,0
1.6	Energiskov	71	852	12,0	9	4	7	5	0,0
1.6	Varig græs	3.846	57.761	15,0	3,0	319	308	314	0,9
1.7	Miljøord., øv.	1.030	12.500	12,1		33	25	29	
1.7	Grønsager	1.116	73.863	66,2	54	6	5	5	0,3
1.7	I omdrift	34.468	1.911.235	55,4	43	310	329	320	13,9
1.7	Energiskov	35	420	12,0	9		0	0	0,0
1.7	Varig græs	3.135	53.517	17,1	5,1	202	191	197	1,0
1.8	Miljøord., øv.	4.229	50.936	12,0		224	186	205	
1.8	Grønsager	1.035	116.624	112,7	101	9	8	9	0,9
1.8	I omdrift	177.503	15.088.842	85,0	73	3.447	3.494	3.470	253,4
1.8	Energiskov	950	11.400	12,0	9	55	60	57	0,5
1.8	Varig græs	11.649	25.9257	22,3	10,3	1118	1011	1065	10,9
1.9	Miljøord., øv.	654	7.918	12,1		28	27	27	
1.9	Grønsager	89	3.971	44,6	33	1	0	1	0,0
1.9	I omdrift	45.052	2.847.406	63,2	51	436	453	444	22,8
1.9	Energiskov	9	108	12,0	9	0	1	1	0,0
1.9	Varig græs	3.089	61.147	19,8	7,8	239	214	226	1,8
2.1	Miljøord., øv.	1.543	18.699	12,1		95	90	93	
2.1	Grønsager	550	27.118	49,3	37	3	5	4	0,2
2.1	I omdrift	46.277	2.304.038	49,8	38	483	520	501	18,9
2.1	Energiskov	173	2.076	12,0	9	3	3	3	0,0
2.1	Varig græs	5.285	87.790	16,6	4,6	326	296	311	1,4

2.2	Miljøord., øv.	2.276	27.534	12,1		96	88	92		
2.2	Grønsager	1463	115.280	78,8	67	17	14	16	1,0	
2.2	I omdrift	84.355	4.535.255	53,8	42	828	872	850	35,5	
2.2	Energiskov	202	2.424	12,0	9	6	7	7	0,1	
2.2	Varig græs	9.808	187.876	19,2	7,2	573	525	549	3,9	40,5
2.3	Miljøord., øv.	574	6.896	12,0		13	11	12		
2.3	Grønsager	110	3.032	27,6	16	1	1	1	0,0	
2.3	I omdrift	13.486	759.339	56,3	44	218	231	224	9,9	
2.3	Energiskov	15	180	12,0	9	0	0	0	0,0	
2.3	Varig græs	4.350	90.097	20,7	8,7	357	353	355	3,1	13,0
2.4	Miljøord., øv.	853	10.429	12,2		68	65	67		
2.4	Grønsager	556	35.089	63,1	51	4	4	4	0,2	
2.4	I omdrift	39.247	2.003.957	51,1	39	329	354	341	13,3	
2.4	Energiskov	14	168	12,0	9	1	1	1	0,0	
2.4	Varig græs	3.202	49.105	15,3	3,3	125	113	119	0,4	13,9
2.5	Miljøord., øv.	24.121	290.616	12,0		430	417	424		
2.5	Grønsager	5.638	299.814	53,2	41	23	23	23	0,9	
2.5	I omdrift	367.101	20.300.845	55,3	43	1.864	1.952	1.908	82,6	
2.5	Energiskov	806	9.672	12,0	9	6	6	6	0,1	
2.5	Varig græs	35.450	651.722	18,4	8	860	768	814	6,5	90,1
2.6	Miljøord., øv.	1.485	17.999	12,1		104	96	100		
2.6	Grønsager	960	51.580	53,7	42	10	6	8	0,3	
2.6	I omdrift	65.831	3.237.741	49,2	37	647	655	651	24,2	
2.6	Energiskov	149	1.788	12,0	9	6	6	6	0,1	
2.6	Varig græs	3.708	60.042	16,2	4,2	320	308	314	1,3	25,9
3.1	Miljøord., øv.	561	6747	12,0		22	18	20		
3.1	Grønsager	14	523	37,4	25	0	0	0	0,0	
3.1	I omdrift	30.715	1.750.614	57,0	45	280	294	287	12,9	
3.1	Energiskov	3	36	12,0	9	0	0	0	0,0	
3.1	Varig græs	1.032	17.887	17,3	5,3	49	40	45	0,2	13,2
4.1	Miljøord., øv.	1.194	14.490	12,1		51	50	51		
4.1	Grønsager	173	21.333	123,3	111	3	3	3	0,3	
4.1	I omdrift	102.424	8.401.145	82,0	70	1.949	1.955	1.952	136,7	
4.1	Energiskov	295	3.540	12,0	9	19	20	20	0,2	
4.1	Varig græs	7.943	174.399	22,0	10,0	646	662	654	6,5	143,7
Sum		2.691.067	165.382.968			53.987	53.561	53.774	2.220	2.220

