



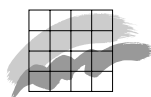
Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser

Agenda 2000

Økonomiske og miljø- mæssige konsekvenser af markedsordningerne i EU's landbrugsreform

Faglig rapport fra DMU, nr. 308

[Tom side]



Agenda 2000

Økonomiske og miljø- mæssige konsekvenser af markedsordningerne i EU's landbrugsreform

*Faglig rapport fra DMU, nr. 308
2000*

*Johnny M. Andersen
Henrik G. Bruun
Afdeling for Systemanalyse*

*Jørgen D. Jensen
Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut*

*Mette Wier
Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut*

*Peter B. Sørensen
Afdeling for Miljøkemi*

*Anne-Marie Rolev
Daniel Conley
Afdeling for Havmiljø og Mikrobiologi*

*Ole Hertel
Lise M. Frohn
Willem A. H. Asman
Afdeling for Atmosfærisk Miljø*

Datablad

Titel: Økonomiske og miljømæssige konsekvenser af markedsordningerne i EU's landbrugsreform

Undertitel: Agenda 2000

Forfattere: Johnny M. Andersen¹, Henrik G. Bruun¹, Jørgen D. Jensen², Mette Wier³, Peter B. Sørensen⁴, Anne-Marie Rolev⁵, Daniel Conley⁵, Ole Hertel⁶, Lise M. Frohn⁶, Willem A.H. Asman⁶

Afdelinger: Afdeling for Systemanalyse¹
Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut²
Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut³
Afdeling for Miljøkemi⁴
Afdeling for Havmiljø og Mikrobiologi⁵
Afdeling for Atmosfærisk Miljø⁶

Serietitel og nummer: Faglig rapport fra DMU nr. 308

Udgiver: Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser©

URL: www.dmu.dk

Udgivelsestidspunkt: Januar 1999

Faglig kommentering: Berit Hasler, Lene Holm, Kitt B. Andersen

Layout: Ann-Katrine Holme Christoffersen

Elektronisk layout: Ann-Katrine Holme Christoffersen

Bedes citeret: Andersen, J.M., Bruun, H.G., Jensen, J.D., Wier, M., Sørensen, P.B., Rolev, A-M., Hertel, O., Frohn, L.M., Conley, D. og Asman, W.A.H. (2000): Økonomiske og miljømæssige konsekvenser af markedsordningerne i EU's landbrugsreform - Agenda 2000. Danmarks Miljøundersøgelser. 64 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 308.

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.

Abstract: Rapporten bidrager til belysningen af de økonomiske og miljømæssige konsekvenser af markedsordningerne i EU's landbrugsreform - Agenda 2000. Reformen er planlagt fuldt ud gennemført i år 2006, og til den tid forventes Vandmiljøplan II at være fuldt ud implementeret (år 2003). Følgelig er effekterne af reformen relateret til den miljøbelastning, som forventes at gøre sig gældende i år 2003 under forudsætning af, at produktionsniveauet og -sammensætningen svarer til 1995-landbruget. De miljømæssige konsekvenser, som er afgrænset til N-deposition på landjord, N-belastning af havområder, ændringer i iltkoncentrationen i de indre danske farvandesamt emissionen af metan og lattergas, er estimeret via en række modeller udviklet og vedligeholdt af DMU. De landbrugsøkonomiske og samfundsøkonomiske konsekvenser er estimeret via hhv. ESMERALDA (udviklet og vedligeholdt af Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut) og ADAM (udviklet og vedligeholdt af Danmarks Statistik).

Frie emneord: Landbrug, Landbrugsøkonomi, Samfundsøkonomi, N-deposition, N-belastning, Iltkoncentration, emission af methan og lattergas, Agenda 2000.

Redaktionen afsluttet: December 1999

ISBN: 87-7772-525-5

ISSN: 0905-815X

Papirkvalitet: Cyclus Office

Tryk: Hvidovre Kopi

Sideantal: 64

Oplag: 300

Pris: kr. 75,- (inkl. 25% moms, ekskl. forsendelse)

Købes i boghandelen eller hos: Danmarks Miljøundersøgelser
Postboks 358
Frederiksborgvej 399
DK-4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

Miljøbutikken
Information og Bøger
Læderstræde 1
DK-1201 København K
Tlf.: 33 95 40 00
Fax: 33 92 76 90
E-mail: butik@mem.dk
URL: www.mem.dk/butik

Indhold

Forord 5

Summary 6

Sammenfatning 8

1 Indledning 13

- 1.1 Det anvendte modelkompleks 14
- 1.2 Disponering af rapporten 16

2 Scenarierne 17

- 2.1 Referencescenariet 19
- 2.2 Agenda 2000 -scenariet 25

3 Landbrugsøkonomiske konsekvenser 28

- 3.1 Landbrugsøkonomiske effekter af Agenda 2000 -scenariet 28

4 Samfundsøkonomiske konsekvenser 33

- 4.1 Agenda 2000 -scenariet i ADAM 34
- 4.2 Samfundsøkonomiske effekter af Agenda 2000 -scenariet 35

5 Miljømæssige konsekvenser 38

- 5.1 N-deposition på landområder 41
- 5.2 N-belastning af farvandsområder fra landbruget 44
- 5.3 Den totale N-belastning af farvandsområder samt miljøeffekter 46
- 5.4 Emissionen af drivhusgasserne metan og lattergas 50

6 Diskussion af de anvendte metoder 51

- 6.1 Generelt om usikkerheden af komplekse modeller 52
- 6.2 Endogen bestemmelse af faktorforbruget i ADAM 54
- 6.3 Økonomisk tilpasning til de reducerede gødningsnormer 56

Referencer 61

[Tom side]

Forord

Nærværende projekt er udarbejdet under Miljø- og Energiministeriets aktiviteter omhandlende Integrerede MiljøInformationsSystemer (IMIS) på landbrugsområdet. Hovedintentionen med IMIS på landbrugsområdet har været at tilvejebringe et samlet modelsystem, der kan belyse såvel økonomiske som miljømæssige konsekvenser af landbrugs- og miljøpolitiske indgreb. Tilvejebringelsen af dette modelsystem har overvejende bestået i at koble eksisterende modeller, herunder tilpasning af modeller m.h.p. at kunne foretage konsistente scenarieanalyser, jf. fx Andersen *et al.* (1998).

Nærværende projekt er baseret på disse landvindinger, og målet med projektet har derfor ikke bestået i at forfine eller komplettere modelkomplekset. Derimod har målet været at anvende modelsystemet i praksis med henblik på at analysere såvel de økonomiske som miljømæssige konsekvenser af gennemførelsen af EU's fælles landbrugspolitik, således som den er udformet i Agenda 2000 reformen.

Den miljømæssige analyse er forestået af en række afdelinger i Danmarks Miljøundersøgelser. *Afdeling for Systemanalyse* har således forestået analysen af den landbaserede kvælstofbelastning af vandmiljøet samt emissionen af ammoniak, metan og lattergas. Analysen af spredningen og depositionen af $\text{NH}_x\text{-N}$ er forestået af *Afdeling for Atmosfærisk Miljø*, som ligeledes har forestået estimationen af depositionen af $\text{NO}_y\text{-N}$. Endelig har *Afdeling for Havmiljø og Mikrobiologi* forestået estimationen af iltkoncentrationen i udvalgte havområder. Fælles for modelberegningerne og estimaterne gælder, at de supplerer hinanden som perler på en snor.

Den økonomiske analyse er forestået af institutioner uden for Danmarks Miljøundersøgelser. *Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut* har således forestået analysen af de landbrugsøkonomiske konsekvenser og *Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut* har forestået analysen af de samfundsøkonomiske konsekvenser. I sidstnævnte sammenhæng har seniorforsker Thomas Jensen, AKF bistået med modelberegningerne, hvilket forfatterne ønsker at takke for.

Rapportens estimater er baseret på præmisserne i det nuværende modelkompleks. Modelkompleksets nuværende stadie er imidlertid ikke en statisk foreteelse. Der er således fortsat hjørner i modelkomplekset, hvor udvikling er påkrævet, og denne udfoldelse finder sted i såvel IMIS-regi, forskningsprojekter og andre sammenhænge. Rapportens konklusioner skal derfor vurderes ud fra modelkompleksets udviklingsstadie.

Summary

In the spring of 1999 the EU government leaders formed an alliance concerning the future Common Agricultural Policy (CAP) - the so-called Agenda 2000 reform. The reform involves both reductions in the price support and compensations in the form of hectare- and animal support. To this must be added systems of subsidies which are conditioned by the consideration for the environment and/or the development of the rural districts. The reform will affect the agricultural framework conditions and from an economic point of view it must be expected to result in a changed behaviour with agronomic, socio economic and environmental consequences. It is these consequences that are the focal point of the report. However, it must be stressed that only the market-related elements in the Agenda 2000 reform will be analysed here; the subsidy schemes related to environment and/or rural district policy are thus not included as these schemes have not been determined yet.

The effects of the Agenda 2000 scenario are being assessed in proportion to a reference scenario (The 1995-agriculture with full implementation of "Action Plan on the Aquatic Environment (II)"). Accordingly the starting point for the scenario is the 1995 situation with the production level, production composition and production practice in agriculture in 1995 and assuming that the expectations and initiatives held in "Action Plan on the Aquatic Environment (II)" are fully implemented. The environmental effects of Agenda 2000 must be considered as an addition to the effects of "The Action Plan on the Aquatic Environment (II)" as the Agenda 2000 reform will not be completely implemented until the year 2006.

The agronomic effects of the changed framework conditions caused by the Agenda 2000 scenario have been analysed using ESMER-ALDA - an econometric "sector model" for agriculture developed and maintained by The Danish Institute of Agriculture and Fisheries Economics. Besides changes in agronomics the model predicts changes in the agricultural production and in the consumption of production input distributed within 19 lines of production.

The socio economic effects of the Agenda 2000 scenario has been analysed using the ADAM model - a macroeconomic trend model for Denmark - developed and maintained by Statistics Denmark. The model is used to elucidate the effects on the gross domestic product (GDP), employment, balance of payments, consumer expenditure etc.

The environmental consequences of the Agenda 2000 scenario compared with the reference scenario, have been undertaken using a range of models (The NP model, the KONSEKVENNS 2.0 model, the ACDEP model and the HAV-90 oxygen model) developed and maintained by the National Environmental Research Institute in Denmark. The following aspects have been included in the assessment:

- N deposition on rural districts
- N stress of territorial waters
- Consequences for the oxygen concentration of the domestic Danish waters
- The emission of dinitrogen oxide and methane

Common for the models used are that they are part of an integrated model system which in a consistent way is able to analyse the economic and environmental consequences of changed framework conditions in agricultural production. However, the model system is in a process of continuous development and the analytical results must therefore be evaluated on the basis of the stage of development of the model complex.

Sammenfatning

I foråret 1999 indgik EU's regeringsledere en aftale om den fremtidige fælleseuropæiske landbrugspolitik - den såkaldte Agenda 2000 reform. Reformen, som har til formål at tilpasse EU's landbrugsproduktion, indeholder såvel reduktioner i prisstøtte som kompensationer i form af hektar- og dyrestøtte. Hertil kommer støtteordninger, som er betinget af hensyntagen til miljøet og/eller udviklingen i landdistrikterne. Sidstnævnte ordninger skal udformes med medlemslandenes medvirken. Denne proces er endnu ikke tilendebragt.

Reformen vil indvirke på landbrugets rammebetingelser, og ud fra økonomiske betragtninger må det forventes at resultere i en ændret adfærd med landbrugsøkonomiske, samfundsøkonomiske og miljømæssige konsekvenser. Det er disse konsekvenser, som er omdrejningspunktet for nærværende rapport. Det skal dog understreges, at det kun er de markedsmæssige elementer i Agenda 2000 reformen, som er genstand for analyse, jf. nedenstående tabel. Støtteordninger relateret til miljø- og/eller landdistriktpolitikken er således ikke medtaget, idet disse ordninger endnu ikke er fastlagt.

Tabel: De indeholdte elementer i Agenda 2000 -scenariet

Vegetabiliske ordninger	Animalske ordninger
Fald i prisen på korn på 15 pct.	Fald i prisen på oksekød på 20 pct.
Stigning i hektarpræmier til korn med 351 kr. pr. ha	Fald i mælkeprisen på 15 pct.
Fald i hektarpræmie til ærter med 234 kr. pr. ha	Forhøjet ammekopræmie med ca. 800 kr. årligt
Fald i hektarpræmie til raps med 1.247 kr. pr. ha	Forhøjet handyrpræmie til stude med 500 kr. årligt (max to præmier pr. dyr)
Fald i braklægningspræmie med 228 kr. pr. ha	Indførelse af mælkekvotepremie på 15 øre pr. kg mælkekvote (1.100 kr. pr. malkeko)
	Indførelse af slagtepræmie for kvæg på 600 kr. pr. slagtet dyr
	Indførelse af yderligere præmier til kvægsektoren til en samlet værdi af 350 mio. kr. årligt.

Agenda 2000 -scenariets effekter vurderes i forhold til et reference-scenarium (1995-landbruget ved fuld implementering af *Vandmiljøplan II*). Udgangspunktet er altså 1995-situationen med det produktionsniveau, -sammensætning og -praksis, der udspandt sig i landbruget i 1995; blot er det forudsat, at forventningerne og tiltagene indeholdt i *Vandmiljøplan II* er fuldt ud implementeret med heraf følgende konsekvenser. Der tages således hensyn til, at de miljømæssige effekter af Agenda 2000 er at betragte som et additament til *Vandmiljøplan II*, idet Agenda 2000 reformen først vil være fuldt ud gennemført i år 2006. Ved samtidig at tage udgangspunkt i 1995-landbruget, undgås de usikkerhedsmomenter, der er forbundet med en fremskrivning af landbrugsudviklingen til et tidspunkt, hvor *Vandmiljøplan II* forventes fuldt ud implementeret.

Den udeladte fremskrivning af landbrugsudviklingen indebærer samtidig, at den absolutte miljøbelastning *ikke* kan indikeres for et aktuelt år (fx år 2003, hvor *Vandmiljøplan II* forventes at være fuldt ud implementeret eller år 2006, hvor Agenda 2000 reformen ligeledes forventes at være realiseret), idet hverken landbrugsproduktion eller den anvendte teknologi er kendt for de aktuelle år. Intentionerne er imidlertid alene at undersøge effekterne af Agenda 2000- scenariet som et additament til *Vandmiljøplan II*, og til det formål er de opstillede scenarier tilstrækkelige.

Konsekvenser mht. landbrugsaktiviteter og faktorforbrug

Landbrugsproduktionen er som alle andre markedsbaserede produktioner underlagt profitmaksimerende adfærd, og de ændrede markedsvilkår givet i Agenda 2000 -scenariet vil foranledige ændringer i både planteavl og den animalske produktion set i forhold til referencescenariet. De væsentligste ændringer i arealanvendelsen er knyttet til faldet i kornpriserne, som resulterer i et fald i arealet med vinterkorn og en stigning i arealet med vårkorn, jf. nedenstående tabel. En del af prisfaldet kompenseres ved en stigende hektarpræmie til korn, hvilket bl.a. giver sig udslag i et større areal med helsæd (indeholdt i 'Græs- og grøntfoder i omdrift'). Omvendt bevirker den større produktion af grovfoder i form af helsæd, at arealet med græs uden for omdrift kan reduceres. De øvrige arealændringer er begrænset.

Tabel: Agenda 2000 -scenariets effekt på arealanvendelsen og kvælstofintensiteten estimeret som ændringer i forhold til referencescenariet

	Vinterkorn	Vårkorn	Bælg-sæd	Handelsroer	Kartofler	Foderroer	Græs- og grøntfoder i omdrift	Græs uden for omdrift
	----- ha -----							
Landbrugsaktivitet	- 15 500	23 100	2 100	1 000	- 4 100	3 600	46 700	- 56 200
	----- pct. -----							
Landbrugsaktivitet	- 2	4	3	1	- 9	7	14	- 21
Kvælstofintensitet	- 9	- 9	0	0	0	0	0	0

Ved vurderingen af det estimerede resultat skal det bemærkes, at det er forudsat at sænkningen i interventionsprisen for korn på 15 pct. også resulterer i et prisfald på korn på 15 pct., hvilket igen forudsætter, at EU's mindstepris på korn vil være større end eller lig verdensmarkedsprisen. Hvorvidt det vil gøre sig gældende er imidlertid ikke analyseret, men det er væsentlig at påpege, at analyseresultaterne er meget følsomme over for denne antagelse.

Det er estimeret, at reduktionen i kornprisen i sig selv fører til en reduktion i kvælstofintensiteten (kg effektiv N pr. ha) på 9 pct. for korn. For de øvrige afgrøder, hvor prisen er uændret, vil kvælstofintensiteten også være uændret i forhold til referencesituationen. Den økonomisk optimale kvælstofmængde til korn falder reelt med 19 - 20 pct. som følge af kornprisfaldet, men da *Vandmiljøplan II's* normnedsættelse allerede har reduceret kvælstofintensiteten med 11 - 12 pct., er den reelle reduktion i kvælstofintensiteten mindre.

Da præmierne i kvægproduktionen er kvoteret på et forholdsvis detaljeret niveau, indebærer omlægningen af støtten ingen ændringer i produktionen. Til gengæld viser beregningerne en stigning i svineproduktionen på 2 pct., som er begrundet i de lavere foderomkostninger som følge af kornprisfaldet. Stigningen i svineproduktionen er baseret på den forudsætning, at svineprisen vil blive reduceret med 3 pct. ved tilpasningen til de lavere foderomkostninger. Denne forudsætning er baseret på tidligere erfaringer omkring forholdet mellem foderomkostninger og svinepriser. Ikke desto mindre skal det understreges, at det forudsatte svineprisfald på 3 pct. er behæftet med stor usikkerhed. Et alternativ forudsætning om et svineprisfald på 4 pct. ville således føre til et mindre fald i antallet af svin i stedet for den estimerede stigning.

Landbrugsøkonomiske konsekvenser

Agenda 2000 -scenariets prisfald på korn og kvægprodukter, samt det forudsatte afledte prisfald på svinekød, medfører fald i såvel den vegetabiliske som den animalske produktionsværdi. Konkret er produktionsværdien estimeret til at falde med i alt 4,6 mia. kr. Den faldende produktionsværdi skal dog ses i sammenhæng med et stigende provenu fra hektar- og dyrestøtten på hhv. 0,4 mia. kr. og 1,7 mia. kr.