## Bilag 4: Baggrundsdata for beregning af teknisk justering

HOVEDOPLAND		Glr areal (ha)							GNS_06_12	Andel i 2011
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
1.1. Nordlige Kattegat	1.1	148.355	146.692	146.294	144.525	144.236	144.173	143.229	145.358	0,05
1.10. Vadehavet	1.10	302.839	300.720	299.780	295.797	296.403	290.993	293.336	297.124	0,11
1.11. Lillebælt-Jylland	1.11	154.615	152.789	152.008	150.367	149.971	147.827	148.042	150.803	0,06
1.12. Lillebælt-Fyn	1.12	68.069	67.341	67.006	66.485	66.707	65.541	66.119	66.753	0,02
1.13. Odense Fjord	1.13	75.576	75.079	74.546	73.704	74.073	73.139	73.147	74.180	0,03
1.14. Storebælt	1.14	37.091	36.927	36.741	36.153	36.499	35.848	36.047	36.472	0,01
1.15. Sydfynske	1.15	51.208	50.840	50.589	50.288	50.458	49.684	50.115	50.455	0,02
1.2. Limfjorden	1.2	520.867	516.722	515.116	50.5981	510.246	505.608	505.854	511.485	0,19
1.3. Mariager Fjord	1.3	36.826	36.600	36.199	35.896	36.055	35.517	35.640	36.105	0,01
1.4. Nissum Fjord	1.4	102.292	101.878	101.221	99.244	100.111	98.119	98.873	100.248	0,04
1.5. Randers Fjord	1.5	200.709	199.243	197.135	191.925	194.366	192.345	190.986	195.244	0,07
1.6. Djursland	1.6	57.309	57.062	56.606	54.744	56.188	55.362	55.332	56.086	0,02
1.7. Århus Bugt	1.7	44.005	43.617	42.947	42.398	42.636	42.462	41.805	42.839	0,02
1.8. Ringkøbing Fjord	1.8	216.264	214.976	214.141	210.765	212.216	208.901	209.725	212.427	0,08
1.9. Horsens Fjord	1.9	54.516	53.441	53.221	52.291	52.745	52.686	52.455	53.051	0,02
2.1. Kalundborg	2.1	60.419	60.316	59.876	58.706	59.131	58.700	58.146	59.328	0,02
2.2. Isefjord og Roskilde Fjord	2.2	112.162	110.993	110.147	108.692	108.912	108.189	106.456	109.365	0,04
2.3. Øresund	2.3	19.790	21.116	20.861	20.933	19.123	20.710	20.567	20.443	0,01
2.4. Køge Bugt	2.4	49.628	49.324	49.035	48.514	48.356	48.058	48.033	48.707	0,02
2.5. Smålands-farvandet	2.5	237.752	236.287	234.876	229.331	234.358	233.214	232.129	233.992	0,09
2.6. Østersøen	2.6	77.602	77.752	77.499	75.566	77.187	76.575	76.444	76.946	0,03
3.0. Bornholm	3.1	34.713	34.762	34.681	33.995	34.445	34.336	34.200	34.447	0,01
4.0. Kruså	4.1	81.128	81.112	80.833	80.097	80.159	77.446	79.615	80.056	0,03
ikke geo-refereret areal		18.971	23.978	22.759	20.784	17.970	16.084	11.750	18.899	
	SUM	2.762.707	2.749.567	2.734.116	2.687.180	2.702.552	2.671.520	2.668.045	2.710.812	1