Da korn er en væsentlig bestanddel af landbrugets foderomkostninger, falder disse omkostninger i Agenda 2000 -scenariet med 0,7 mia. kr. Intensitets- og arealtilpasningen i de vegetabiliske driftsgrene indebærer desuden ændringer i forbruget af gødning, kemikalier mv. I forhold til faldet i produktionsværdi er der dog tale om beskedne justeringer på omkostningssiden. Den samlede omkostningsreduktion udgør således kun 0,7 mia. kr. Samlet set giver den opstillede Agenda 2000 reform anledning til en estimeret reduktion i landbrugets bruttofaktoringkomst på 1,8 mia. kr. i forhold til referencescenariet.

Samfundsøkonomiske konsekvenser

De samfundsøkonomiske effekter af Agenda 2000 -scenariet er ikke helt ubetydelige, men dog begrænsede. Bruttonationalproduktet (BNP) er estimeret til at falde med 11,7 mia. kr. i år 2006 i forhold til referencescenariet, hvilket svarer til knap 1 pct. af grundforløbet, jf. nedenstående tabel. I midten af analyseperioden var BNP endog 1,18 pct. lavere end grundforløbet. Den faldende landbrugsproduktion giver sig samtidig udslag i en faldende eksport (8,0 mia. kr.), som dog delvist kompenseres ved stigende hektar- og dyrestøtte (2,1 mia. kr.). Ikke desto mindre er faldet i landbrugseksporten hovedårsagen til reduktionen i overskuddet på betalingsbalancen på 9,4 mia. kr. (løb. priser).

Tabel: Samfundsøkonomiske effekter af Agenda 2000 -scenariet i år 2006 i forhold til referencescenariet

	Bruttonational- produkt	Eksport	Betalingsbalance	Investeringer	Privatforbrug	Antal beskæftigede
	----- pct. -----					
Afvigelse ift. grundforløb	- 0,96	- 1,51	- 29,32	- 2,16	- 0,71	-0,86
	----- mia. kr. i 1990-priser -----					1000 stk.
Afvigelse ift. grundforløb	- 11,70	- 8,00	- 9,41	¹ - 6,41	- 4,28	24

¹ løbende priser.

Agenda 2000 -scenariet indvirker også på det private forbrug og beskæftigelsen. Konkret falder det private forbrug med 4,3 mia. kr. i år 2006, og samtidig falder antallet af beskæftigede med 24.000 personer.

Miljømæssige konsekvenser

Agenda 2000 -scenariets effekt på *N-depositionen på landområder* i forhold til referencescenariet er begrænset. Nok vokser ammoniakemissionen som følge af stigningen i svineproduktionen, men reduktionen i gødningsintensiteten for kornafgrøderne bevirker, at emissionen fra afgrøderne reduceres næsten i samme omfang. Da den resulterende emission er begrænset, og da det kun er en delmængde af emissionen der afsættes på landområderne, er effekten meget lille. Hertil kommer, at det kun er en delmængde af N-depositionen som stammer fra dansk landbrug (46 pct.). Depositionen af $\text{NH}_x\text{-N}$ fra udenlandsk emitteret ammoniak og depositionen af $\text{NO}_y\text{-N}$ bidrager således med hhv. 15 pct. og 39 pct. af den totale årlige N-deposition. Dvs. at det kræver en markant ændring i landbrugets bidrag til depositionen såfremt den totale N-deposition skal ændres mærkbart.

Den begrænsede ændring i N-depositionen betyder samtidig, at der ikke er nogen regional forskydning i N-depositionen. Den gennemsnitlige årlige totale N-deposition udgør såvel i referencescenariet som Agenda 2000 -scenariet 14 kg N ha^{-1} , og variationen svinger i begge situationer fra 10 kg N ha^{-1} i Københavns Amt til 19 kg N ha^{-1} i Sønderjyllands Amt. Landbrugets årlige bidrag til depositionen i de to amter udgør her hhv. 0 kg N ha^{-1} og 9 kg N ha^{-1} .

Agenda 2000 -scenariets effekt på *N-belastningen af havområderne* i forhold til referencescenariet er ligeledes begrænset; belastningen reduceres således kun med $1.500 \text{ tons N år}^{-1}$ svarende til 2 - 3 pct. Reduktionen er foranlediget af den faldende gødningsintensitet på kornafgrøderne, som resulterer i en lavere N-udvaskning og dermed i en mindre N-afstrømning til farvandsområderne på $2.200 \text{ tons N år}^{-1}$. Ændring i afgrødesammensætning og stigende gødningsproduktion bidrager derimod til at øge N-afstrømningen, og den resulterende effekt heraf bliver derfor kun en reduktion på $1.500 \text{ tons N år}^{-1}$.

Den regionaliserede og specialiserede landbrugsproduktion indebærer, at reduktionen i N-belastningen ikke er proportional på de respektive havområder. I Skagerrak reduceres landbrugets bidrag til N-belastningen kun med $1\frac{1}{2}$ pct. som følge af Agenda 2000 -scenariet,

hvorimod bidraget til belastningen af farvandet omkring Bornholm reduceres med knap 4 pct.

Landbruget er ikke den eneste bidragsyder til belastningen af danske farvandsområder. Rensningsanlæg, industri, dambrug, spredt bebyggelse mv. bidrager også til den landbaserede belastning af farvandene, ligesom deposition af $\text{NO}_y\text{-N}$ og $\text{NH}_x\text{-N}$ fra udenlandske kilder bidrager til den atmosfæriske belastning. Ud af en total årlig N-belastning på 134.900 tons N gældende for referencescenariet, tegner landbruget sig for 58.900 tons svarende til 44 pct. Betragtes de enkelte havområder varierer landbrugets bidrag imidlertid mellem 20 pct. og 68 pct. Da effekter af Agenda 2000 -scenariet kun giver anledning til en reduktion på 1.500 tons N år^{-1} , vil disse proportioner være nogenlunde uændret.

Ved vurderingen af *konsekvenserne for iltkoncentrationen* er det nødvendigt at tage hensyn til, at der også afsættes kvælstof på nabolandenes tilstødende havområder samt at N-afstrømningen fra nabolandene også bidrager til den samlede N-belastning af farvandene. Tagges disse aspekter i betragtning, så kan den samlede N-belastning af de indre danske farvande¹ opgøres til 123.500 tons N år^{-1} i referencescenariet, og ved Agenda 2000 -scenariet vil belastningen reduceres med 900 tons N år^{-1} . Dvs. at den samlede belastning reduceres med mindre end 1 pct., og følgelig kan der ikke registreres nogen effekt på den estimerede laveste iltkoncentration på 5 ud af 6 analyserede stationer. På den sidste station (Øresund, St. 431) kan der spores en positiv udvikling, men den er forsvindende.

Den laveste iltkoncentration i de 6 analyserede stationer varierer mellem 1,0 og 3,6 mg ilt liter⁻¹ i begge scenarier. Til sammenligning udgør den nedre grænse for hvad de fleste biologiske organismer kan tolerere uden uønsket effekt 2,0 mg ilt liter⁻¹.

Emissionen af lattergas og metan er opgjort til 13,5 mio. tons CO_2 -ækvivalenter i 1995-landbruget ved fuld implementering af *Vandmiljøplan II* -scenariet. Ved Agenda 2000 -scenariet reduceres emissionen med godt 1 pct., som primært skyldes faldende forbrug af handelsgødning, der igen er foranlediget af den reducerede gødningsintensitet i kornafgrøderne.

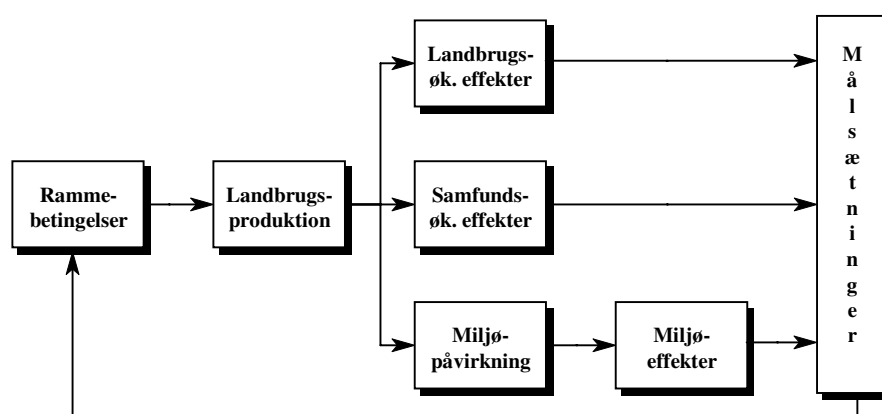
Samlet for de miljømæssige konsekvenser kan det siges, at Agenda 2000 -scenariets effekt på miljøet i forhold til referencescenariet er små på alle belyste områder. Det skal imidlertid erindres, at de miljøbetingede støtteordninger ikke er indeholdt i Agenda 2000 -scenariet, og det må formodes at disse vil få en positiv effekt alt afhængig af udformningen. Desuden skal det understreges, at der er væsentlig usikkerhed knyttet til faldet i såvel kornprisen som svineprisen, og begge aspekter har stor betydning for både økonomien og miljøeffekterne.

¹ De indre danske farvande er her afgrænset til randene Skagerrak-Kattegat, Drogden-tærsklen og Darss-tærsklen, jf. figur 6.5.

1 Indledning

Landbrugets påvirkning af miljøet er bl.a. betinget af de politiske og økonomiske vilkår landbrugsproduktionen er underlagt. Ændres rammebetingelserne kan det resultere i en forandret adfærd i landbruget, idet det må forventes, at landbruget tilpasser sig. Den ændrede adfærd kan give sig udslag i forskydninger i produktionsniveau og -sammensætning samt i forbruget af indsatsfaktorer. Endvidere kan det medføre, at andre teknologier tages i anvendelse. Fælles for disse forandringer er en ændret miljøpåvirkning. Samtidig vil adfærdsændringerne have både landbrugsøkonomiske og samfundsøkonomiske konsekvenser.

Princippet er illustreret i figur 1.1. I figuren er der samtidig taget højde for, at konsekvenserne af en given landbrugsproduktion kan være uønskede effekter, som kan foranledige politiske målsætninger, som udmøntes i formuleringer af nye landbrugs- og/eller miljøpolitikker og som igen vil påvirke landbrugets rammebetingelser med heraf følgende afledte effekter.



Figur 1.1: Det anvendte analysekoncept

Nærværende rapport omhandler netop effekterne af ændringer i landbrugets rammebetingelser. Konkret analyseres konsekvenserne af EU's kommende landbrugsreform, således som den er formuleret i Agenda 2000. Reformen, som har til formål at tilpasse EU's landbrugsproduktion, indeholder både reduktioner i prisstøtte og kompensationer i form af hektar- og dyretilskud (Melgaard, 1999). Herved ændres landbrugets rammebetingelser med heraf følgende økonomiske og miljømæssige konsekvenser.

Effekterne af Agenda 2000 reformen holdes op imod landbruget i 1995-situationen. De af landbruget forårsagede miljøeffekter er imidlertid under forandring som følge af *Vandmiljøplan II*, om end denne først forventes fuldt ud implementeret i år 2003. I miljømæssig henseende er Agenda 2000 reformen imidlertid at betragte som et additament til *Vandmiljøplan II*. Referencescenariet dannes derfor som 1995-situationen modificeret med en fuld implementering af *Vandmiljøplan II*. Reelt er det altså 1995-landbruget med det produktionsniveau, -sammensætning og -praksis, der udspandt sig i 1995, som er udgangspunktet; blot er det forudsat, at forventningerne og tiltagene

indeholdt i *Vandmiljøplan II* er fuldt ud implementeret med heraf følgende konsekvenser.

På kort form kan referencescenariet derfor beskrives som landbruget i 1995-situationen udsat for *Vandmiljøplan II* under forudsætning af uændret produktionsniveau og -sammensætning, og Agenda 2000 -scenariet kan beskrives som referencescenariet udsat for Agenda 2000 reformen. De definerede scenarier indebærer, at der ikke er nogen usikkerhedsmomenter som følge af fremskrivning af landbrugsudviklingen til fx år 2003, hvor *Vandmiljøplan II* forventes at være fuldt ud implementeret eller til år 2006, hvor Agenda 2000 reformen ligeledes forventes at være realiseret. Omvendt er det heller ikke muligt at beskrive de faktiske økonomiske og miljømæssige konsekvenser af Agenda 2000 reformen i et givet år. Intentionerne er imidlertid alene at undersøge effekterne af Agenda 2000 -scenariet som et additament til *Vandmiljøplan II*, og til det formål er de benyttede scenarier tilstrækkelige.

1.1 Det anvendte modelkompleks

De landbrugsøkonomiske, samfundsøkonomiske og miljømæssige konsekvenser af Agenda 2000 reformen analyseres med det i figur 1.2 viste modelsystem. Kasserne indeholder de anvendte modeller, mens ellipserne indeholder de variable, som binder modellerne sammen. Det opstillede modelkompleks er af hensyn til overskueligheden forenklet. Miljøbelastningen omfatter således kun landbrugets bidrag. Ved vurderingen af N-belastningen på landområder og miljøeffekterne på havmiljøet er det nødvendigt at inddrage påvirkningen fra andre kilder.

På sektorniveau benyttes Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Instituts sektormodel (ESMERALDA - Econometric Sector Model for Evaluating Resource Application and Land Use in Danish Agriculture) til analyse af Agenda 2000 reformens betydning for landbruget. Modellen genererer bl.a. ændringer i afgrødesammensætningen, husdyrholdet, råvareforbruget og indtjeningen i 19 driftsgrene på grundlag af de økonomiske og politiske rammebetingelser.

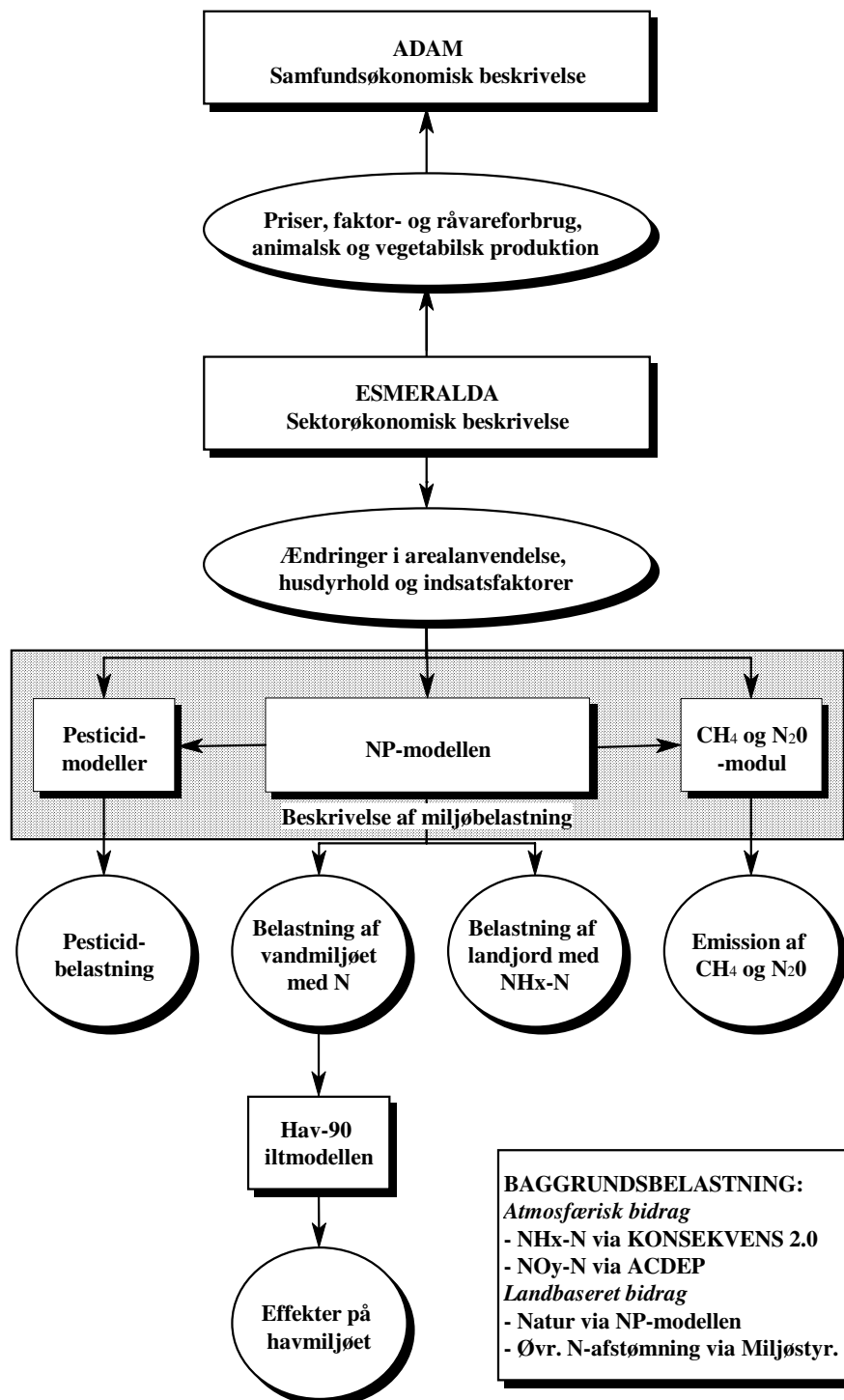
Til analyse af de samfundsøkonomiske konsekvenser af ændringerne i landbrugssektoren benyttes ADAM (Annual Danish Aggregated Model). ADAM og ESMERALDA danner tilsammen beskrivelsen af de økonomiske og politiske forhold. Fælles for disse modeller gælder også, at de p.t. udelukkende opererer på nationalt niveau.

Analyse af miljøbelastningen bygger på en række modeller fra Danmarks Miljøundersøgelser. NP-modellen spiller her en særlig rolle i landbrugsmodelkomplekset på grund af dens indhold af geografisk distribuerede data om arealanvendelse, besætningsstørrelser og gødningsforbrug. Da ESMERALDA p.t. kun opererer på nationalt niveau, er det nødvendigt at distribuere forandringerne fra nationalt niveau til oplandsniveau. Denne distribuering foregår i NP-modellen.

NP-modellen benyttes til at beskrive kvælstofafstrømningen fra landbruget til de marine områder fordelt på 49 afstrømningsoplande.

Desuden estimerer NP-modellen emissionen af ammoniak fra landbruget samt landbrugets bidrag til depositionen af $\text{NH}_x\text{-N}$ fordelt på 23 receptorområder. Endelig estimerer NP-modellen påvirkningen af vandmiljøet med fosfor. Sidstnævnte del, som kun er sporadisk udviklet, vil ikke blive anvendt i nærværende analyse.