	Andel i 2011	Andel af 10.000	areal 2013-15	Effekt kg N/ha	Ton N	Andel af 12.600 ha	Areal (ha) 2016-2021	Effekt kg N/ha	Tons N	Total for 2013-21
1.1. Nordlige Kattegat	0,05	500	1.500	46,4	69	684,1	4.104	46,4	190	259
1.10. Vadehavet	0,11	1.100	3.300	66,7	220	1.380,80	8.286	66,7	554	774
1.11. Lillebælt-Jylland	0,06	600	1.800	57,6	104	701,4	4.206	57,6	242	346
1.12. Lillebælt-Fyn	0,02	200	600	46,4	28	311	1.866	46,4	87	115
1.13. Odense Fjord	0,03	300	900	41,1	37	347	2.082	41,1	86	123
1.14. Storebælt	0,01	100	300	35,8	11	170,1	1.020	35,8	36	47
1.15. Sydfynske	0,02	200	600	39,9	24	235,8	1.416	39,9	56	80
1.2. Limfjorden	0,19	1.900	5.700	51,9	296	2.399,10	14.394	51,9	749	1.045
1.3. Mariager Fjord	0,01	100	300	43,8	13	168,5	1.011	43,8	44	57
1.4. Nisum Fjord	0,04	400	1.200	67	80	465,6	2.794	67	187	267
1.5. Randers Fjord	0,07	700	2.100	46,2	97	912,7	5.476	46,2	254	351
1.6. Djursland	0,02	200	600	37,6	23	262,7	1.576	37,6	60	83
1.7. Århus Bugt	0,02	200	600	39,6	24	201,5	1.209	39,6	48	72
1.8. Ringkøbing Fjord	0,08	800	2.400	67,5	162	991,2	5.946	67,5	405	567
1.9. Horsens Fjord	0,02	200	600	47,7	29	250	1.500	47,7	72	101
2.1. Kalundborg	0,02	200	600	33,3	20	278,5	1.671	33,3	56	76
2.2. Isefjord og Roskilde Fjord	0,04	400	1200	37,6	45	513,4	3.080	37,6	117	162
2.3. Øresund	0,01	100	300	34,4	10	98,3	591	34,4	20	30
2.4. Køge Bugt	0,02	200	600	35,8	21	228	1.368	35,8	50	71
2.5. Smålands-farvandet	0,09	900	2.100	37,8	79	1.106,60	6.636	37,8	250	329
2.6. Østersøen	0,03	300	900	34,7	31	363,3	2.178	34,7	76	107
3.0. Bornholm	0,01	100	300	42,9	13	162,9	978	42,9	42	55
4.0. Kruså	0,03	300	900	64,9	58	367,5	2.205	64,9	143	201
SUM		10.000	29.400		1.494	12.600	75.593			5.318

## Bilag 5: Beregninger vedrørende effekter af bioforgasning på N udvaskning

Peter Sørensen og Christen D. Børgesen, Institut for Agroøkologi, AU

### Indledning

I tidligere vurderinger fra AU (Børgesen et al. 2013) er det antaget, at bioforgasning medfører omtrent uændret N udvaskning over en kortere tidshorizont (5-10 år). På langt sigt fås dog en reduktion i N udvaskningen med de nuværende regler, hvor der ikke tages højde for en højere tilgængelighed af N i gødningen efter bioforgasning ved beregning af udnyttelseskrav. Det betyder, at der ikke vil være nogen effekt i 2021 af stigningen i bioforgasning, der sker fra 2013 frem mod år 2021, men der forventes en effekt af den stigende anvendelse af bioforgasning, der er sket tilbage fra 1980'erne og frem til 2013. Det vurderes, at når der også tages højde for denne mere langsigtede effekt af bioforgasning, vil der samlet set være en reduktion i N udvaskningen som følge af bioforgasningen. Den akkumulerede effekt af fortsat bioforgasning medregnes i Baseline 2021, idet der vil være en effekt i 2021, som ikke medregnes i anden sammenhæng. I dette notat redegøres for baggrunden for denne vurdering.

### Uddybning af beregninger

Ved bioforgasning sker der en omsætning af organisk bundet N i gødningen til mineralsk N. Da der på langt sigt er en større udvaskning af kvælstof fra organisk bundet N end fra mineralsk N, kan der på langt sigt forventes en lavere udvaskning fra den afgassede gødning.

Den langsigtede (100-200 år) reduktion i udvaskningen ved afgasning af både kvæg- og svinegylle kan beregnes til ca. 2,3 kg N/DE ud fra en antagelse om, at marginaludvaskningen er 30 % for mineralsk N og 45 % for organisk N i gødning (Tabel 1; Sørensen & Vinther 2012). I tabel 1 er den langsigtede effekt af bioforgasning af forskellige gødningstyper beregnet, og den vægtede effekt af alle gødningstyper er beregnet til 2,7 kg N/DE.

**Tabel 1.** Langsigtet effekt på N udvaskning ved afgasning af forskellige gødningstyper.

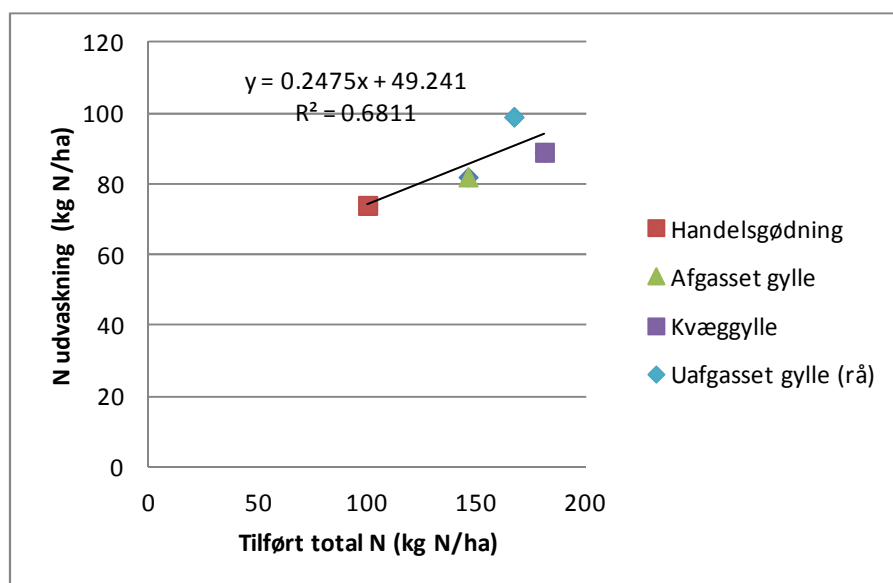
Gødningstype	N andel i DK 2011	Andel af total N som N-min efter afgasning	Reduceret N udvaskning ved afgasning, kg N/DE
Svinegylle	0,41	0,90	2,3
Kvæggylle	0,45	0,73	2,3
Dybstrøelse/fast gødning	0,14	0,60	5,3
Vægtet gennemsnit			2,7

Den langsigtede udvaskningsfaktor på 45 % af organisk N er en gennemsnitlig faktor der dækker over en betydelig variation. I tabel 2 er vist modelberegninger af den langsigtede udvaskning af organisk bundet N, og det ses at faktorer som jordtype, afgrødetype, efterafgrøder og nedbør har meget stor betydning for udvaskningsfaktoren. I disse beregninger har f.eks. anvendelsen af efterafgrøder meget stor betydning, og usikkerheden på denne faktor er betydelig.



I tilførselsåret opvejes en øget N tilgængelighed efter bioforgasning, og dermed øget udvaskningsrisiko, i nogen grad af en reduceret N mineralisering og dermed udvaskningsrisiko i det følgende efterår/vinter. I den eneste danske undersøgelse vi har kendskab til, hvor N udvaskning fra afgasset og ikke-afgasset gødning er direkte sammenlignet (Sørensen & Birkmose, 2002), fandtes en marginaludvaskning fra tilført organisk N i første år på 25 % (figur 1.). Denne undersøgelse blev gennemført i et år med meget høj afstrømning (500 mm) på lerblandet sandjord (JB4), og marginaludvaskningen var derfor høj i forhold til forventet gennemsnit. Thomsen et al (1997) fandt tilsvarende en marginaludvaskning fra organisk N i gylle på 7 % i lerjord og 13 % i sandjord. Marginaludvaskningen fra mineralisk N er højere og omkring 30 %, og størstedelen af denne udvaskning sker det første år. Det betyder, at der på kort sigt må forventes en højere N udvaskning efter bioforgasning af husdyrgødning, som følge af det højere indhold af mineralisk N, men på langt sigt forventes en reduktion, som nævnt ovenfor.

**Figur 1.** Relation mellem N udvaskning og tilført total N målt i lysimeterforsøg med vårbyg efter tilførsel af 100 kg mineralisk N/ha med både handelsgødning og husdyrgødning (data fra Sørensen & Birkmose 2002).