Landbrugets emission af drivhusgasserne metan og lattergas belyses ved et simpelt drivhusgasmodul. Konkret bestemmes emissionen af methan på grundlag af husdyrholdets størrelse og sammensætning, og emissionen af lattergas bestemmes på grundlag af kvælstofomsætningen i landbruget samt omfanget af organogene (humusholdige) jorde.



Figur 1.2 Det anvendte landbrugsmodelsystem

Pesticidbelastningen har ikke tidligere indgået i modelkomplekset, og det er derfor valgt at belyse konsekvenserne i en særskilt rapport, jf. Schou *et al.* (2000), hvor der ligeledes gøres rede for koblingen mellem ESMERALDA og Pesticidmodellerne.

Hav-90 iltmodellen benyttes til at belyse miljøeffekterne på farvandsområder. Modellen beregner effekten på iltforholdene på grundlag af kvælstoftilførslen til farvandsområderne. Da Hav-90 iltmodellen fordrer kendskab til den samlede kvælstoftilførsel, inddrages ligeledes bidrag fra andre kilder.

De anvendte miljømodeller håndterer en bred vifte af de problemstillinger, der er forbundet med landbrugsproduktion. Det skal imidlertid understreges, at listen ikke er komplet. Eksempelvis er fosforproblematikken ikke indeholdt. På tilsvarende vis er natureffekterne og nitratbelastningen af grundvandet heller ikke indeholdt.

1.2 Disponering af rapporten

Rapporten er disponeret som følger:

I kapitel 2 specificeres indholdet i referencescenariet (1995-landbruget under forudsætning af fuld implementering af *Vandmiljøplan II*) og Agenda 2000 -scenariet. Fokus er dels rettet mod dannelsen af referencescenariet og dels mod en præcisering af hvilke elementer i Agenda 2000 reformen, som er indeholdt i scenariet.

I kapitel 3 gøres der rede for de landbrugsøkonomiske konsekvenser af Agenda 2000 reformen. Fokus er her selvsagt rettet mod landbrugsøkonomien som sådan, men ændringer i landbrugsaktiviteterne og gødningsintensiteterne analyseres naturligvis også, idet forskydningen i disse er grundlaget for estimeringen af forandringen i landbrugets miljøpåvirkning.

I kapitel 4 gøres der rede for de samfundsøkonomiske konsekvenser af Agenda 2000 reformen. Fokus er rettet mod effekterne på bruttonationalproduktet, betalingsbalancen, det private forbrug, investeringer, eksport, beskæftigelse mv. i forhold til et forventet grundforløb.

I kapitel 5 gøres der rede for de miljømæssige konsekvenser af Agenda 2000 reformen. Fokus er her rettet mod kvælstofdepositionen på landområder, kvælstofbelastningen af de marine områder fra landbruget og de heraf følgende konsekvenser på iltkoncentrationen i de marine områder samt emissionen af drivhusgasserne metan og lattergas opgjort som CO₂-ækvivalenter. Som det fremgår, er det kun et udsnit af landbrugets miljøproblemstillinger, som er medtaget.

Endelig opridses i kapitel 6 nogle af de problemstillinger, der er forbundet med modelkomplekset og de hertil hørende scenarieberegninger.

2 Scenarierne

I dette afsnit belyses indholdet i såvel Agenda 2000 -scenariet som referencescenariet (1995-landbruget ved fuld implementering af *Vandmiljøplan II*). Førstnævnte er resultatet af et forlig mellem EU's regeringsledere om den fælles landbrugspolitik, som blev vedtaget i foråret 1999. De markeds-mæssige tiltag i forliget består af en reduktion i pristøtten suppleret med en kompensation i form af hektar- og dyretilskud. Som sådan er landbrugsreformen at betragte som en videreførelse af omlægningen af landbrugspolitikken, som blev påbegyndt i 1992. Omlægningen af landbrugspolitikken er begrundet i såvel interne forhold (nedbringelse af lagre og forberedelsen af udvidelsen af EU med central- og østeuropæiske lande) som eksterne forhold (nedbringelse af protektionisme, jf. EU's forpligtigelser i forbindelse med GATT-aftalen (Uruguay Runden) og de kommende WTO-forhandlinger) (Melgaard, 1999).

Foruden de markeds-mæssige indgreb indeholder Agenda 2000 reformen også støtteordninger, som er betinget af hensyntagen til miljøet og/eller udviklingen i landdistrikterne. Disse ordninger udformes med nationalstaternes medvirken. Denne proces er endnu ikke tilendebragt, og disse ordninger er derfor ikke indeholdt i Agenda 2000 -scenariet. Indholdet i Agenda 2000 reformen, herunder afgrænsningen af scenariet, samt implementeringen af elementerne i Agenda 2000 i analyserne er nærmere beskrevet i afsnit 2.2.

Implementeringen af den fælles landbrugspolitik, således som den er formuleret i Agenda 2000 reformen, vil først være fuldt ud tilendebragt i år 2006. *Vandmiljøplan II* er derimod planlagt fuldt ud gennemført i år 2003. I miljømæssig henseende er effekterne af Agenda 2000 reformen derfor at betragte som et additament til *Vandmiljøplan II*. Ved vurderingen af Agenda 2000 reformens konsekvenser for miljøet er det derfor opportunt at sammenligne med et scenarium, hvor *Vandmiljøplan II* er fuldt ud implementeret. Det er her nærliggende at vælge år 2003, men det fordrer en fremskrivning af landbrugsudviklingen med heraf følgende usikkerhedsmomenter. Det vælges derfor i stedet at tage udgangspunkt i 1995-situationen i dansk landbrug, som udsættes for *Vandmiljøplan II*'s tiltag og forventninger. Dvs. uden nogen fremskrivning af landbrugsproduktionen. Reelt er det 1995-landbruget med det produktionsniveau, -sammensætning og -praksis, der udspandt sig i 1995, som er udgangspunktet; blot er det forudsat, at forventningerne og tiltagene indeholdt i *Vandmiljøplan II* er fuldt ud implementeret med de heraf følgende konsekvenser.

Tilpasningen af 1995-landbruget med de tiltag og forventninger, der er indeholdt i *Vandmiljøplan II*, omfatter nedenstående momenter:

- Etablering af 16.000 ha vådområder, hvorved det forventes at handelsgødningsforbruget kan reduceres med 1.100 tons N år⁻¹ og N-afstrømningen fra landbruget vil mindskes med 5.600 tons N år⁻¹. Tiltaget adskiller sig fra de øvrige tiltag ved at være rettet mod N-afstrømningen og ikke N-udvaskningen.

- Forventning om etablering af miljøvenlig drift af græsarealer mv. på 49.000 ha, reduceret N-forbrug på 15.000 ha, 20-årig udtagning på 18.000 ha og udlæg af rajgræs på 6.000 ha i forbindelse med MVJ-ordningerne. Herved forventes det, at forbruget af handelsgødning og udvaskningen kan reduceres med hhv. 10.000 tons N år⁻¹ og 1.900 tons N år⁻¹.
- Etablering af skov på 20.000 ha, hvorved udvaskningen forventes reduceret med 1.100 tons N år⁻¹ og forbruget af handelsgødning med 2.440 tons N år⁻¹.
- Forventning om forbedret foderudnyttelse. Herved forventes det, at udskillelsen af kvælstof i husdyrgødning reduceres med 26.000 tons N år⁻¹, forbruget af handelsgødning øges med 13.600 tons N år⁻¹ og N-udvaskningen reduceres med 2.400 tons N år⁻¹. I de forventede reduktionsmål er det implicit antaget, at mælkeydelsen og kuld størrelsen pr. årssø vil stige med ca. 10 pct., og følgelig kan bestanden af malkekøer og søer reduceres med 10 pct. ved uforandret produktion.
- Skærpelse af harmonikravene fra 1,7 dyreenheder (DE) ha⁻¹ til 1,4 DE ha⁻¹. Herved anslås udvaskningen og forbruget af handelsgødning reduceret med hhv. 300 tons N år⁻¹ og 600 tons N år⁻¹.
- Skærpet udnyttelsen af kvælstoffet i husdyrgødning med 10 pct. Herved forventes at førsteårsvirkningen af husdyrgødningen kan øges fra 44,4 til 47,2 pct., forbruget af handelsgødning reduceres med 26.000 tons N år⁻¹ og udvaskningen reduceres med 10.600 tons N år⁻¹.
- Udvidelse af økologisk jordbrug med 170.000 ha med en heraf følgende anslået reduktion i udvaskning på 10 kg N ha⁻¹ år⁻¹. Samtidig forventes en reduktion i handelsgødningsforbruget på 17.600 tons N år⁻¹.
- Etablering af efterafgrøder på 120.000 ha hvorved såvel forbruget af handelsgødning som udvaskningen forventes at falde med 3.000 tons N ha⁻¹ år⁻¹.
- Reduktion i gødningsnormen på 10 pct., hvorved forbruget af handelsgødning og udvaskningen forventes at falde med hhv. 40.000 tons N år⁻¹ og 10.500 tons N år⁻¹.

Endelig forventes det implicit, at det braklagte areal uden for omdrift vil falde til knap 50.000 ha i år 2003 og at brakarealet i omdrift vil være forsvundet (Miljøstyrelsen, 1998).

Ved dannelsen af referencescenariet (1995-landbruget ved fuld implementering af *Vandmiljøplan II*) skal ovenstående forudsætninger og tiltag altså implementeres i 1995-landbruget. Dette forehavende er nærmere belyst nedenfor.

2.1 Referencescenariet

Da de anvendte modeller er forskellige på en række punkter, vil implementeringen af referencescenariet være forskellig. I det følgende beskrives hvordan implementeringen er foretaget.