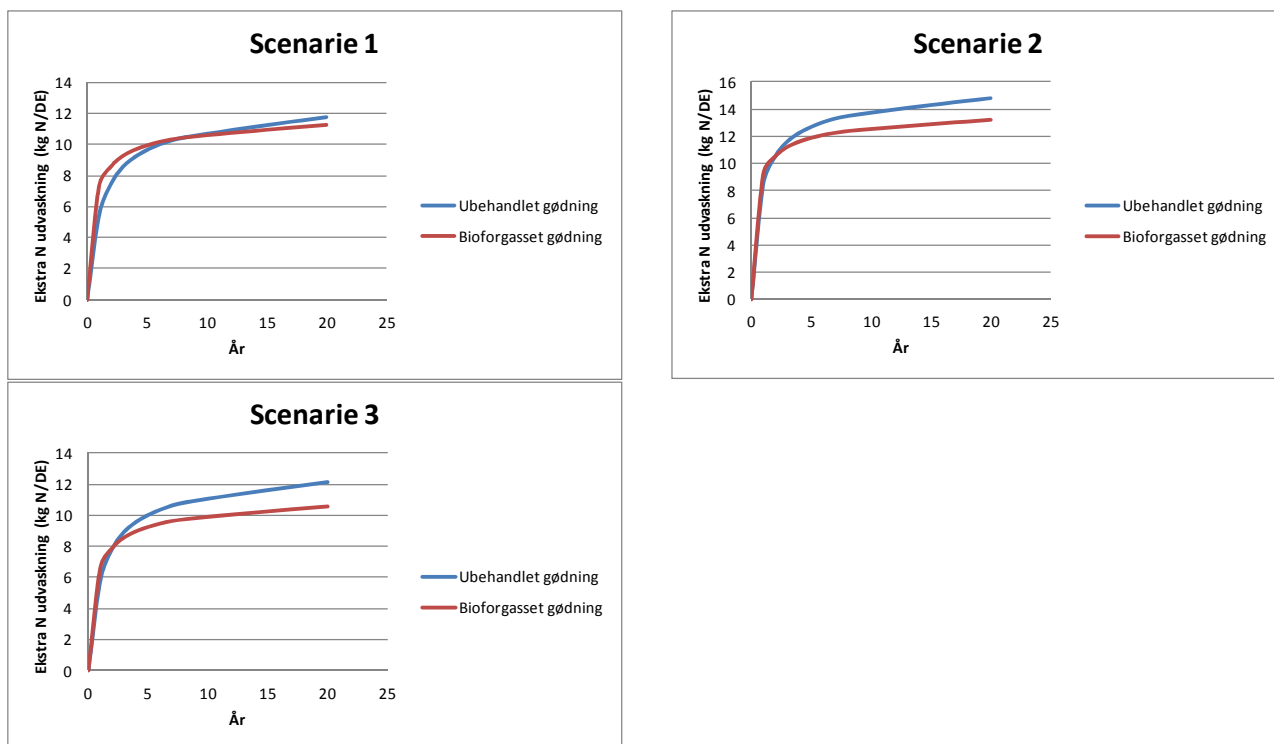


**Tabel 2.** Procentdel af ekstra opbygget N i jordpuljen der går til merudvaskning ved variabel anvendelse af efterafgrøder beregnet med FASSET modellen i typisk sædskifte på svine- og planteavlbedrifter (fra Petersen et al. 2006 og Vinther et al. 2013).

Jordtype/klima	Andel af efterafgrøde %	N udvaskning 0-300 år		N udvaskning 0-300 år gennemsnit for jordtype %
		150 år %	300 år %	
JB3 Jydevad klima (våd)	10	49,1	57,1	59
	20	23,6	27,4	37
	15	36,3	42,3	48
JB6 Jydevad klima (våd)	10	39,2	45,6	43
	20	6,6	7,7	11
	15	22,9	26,6	27
JB3 Roskilde klima (tør)	10	52,7	61,3	
	20	39,3	45,7	
	15	46	53,5	
JB6 Roskilde klima (tør)	10	34,7	40,3	
	20	12,7	14,8	
	15	23,7	27,6	

I Baseline 2021 regnes på både effekten i 2021 af øget bioforgasning i perioden 2013-2021 og den effekt der er af tidligere tilførte mængder af bioforgasset husdyrgødning. Effekten af bioforgasning set over en længere tidshorizont (1980-2021) afhænger i høj grad af tidsforløbet for den ekstra N udvaskning fra organisk N, der må antages at følge mineraliseringsforløbet for organisk bundet N i gødningen.

I figur 2 er beregnet det tidsmæssige forløb af akkumuleret ekstra N udvaskning efter tilførsel af afgasset og ikke afgasset gødning/gylle. Det tidsmæssige forløb er beregnet på basis af en N mineraliseringsmodel for husdyrgødning ("ModelNeffervirkning"), der er baseret på en række forsøg med måling af ekstra N optagelse i afgrøder og efterafgrøder i årene efter tilførsel af husdyrgødning (Petersen og Sørensen, 2008). For at illustrere usikkerheden på beregningen, er der gennemført tre alternative scenarier, hvor der kun er ændret på enkelt parameter ad gangen. I Scenarie 1 (figur 2) er det antaget, at der sker en udvaskning fra det tilførte organiske N i første år på 17 % (kan sammenlignes med de 25 % målt i figur 1), mens marginaludvaskningen af mineralsk N er 30 % (der antages at ske i første år). I Scenarie 1 er den akkumulerede udvaskning fra afgasset og ikke-afgasset gødning omtrent ens efter 8 år, og den gennemsnitlige effekt ved jævnt stigende anvendelse af bioforgasning over en 8-årig periode er beregnet til at medføre en stigning i N udvaskningen på 0,7 kg N/DE. Den akkumulerede effekt efter 20 år er beregnet til en reduceret N udvaskning på 0,6 kg N/DE.



**Figur 2.** Akkumuleret ekstra N udvaskning efter tilførsel af bioforgasset og tilsvarende ubehandlet husdyrgødning i forhold til tilførsel af tilsvarende handelsgødning ved anvendelse af udnyttelseskrav på 65 % for begge gødningstyper. Den anvendte husdyrgødning er en blanding bestående af svine- og kvæggylle og fast husdyrgødning vægtet i forhold til produktionen i Danmark i 2011.

I scenarie 2 er der kun ændret på udvaskningen af organisk N i første år, hvor der er anvendt en udvaskning på 25 %, som målt af Sørensen og Birkmose (2002). Det medfører, at der allerede efter 1 år sker en reduktion i udvaskningen som følge af bioforgasning, og her sker der en reduktion i den

gennemsnitlige N udvaskning over 8 år på 0,4 kg N/DE. Effekten efter 20 år er opgjort til 1,3 kg N/DE.

I Scenarie 3 er der regnet med en lavere marginaludvaskning fra mineralsk N baseret på N-LES4 modellen (Kristensen et al. 2008). I N-LES4 er den gennemsnitlige marginaludvaskning fra mineralsk N til vårsæd 16-30 % med et gennemsnit på 23 %, og her er regnet med en marginal udvaskning på 23 %, mens alt andet er uændret i forhold til scenarie 1. Det medfører, at der allerede efter 2 år er samme udvaskning med og uden bioforgasning, og den gennemsnitlige reduktion over 8 år som følge af bioforgasning er 0,6 kg N/DE. Effekten efter 20 år er opgjort til 1,8 kg N/DE.

Ud fra en række scenarie beregninger forventes den gennemsnitlige reduktion i N udvaskning som følge af forøget bioforgasning over en 8 årig periode at være mellem -1,3 kg N/DE og 1,0 kg N/DE.

### **Effekt af bioforgasning frem til år 2013**

I Baseline er der regnet med effekter af bioforgasning af anlæg etableret for perioden 1980'erne og frem til 2013 og af anlæg der etableres frem til 2021. I 2021 må der forventes at være en akkumuleret effekt af de anlæg der har fungeret i 10-40 år. I Baseline 2021 er det vurderet at 9 % af husdyrgødningen bioforgasses i 2013. Det antages at disse anlæg har fungeret gennemsnitligt i 20 år i 2021, og den akkumulerede effekt på N udvaskningen er 0,6 kg N/DE (usikkerhed: 0,2-1,8 kg N/DE) baseret på ovennævnte Scenarie 1 beregning (figur 2). Med disse forudsætninger kan effekten på reduceret N udvaskning i 2021 af bioforgasning i perioden 1980-2013 vurderes til 120 t N/år (40-360 t N/år).

### **Effekt af øget tilførsel af organisk affald til biogasanlæg**

Regeringen har 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 afgasning på lang sigt, idet tilførslen af organisk bundet kvælstof vil falde efter afgasningen, mens det på helt kort sigt medfører øget udvaskning som beskrevet ovenfor.