ESMERALDA analyserer p.t. landbrugssektoren på nationalt niveau, hvorimod landbruget i NP-modellen er disaggregeret på 49 afstrømningsoplande, 4 brugstyper og 2 jordtyper.

Den manglende opløsning i ESMERALDA indebærer, at arbejdsdelingen mellem ESMERALDA og NP-modellen består i, at ESMERALDA alene genererer forandringen i landbrugsaktiviteterne og gødningsintensiteterne, og at disse forandringer efterfølgende effektueres på NP-modellens datagrundlag som procentuelle ændringer². Fremgangsmåden forudsætter, at fællesmængden af data i modellerne i udgangspositionen er numerisk sammenfaldende.

Såvel ESMERALDA som NP-modellen er gearret til 1995-landbruget, og begge modeller støtter sig til sammenfaldende historiske data.

Referencescenariet er imidlertid en tænkt situation, og dannelsen af scenariet fordrer derfor, at den parallelle tilpasning af datagrundlaget i de to modeller resulterer i en nogenlunde identisk arealanvendelse, besætningsstørrelser og gødningsintensiteter, som udgør de fælles variable.

Den anvendte fremgangsmåde er oversigtsmæssigt vist i tabel 2.1, hvor *Vandmiljøplan II's* tiltag og forventninger er implementeret i hhv. ESMERALDA og NP-modellen.

² For en nærmere diskussion af koblingen mellem ESMERALDA og NP-modellen og de heraf følgende problemstillinger, henvises til Andersen *et al.* (1998).

Tabel 2.1 Oversigt over tilpasning af ESMERALDA og NP-modellen ved implementering af Vandmiljøplan II's elementer i 1995-landbruget

Elementerne i <i>Vandmiljøplan II</i>	Tilpasninger i hhv.	
	ESMERALDA	NP-modellen
Vådområder	Udtagning af 16.000 ha; Endogen korrektion af N-handels- gødning ved ændret arealanven- delse.	Udtagning af 16.000 ha; Omfordeling af N-husdyrgødning og substi- tution af N-handelsgødning; Ekstraordinær N-retentionen på 5.600 tons N.
SFL områder	Braklægning af 18.000 ha; Omlægning af 49.000 ha græs i omdrift til græs uden for omdrift; Uændrede produktionsintensiteter for de enkelte afgrøder; Endogen korrektion af N-handels- gødning ved ændret arealanven- delse.	Braklægning af 18.000 ha; Omlægning af 49.000 ha græs i omdrift til græs uden for omdrift; Udlæg af efterafgrøder på 6.000 ha med tilhø- rende korrektion af N-udvaskning; Reduceret N-forbrug på 15.000 ha; Omfordeling af N-husdyrgødning og substi- tution af N-handelsgødning.
Skovrejsning	Udtagning af 20.000 ha; Endogen korrektion af N-handels- gødning ved ændret arealanven- delse.	Udtagning af 20.000 ha; Omfordeling af N-husdyrgødning og substi- tution af N-handelsgødning.
Bedre foderudnyttelse	Ingen handling, idet det forudsæt- tes, at produktionen af mælk og smågrise er uændret.	Reduktion i bestanden af malkekøer, opdræt og søer som følge af forventet produktivitet- stigning; Reduktion i effektiv N i husdyrgødning kompenseres med N-handelsgødning.
Skærpet harmonikrav	Ingen handling, idet det forudsæt- tes, at skærpelsen af harmonikra- vene imødegås af <i>Bedre foderudnyt- telse</i> .	Ingen handling, idet det forudsættes, at skærpelsen af harmonikravene imødegås af <i>Bedre foderudnyttelse</i> .
Skærpet udnyttelse af husdyrgødning	Eksogen korrektion af udnyttelses- graden for N-husdyrgødning.	Førsteårsvirkningen af N-husdyrgødning øges med 5,6 pct. point i forhold til 1995- landbruget.
Øget omfang af økologisk jordbrug	Uændrede produktionsintensiteter for de enkelte afgrøder.	N-udvaskningen reduceres med 10 kg N ha ⁻¹ ; Omfordeling af N-husdyrgødning og substi- tution af N-handelsgødning.
Efterafgrøder	Ingen handling, idet efterafgrøder ikke er indeholdt i ESMERALDA.	N-udvaskningen og N-handelsgødning re- duceres med 25 kg N ha ⁻¹ ; Omfordeling af N-husdyrgødning og substi- tution af N-handelsgødning.
Nedsat gødningsnorm	Økonomisk tilpasning af de redu- cerede gødningsnormer.	Gødningsintensiteterne reduceres proportio- nalt med 10 pct.; Omfordeling af N-husdyrgødning og substi- tution af N-handelsgødning.

Tilpasninger i ESMERALDA

Ved tilpasningen af 1995-landbruget i ESMERALDA skal der tages hensyn til, at modellen opererer på det aggregerede sektorniveau, mens nogle af *Vandmiljøplan II's* instrumenter relaterer sig til et meget disaggregeret niveau (bedriftsniveauet). Etablering af vådområder og skovrejsning er fx rettet mod sektoren som helhed, og korrektionen af 1995-landbruget kan derfor for disses vedkommende foretages manuelt, jf. tabel 2.1. Skærpede harmonikrav, øget udnyttelse af husdyrgødningen og nedsat gødningsnorm er derimod rettet mod be-

driftsniveauet og kan ikke umiddelbart korrigeres manuelt, da dette vil skabe inkonsistens mellem fx høstudbytter og øvrige faktorindsatser med forvridning af modellens optimeringsrutiner til følge. Tilpasninger for disse tiltag fordrer derfor inddragelse af ESMERALDA's egendynamik, skønt det ikke er uproblematisk at anvende en aggregeret sektormodel til at håndtere tiltag rettet mod driftsniveauet.

Omlægning af arealer til økologisk jordbrug kunne i sig selv tænkes at indebære en ændret afgrødesammensætning. Således har økologiske landbrug som oftest en større arealandel med grovfoder og en lavere arealandel med fx hvede og raps end konventionelle landbrug, samlet set. Ses imidlertid alene på hhv. økologiske og konventionelle kvægbedrifter er forskellene i arealanvendelse ikke dramatiske, om end der dog stadig er en større arealandel med græs i omdrift og en mindre kornandel på økologiske brug end på konventionelle brug. Da omlægning til økologisk jordbrug med en vis rimelighed kan forudsættes fortrinsvis at ske på kvægbrug, vurderes den forudsatte omlægning at kunne ske indenfor den skitserede udvikling i arealanvendelsen.

Såvel omlægning til økologisk jordbrug som udtagning af arealer til SFL/MVJ-ordninger indebærer en lavere produktionsintensitet på de relevante arealer. Denne effekt tages der ikke hensyn til i beregningerne, og det kan derfor forventes, at den gennemsnitlige dyrkningsintensitet i såvel reform- som referencescenariet er overvurderet for de ca. 10 pct. af det dyrkede areal, som er berørt af ordningerne. Da udbredelsen af økologisk jordbrug og ekstensiveret areal i henholdsvis Agenda 2000- og referencescenariet forudsættes at være ens, vurderes de nævnte forudsætninger desangående at være uproblematisk i nærværende sammenhæng.

Ligeledes vurderes betydningen af kravet om *bedre foderudnyttelse* at være så lille i nærværende sammenhæng (hvor det skal være opfyldt i både Agenda 2000- og referencescenariet) at der kan ses bort fra det i sammenligninger mellem de to scenarier.

Som udgangspunkt er det forudsat, at de skærpede harmonikrav er opfyldt ved det uændrede produktionsniveau og -sammensætning via den forventede forbedrede foderudnyttelse. Det antages således, at fx reduktioner i svineproduktionen foranlediget af de skærpede harmonikrav kompenseres af tilsvarende stigninger på andre lokaliteter, hvor harmonikravet i udgangspunktet er mindre bindende. Denne forudsætning kan evt. give anledning til en overvurdering af svineproduktionen i såvel Agenda 2000- som referencescenariet, men vil formentlig være mindre afgørende ved sammenligninger mellem de to scenarier, idet harmonikravet dog kan begrænse svineproduktionens eventuelle ekspansion i Agenda 2000 -scenariet.

Tilpasningerne vedr. tiltagene skærpet krav til udnyttelse af kvælstoffet i husdyrgødningen og reducerede gødningsnormer foretages i kombination ved benyttelse af ESMERALDA's egendynamik for at sikre konsistens mellem høstudbytter og faktorindsatser. Hvor udnyttelsesgraden umiddelbart kan styres eksogent i ESMERALDA, så er efterspørgslen efter gødning pr. ha bestemt endogent. Dvs. at der ikke kan foretages en manuel korrektion af gødningstilførslen uden

forvridning af modellen. Ved anvendelse af ESMERALDA genereres samtidig en økonomisk tilpasning til de reducerede gødningsnormer. For en detaljeret beskrivelse og diskussion af den anvendte fremgangsmåde henvises til afsnit 6.3.

Tilpasninger i NP-modellen

Med undtagelse af hhv. skærpet harmonikrav og nedsat N-norm gælder, at såvel tiltagene som forventningerne i *Vandmiljøplan II* umiddelbart kan håndteres i NP-modellen, jf. tabel 2.1. Den geografiske distribuering af tiltagene er imidlertid foretaget mekanisk uden adfærdsmæssige refleksioner. Fx er alle arealle forskydninger (fx vådområder og skovrejsning) håndteret som en proportional ændring i de respektive oplande. P.t. er lokaliteterne for skovrejsning, etablering af vådområder mv. imidlertid ikke udpeget, og der er derfor ingen oplagte analyse-mæssige alternativer.