Øget bioforgasning og tilførsel til landbrugsjord af affald, der tidligere blev afbrændt eller deponeret, vil derimod medføre øget N udvaskning, idet den samlede N tilførsel til jorden stiger (dette vil dog afhænge af om mængden af N i afgasset gødning fraført biogasanlæg opgøres i forhold til tilført gødning eller på basis af kemisk analyse og vejning af gødningen). Der er stor usikkerhed om hvor meget ekstra affald der kan tilføres til biogasanlæg frem til år 2021, og i ovenstående beregninger er der ikke taget hensyn til effekter af en øget bioforgasning af andet organisk affald i fremtiden. Effekten af øget anvendelse af organisk affald bør principielt ikke medregnes som en effekt af bioforgasning i sig selv, men som en effekt der skyldes øget tilførsel af kvælstof i organisk gødning til landbrugsjorden.

### **Konklusion**

Effekten i år 2021 af jævnt stigende bioforgasning over en 8 årig periode (2013-2021) forventes at være en omtrent uændret udvaskning, mens den stigende anvendelse af bioforgasning der er sket frem til 2013 (og fortsættes frem til 2021) forventes at medføre en reduktion i udvaskningen i 2021 som

følge af den længere virkningsperiode. Den samlede effekt heraf er en reduktion i N udvaskningen på 120 t N (40-360 t N). På længere sigt vil der opnås en større effekt som følge af bioforgasningen.

## Referencer

Børgesen, C.D., Jensen, P.N., Blicher-Mathiesen, G., Schelde, K. (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

Kristensen, K., Waagepetersen, J., Børgesen, C.D., Vinther, F.P., Grant, R., Blicher-Mathiesen, G. (2008). Reestimation and further development in the N-LES – NLES3 to NLES4. DJF Plant Science no 139. 1-25.

Petersen, J., Petersen, B. M., Blicher-Mathiesen, G., Ernsten, V., and Waagepetersen, J. (2006) Beregning af nitratudvaskning. Forslag til metode, der sikrer ensartethed i sagsbehandlingen i forbindelse med fremtidig miljøgodkendelse af husdyrudvidelser. Danmarks JordbrugsForskning. Rapport. Markbrug 124, 1-147.

Petersen, J. & Sørensen, P. (2008) Gødningsvirkning af kvælstof i husdyrgødning – Grundlag for fastlæggelse af substitutionskrav. DJF Rapport Markbrug nr. 138. 111 pp.

Sørensen P., Birkmose, T. (2002). Kvælstofudvaskning efter gødsning med afgasset gylle. Grøn Viden, markbrug nr. 266.

Sørensen, P., Vinther, F.P. (2012). Udvaskningseffekt af afgasset gylle. Notat til Natur og Landbrugskommissionen, AU, November 2012.

Thomsen, I.K., Kjellerup, V. & Jensen, B. (1997). Crop uptake and leaching of <sup>15</sup>N applied in ruminant slurry with selectively labelled faeces and urine fractions. Plant and Soil 197, 233-239.

Vinther, F.P, Sørensen, P., Jørgensen, M.S., Kristensen, I.S. 2013. Beregning af N udvaskning i Farm-N med ændret tidshorisont. AU notat.

## Bilag 6: Data for beregning og fordeling af de ekstra 60.000 ha efterafgrøder

EA husdyrg. er efterafgrøder, som er indeholdt i godkendelser af husdyrbrug. Korr. total areal indeholder arealer, som ikke georefereret.

ID	Hovedvandområde	Krav_efterafgr	Krav_efterafgrEA husdyrg	Effekt	Nye efterafgr.		
		Georefereret areal ha	Korr til total areal ha		Rodzone	Fordeling af Rodzone 60.000 ha tons N i alt	
				kg N/ha			
1.1	1.1. Nordlige Kattegat	12.533	12.972	187	36,5	3.252	119
1.10	1.10. Vadehavet	24.408	25.263	1.405	40,5	6.334	257
1.11	1.11. Lillebælt-Jylland	14.934	15.456	194	27,1	3.875	105
1.12	1.12. Lillebælt-Fyn	6.542	6.771	579	30,3	1.698	51
1.13	1.13. Odense Fjord	6.862	7.103	490	29,7	1.781	53
1.14	1.14. Storebælt	3.329	3.445	249	25,6	864	22
1.15	1.15. Sydfynske	4.401	4.555	254	24,2	1.142	28
1.2	1.2. Limfjorden	45.340	46.927	1.636	38,0	11.766	448
1.3	1.3. Mariager Fjord	3.049	3.156	26	39,7	791	31
1.4	1.4. Nissum Fjord	8.707	9.011	742	40,9	2.259	92
1.5	1.5. Randers Fjord	17.703	18.322	418	33,8	4.594	155
1.6	1.6. Djursland	4.743	4.909	122	35,1	1.231	43
1.7	1.7. Århus Bugt	3.607	3.733	45	26,9	936	25
1.8	1.8. Ringkøbing Fjord	18.142	18.777	1.237	41,5	4.708	195
1.9	1.9. Horsens Fjord	5.294	5.479	287	27,2	1.374	37
2.1	2.1. Kalundborg	4.843	5.012	70	22,1	1.257	28
2.2	2.2. Isefjord og Roskilde Fjord	8.101	8.385	86	24,4	2.102	51
2.3	2.3. Øresund	1.072	1.110	39	28,7	278	8
2.4	2.4. Køge Bugt	3.701	3.831	19	17,5	960	17
2.5	2.5. Smålands-farvandet	18.258	18.897	230	19,9	4.738	94
2.6	2.6. Østersøen	5.569	5.763	142	18,9	1.445	27
3.1	3.0. Bornholm	3.482	3.604	0	20,7	904	19
4.1	4.0. Kruså	6.589	6.820	66	39,8	1.710	68
SUM		231.210	239.300	8.523		60.000	1.974

## Bilag 7: Detaljeret opgørelse af effekt af vådområder

Område	Vådomr. planlagt i Vandplaner Gennemførte vådområder Vådområder 2013-2021 Yderligere vådområder 2013-2021 Private vådområder										
	Etableret før 2013	Areal (ha)	Effekt (tons N)	Areal (ha)	Effekt (tons N)	Areal (ha)	Effekt (tons N)	Areal (ha)	Effekt (tons N)	Areal (ha)	Effekt (ton N)
1.1. Nordlige Kattegat		0	0			0	0	0	0		
1.2. Limfjorden		3.676	415,4			3.676	415,4	593	67	57	6,5
1.3. Mariager Fjord		343	38,8			343	38,8	55	6	132	15
1.4. Nisum Fjord		352	39,8			352	39,8	57	9		
1.5. Randers Fjord		807	91,2			807	91,2	130	15		
1.6. Djursland		0	0			0	0	0			
1.7. Århus Bugt		0	0			0	0	0			
1.8. Ringkøbing Fjord		612	69,2			612	69,2	99	11		
1.9. Horsens Fjord		248	28								
1.9. Horsens Fjord	Horsens Kom. - Bygholm Enge			33	5,013	215	23	34	4		
1.10. Vadehavet		0	0			0	0	0			
1.11. Lillebælt-Jylland		1.108	125,2			1.077	120,3	174	20	39	4
1.11. Lillebælt-Jylland	Aabenraa kom. - Grøngrøft			25	3,9						
1.11. Lillebælt-Jylland	Aabenraa Kom. - Sandskær vådområdeprojekt			6	1						
1.12. Lillebælt-Fyn		152	17,2			152	17,2	24	3		
1.13. Odense Fjord		432	48,8			432	48,8	70	8	18	2,5
1.14. Storebælt		57	6,4			30	2,9	5	1		
1.14. Storebælt	Nyborg Kom.- Vindinge Å ved Hjulby Mose			27	3,5						
1.15. Sydfynske		459	51,9			459	51,9	74	8		
2.1. Kalundborg		33	3,7			33	3,7	5	1		
2.2. Isefjord og Roskilde Fjord		335	37,9			335	37,9	54	6	45	4
2.3. Øresund		0	0			0	0	0			
2.4. Køge Bugt		0	0			0	0	0			
2.5. Smålands-farvandet		1.202	135,8			1.202	135,8	194	22	158	29
2.6. Østersøen		193	21,8			193	21,8	31	4		
3.0. Bornholm		0	0			0	0				
4.0. Kruså		0	0			0	0				



## FASTSÆTTELSE AF BASELINE 2021

Effektvurdering af planlagte virkemidler og ændrede betingelser for landbrugsproduktion i forhold til kvælstofudvaskning fra rodzonen for perioden 2013-2021

Rapporten beskriver de reguleringer, udviklinger m.m., som forventes at ske indenfor landbruget frem til 2021. Det drejer sig om politiske initiativer som f.eks. øget økologisk produktion eller øget bioforgasning, reguleringer som f.eks. randzoner eller den generelle forventede udvikling i landbruget. Der er for hvert område estimeret en kvælstofeffekt samt beskrevet sideeffekter i form af effekt på fosfortab, natur samt klima. Samlet set forventes de beskrevne elementer at reducere rodzoneudvaskningen af kvælstof med 14.000-18.000 ton kvælstof i 2021. Resultatet af denne baseline forventes indarbejdet i de kommende vandområdeplaner.