Skærpelsen af harmonikravet kan ikke håndteres i NP-modellen, hvilket skyldes, at modellen opererer med bedriftstyper, hvor der implicit er foretaget en nivellering af husdyrtæthederne pr. brugs- og jordtype i de respektive oplande. Dvs. at det ikke er muligt at udskille de brug, som vil blive påvirket af tiltaget, og derfor er det heller ikke muligt at modellere en omfordeling af husdyrgødningen.

Skærpelsen af harmonikravene afføder imidlertid ingen generelle problemer, idet den forventede forbedring i foderudnyttelsen vil bevirke, at kvælstofindholdet i gødningen reduceres i et sådant omfang, at skærpelsen af harmonikravene ikke i sig selv vil bevirke en større omfordeling af husdyrgødningen.

Nedsættelsen af gødningsnormen er i NP-modellen foretaget ved en generel nedsættelse af gødningsintensiteterne med 10 pct. På bedriftsniveau må det imidlertid forventes, at reduktionen foretages økonomisk optimalt, som ikke nødvendigvis er en proportional reduktion. Da NP-modellen ikke indeholder nogen økonomisk beskrivelse af landbrugets adfærd, er det imidlertid ikke muligt at tage højde for disse aspekter.

Det resulterende referencescenarium

Efter tilpasningerne af 1995-landbruget med tiltagene og forventningerne i *Vandmiljøplan II* kan referencescenariet for analysen opstilles. Den resulterende arealanvendelse og besætningsstørrelse er vist i tabel 2.2.

I forhold til landbruget i 1995-situationen er det totale landbrugsareal faldet med 36.000 ha svarende til det areal der er udtaget til henholdsvis skovrejsning og etablering af vådområder. Brakarealet er indskrænket drastisk svarende til forventningerne i år 2003-situationen, og en del af arealet med græs- og kløvergræsmark i omdrift er omlagt til vedvarende græs.

For alle øvrige afgrøder er arealet steget. Husdyrholdet er uændret. Dog er antallet af malkekøer og opdræt af stor race reduceret og tilsvarende mht. antallet af årssøer. Reduktionen modsvarer effekten af den forventede produktivitetsstigning frem til år 2003 i hhv. mælkeydelsen og kuld størrelsen; det reducerede husdyrhold kan således

tilvejebringe den samme produktion, som gjorde sig gældende i 1995-landbruget.

Den gennemsnitlige effektive tilførsel af kvælstof pr. ha er i NP-modellen estimeret til en reduktion på 11 pct. I ESMEALDA, hvor effekten kun vedrører skærpet udnyttelse af husdyrgødning og reduceret gødningsnorm, udgør reduktionen i kvælstofintensiteten fra 6 pct. i græs uden for omdrift til 13 pct. for kartofler, jf. afsnit 6.3.

Da ESMEALDA kun rummer en delmængde af de tiltag og forventninger, der er indeholdt i *Vandmiljøplan II*, vil reduktionen i kvælstofintensiteterne i de to modeller selvsagt ikke være sammenfaldende, og denne afvigelse øges ved den proportionale reduktion i gødningsnormen i NP-modellen.

Konsekvenserne heraf er dels en fejlbehæftet graduering af gødningsintensiteterne i NP-modellen med heraf følgende fejltolkning af kvælstofudvaskningen, og dels vil ESMEALDA ved analysen af Agenda 2000 -scenariet kunne generere fejlbehæftede gødningsintensiteter såfremt reforms scenariets elementer ikke er simpelt additive til de udeladte tiltag i *Vandmiljøplan II*³. Problemet kan imidlertid ikke løses med den givne udformning af modellerne.

³ Det vil fremgå af de følgende sider, at alle elementer i Agenda 2000 -scenariet er simpelt additive til de udeladte tiltag i *Vandmiljøplan II*. Dvs. at udeladelsen ikke vil influere på resultaterne.

Tabel 2.2 Arealanvendelse og husdyrhold i 1995-landbruget (efter Danmarks Statistik, 1996) og referencescenariet (1995-landbruget ved fuld implementering af Vandmiljøplan II) (ESMERALDA / NP-modellen)

	1995- landbruget	1995-landbruget ved fuld implementering af Vandmiljøplan II	Ændring
	----- ha -----		
Arealanvendelse i alt	2 725 800	2 689 800	- 36 000
Vinterkorn	881 500	924 400	42 900
Vårkorn	566 000	593 600	27 600
Vinterraps incl. non food	108 100	113 400	5 300
Vårraps incl. non food	44 000	46 400	2 500
Bælgsæd incl. Konserve-særter	79 700	83 900	4 200
Handelsroer	67 800	70 800	3 100
Kartofler	42 300	45 100	2 800
Anden afgrøde	84 200	88 300	4 100
Foderroer	52 900	54 400	1 500
Græs- og grøntfoder i omdrift	375 900	339 900	- 36 100
Græs uden for omdrift	207 100	264 700	57 600
Brak i omdrift	26 000	0	- 26 000
Brak uden for omdrift	190 500	65 000	- 125 500
	----- antal dyr -----		
Malkekøer, stor race	609 000	553 000	- 57 000
Malkekøer, jersey	93 000	93 000	0
Tyre og tyrekalve, stor race	369 000	369 000	0
Tyre og tyrekalve, jersey	34 000	34 000	0
Opdræt, stor race	766 000	711 000	- 54 000
Opdræt, jersey	97 000	97 000	0
Ammekøer	122 000	122 000	0
Søer	1 015 000	912 000	- 104 000
Smågrise	3 447 000	3 447 000	0
Slagtesvin	6 415 000	6 415 000	0
Høns	4 297 000	4 297 000	0
Hønniker	1 723 000	1 723 000	0
Slagtekyllinger	12 585 000	12 585 000	0
Kalkuner	449 000	449 000	0
Ænder	472 000	472 000	0
Gæs	25 000	25 000	0
Moderfår	67 000	67 000	0
Heste	18 000	18 000	0

De øgede afgrødearealer i referencescenariet i sammenligning med 1995-landbruget giver anledning til en lidt større vegetabilsk produktionsværdi, jf. tabel 2.3, og sammen med effekterne af den reducerede kvælstofanvendelse giver de også anledning til ændringer i landbrugssektorens samlede faktorforbrug. Landbrugets samlede bruttofaktoringkomst er således højere i referencescenariet end i 1995-landbruget.

Tabel 2.3 Landbrugets bidrag til samfundsøkonomien i 1995-landbruget og referencescenariet (1995-landbruget ved fuld implementering af Vandmiljøplan II) (ESMERALDA)

	1995- landbruget	1995-landbruget ved fuld implementering af <i>Vandmiljøplan II</i>	Ændring
	----- mio. kr. i 1995-priser hhv. (forholdstal) -----		
Produktionsværdi.....	48 983	49 508	525
- Vegetabilsk	8 900	9 418	518
- Animalsk.....	30 711	30 718	7
- Produkter udenfor modellen.....	9 372	9 372	0
Lagerændringer	512	512	0
Hektarstøtte.....	4 101	4 389	288
Dyrestøtte.....	356	356	0
Brakstøtte.....	730	577	- 153
Andre generelle tilskud	432	432	0
<i>Inputs</i>			
Gødning	1 906	1 759	- 147
Kemikalier.....	1 154	1 225	71
Udsæd	829	846	17
Foderstoffer	11 398	11 389	9
Energi	1 495	1 511	16
Andre var. inputs	8 715	8 781	66
Arbejdskraft (forholdstal)	99	100	.
Kapital (forholdstal)	99	101	.
<i>Bruttofaktorindkomst</i>			
Vegetabilsk	7 443	7 920	477
Animalsk.....	16 043	16 077	34
Lagerændringer	512	512	0
Præmier	5 619	5 753	134
Skatter på produktionsapparat.....	801	801	0
Bruttofaktorindkomst i alt.....	28 816	29 461	645

For nogle af elementerne er der som nævnt tale om relativt grove approksimationer i det ovenstående, men da de indgår i både referencescenariet og Agenda 2000 -scenariet, og det centrale i det følgende er forskellen mellem disse to scenarier, vil sådanne eventuelle approksimationsfejl ikke være så afgørende. Som tidligere nævnt vil de dog betyde noget i de tilfælde, hvor effekterne af instrumenterne i Agenda 2000 -scenariet overlapper med de foretagne korrektioner.

2.2 Agenda 2000 -scenariet

EU's regeringsledere indgik den 25. marts 1999 et forlig om den fælles landbrugspolitik, som er formuleret i den såkaldte Agenda 2000 reform. Det er dette forlig, der ligger til grund for scenariet. Det skal

dog understreges, at der ikke er tale om en komplet analyse af Agenda 2000 reformen, idet en del af pakkens elementer ikke er indeholdt i scenariet. Som et led i landbrugsreformen er der fx lagt op til en øget kobling mellem landbrugspolitik på den ene side og miljø- og landdistriktspolitik på den anden. Disse elementer skal udformes af medlemslandene, og da udformning af disse endnu ikke er fastlagt, kan elementerne ikke medtages i scenariet. Dvs. at det er et begrænset Agenda 2000 -scenarium, der er genstand for analysen. Endvidere skal det bemærkes, at der heller ikke er taget hensyn til de virkninger, som Agenda 2000 reformen vil få for den internationale prisdannelse på landbrugsprodukter.

Det analyserede Agenda 2000 -scenarium indeholder de i tabel 2.4 viste elementer.

Tabel 2.4 De indeholdte elementer i Agenda 2000 -scenariet

Vegetabiliske ordninger	Animalske ordninger
Fald i prisen på korn på 15 pct.	Fald i prisen på oksekød på 20 pct.
Stigning i hektarpræmier til korn med 351 kr. pr. ha	Fald i mælkeprisen på 15 pct.
Fald i hektarpræmie til ærter med 234 kr. pr. ha	Forhøjet ammekopræmie med ca. 800 kr. årligt
Fald i hektarpræmie til raps med 1.247 kr. pr. ha	Forhøjet handyrpræmie til stude med 500 kr. årligt (max to præmier pr. dyr)
Fald i braklægningspræmie med 228 kr. pr. ha	Indførelse af mælkekvotepræmie på 15 øre pr. kg mælkekvote (1.100 kr. pr. malkeko)
	Indførelse af slagtepræmie for kvæg på 600 kr. pr. slagtet dyr
	Indførelse af yderligere præmier til kvægsektoren til en samlet værdi af 350 mio. kr. årligt.

Kornprisfaldet og ændringerne i hektarpræmierne må forventes at føre til dels en lavere dyrkningsintensitet (lavere udbytter og faktorforbrug pr. hektar) i de enkelte korn-driftsgrene, og dels en ændret sammensætning af arealet med reformafgrøder. Således vil et fald i præmierne til arealerne med ærter og raps føre til, at disse afgrøders andel af reform-afgrødearealet aftager, mens kombinationen af kornprisfald og ens stigninger i hektarpræmierne til korn vil føre til et større areal med relativt lavtydende kornarter (navnlig vårsæd) på bekostning af arealerne med relativt højtydende kornarter (vintersæd). Da hovedparten af kornproduktion anvendes som foder i den animalske produktion, betyder prisfaldet på korn desuden et fald i foderpriserne, og dermed i foderomkostningerne – ikke mindst i svineproduktionen – hvilket igen kan forventes at føre til lavere priser på svinekød i større eller mindre udstrækning.

Da præmierne i kvægsektoren er kvoteret på et relativt detaljeret niveau, vil støtteomlægningerne vedrørende kvægprodukterne næppe føre til væsentlige ændringer i produktionsaktiviteten – snarere en fastlåsning af produktionen i de enkelte kvægdriftsgrene på niveauet i udgangssituationen. Derimod vil der naturligvis være økonomiske konsekvenser af støtteomlægningen.

Implementering af Agenda 2000 -scenariet i ESMERALDA

Tiltagene i reformscenariet implementeres i ESMERALDA ved at beregne intensitets-, areal- og produktionseffekterne af støtteomlægningen til reformafgrøder i modellen, og supplere de økonomiske konsekvenser heraf med de økonomiske konsekvenser af støtteomlægningen i kvægsektoren, hvor sidstnævnte beregnes ud fra en statistisk betragtning; dvs. produktionsadfærden i kvægsektorerne forudsættes uændret i forhold til udgangssituationen.

Støtteomlægningen i afgrødesektoren modelleres som en reduktion af samtlige kornpriser med 15 pct., tilpasning af foderpriserne som følge af de ændrede kornpriser, samt ændringer i arealstøttesatserne, jf. tabel 2.4. Desuden forudsættes prisen på svinekød at falde med 3 pct. som følge af støtteomlægningerne på grund af de lavere foderomkostninger i svineproduktionen og som følge af bortfald af eksportrestitutioner. Reduktionen på 3 pct. er et skøn, som delvis er baseret på Walter-Jørgensen *et al.* (1992).

Når man som her skal analysere reformscenariet med udgangspunkt i et scenarium, hvor *Vandmiljøplan II* forudsættes fuldt gennemført, skal man være opmærksom på, at nogle af effekterne, bl.a. intensitetsændringerne i gødningsforbruget, allerede kan være dækket ind af referencescenariet. Fx er gødningsintensiteterne i referencescenariet reduceret i forhold til 1995-landbruget, så selv om de reducerede kornpriser i Agenda 2000 -scenariet vil føre til et lavere optimalt gødskningsniveau i kornproduktionen, så vil dette fald i kvælstofindsatsen helt eller delvist allerede være indeholdt i referencescenariet. Reduktionerne i kvælstofindsatsen som følge af henholdsvis stramningen i gødningsnormen og kornprisfaldet er med andre ord ikke additive.

Beregningsmæssigt håndteres denne problemstilling ved at foretage partielle beregninger af henholdsvis normstramningerne og kornprisfaldet. Efter beregning af de to tiltag hver for sig, vurderes om deres effekter er overlappende, og resultaterne fra de to partielle delscenarier kombineres til et fælles scenarium.

3 Landbrugsøkonomiske konsekvenser

De landbrugsøkonomiske konsekvenser af Agenda 2000 -scenariet analyseres, som tidligere nævnt, ved hjælp af ESMERALDA, som er en sektormodel for landbruget udviklet og vedligeholdt af Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut. Der er tale om en partiel ligevægtsmodel, der til eksogene priser optimerer landbrugets input- og outputsammensætning. Modellen er national, dvs. der p.t. ikke er nogen opdeling på regioner, bedriftstyper mv.

Modellen er statisk-komparativ, dvs. den til givne initialbetingelser et givet tidspunkt (år), beregner landbrugets optimale produktion og råvareforbrug samme år. Den kan derfor først og fremmest benyttes til at sammenligne 2 ligevægtsituationer. Hver ligevægtsituation skal opfattes som en ligevægt på langt sigt og en beskrivelse af den dynamiske tilpasning hen imod ligevægten er ikke indeholdt i modellen. For en mere udførlig beskrivelse af ESMERALDA henvises til Jensen (1996).

3.1 Landbrugsøkonomiske effekter af Agenda 2000 - scenariet

I det nedenstående gøres der rede for de estimerede effekter af Agenda 2000 -scenariet. Fokus er rettet mod ændringer i landbrugsaktiviteterne, kvælstofanvendelsen samt på landbrugsøkonomien.

Det skal forinden understreges, at estimaterne ikke kan betragtes som en endelig konsekvensberegning af Agenda 2000 reformen. Dels er en del af Agenda 2000 reformens elementer udeladt af beregningen (bl.a. ordninger relateret til miljø og landdistriktsudvikling), og dels er der ikke taget hensyn til Agenda 2000 reformens effekter på prisdannelsen på verdensmarkedet. Mht. sidstnævnte har Melgaard (1999) fx skønnet, at det effektive kornprisfald som følge af Agenda 2000 reformen kun vil blive på ca. 10 pct. i modsætning til de 15 pct. forudsat i nærværende beregning. Dette skøn er baseret på, at verdensmarkedsprisen på korn vil være større end interventionsprisen.

Arealanvendelse og husdyrhold

De estimerede ændringer i arealanvendelsen og husdyrholdet som følge af Agenda 2000 -scenariet fremgår af omstående tabel 3.1. Som forventet fører Agenda 2000 -scenariets elementer vedrørende planteproduktionen til en stigende arealandel med vårsæd og en reduceret arealandel med vintersæd og raps. Hølsæd nyder godt af den øgede hektarpræmie for korn, og da hølsæd indgår i afgrødegruppen 'græs- og grøntfoder i omdrift', sker der en stigning i denne afgrødegruppe på bekostning af vedvarende græs. For arealet med foderroer er der dog også en stigning. Kartoffelproduktionen er ikke begunstiget af Agenda 2000 reformen, og følgelig falder arealet med kartofler.

Støtteomlægningen indenfor kvægsektoren har som forventet fastlåst kvægproduktionen på udgangsniveauet, snarere end at føre til ændringer i produktionen. Der ses således meget begrænsede effekter på aktivitetsniveauerne i de enkelte kvæg-driftsgrene. Til gengæld

sker der en stigning i svineproduktionen, begrundet i de lavere foderomkostninger som følge af kornprisfaldet. Der er som nævnt forudsat et svineprisfald på 3 pct. som følge af de lavere foderomkostninger, men som det fremgår, er dette ikke tilstrækkeligt til at neutralisere de gunstige effekter af foderprisfaldet. Det skal i den forbindelse understreges, at det forudsatte svineprisfald på 3 pct. er behæftet med stor usikkerhed. Et forudsat svineprisfald på 4 pct. ville således føre til et mindre fald i antallet af svin i stedet for den estimerede stigning.

Tabel 3.1 Areal og husdyrhold i reference- og Agenda 2000 -scenariet (ESMERALDA)

	1995-landbruget ved fuld implementering af Vandmiljøplan II	Agenda 2000 -scenariet	Ændring
	----- ha -----		
Samlet areal	2 689 800	2 689 800	0
Vinterkorn	924 400	908 900	-15 500
Vårkorn	593 600	616 600	23 100
Vinterraps incl. non food	113 400	112 900	- 500
Vårraps incl. non food	46 400	46 000	- 500
Bælgsæd incl. Konservesærter	83 900	86 000	2 100
Handelsroer	70 800	71 900	1 000
Kartofler	45 100	41 000	- 4 100
Anden Afgrøde	88 300	88 400	100
Foderroer	54 400	58 000	3 600
Græs- og grøntfoder i omdrift	339 900	386 600	46 700
Græs uden for omdriften	264 700	208 500	-56 200
Brak inden for omdrift	0	0	0
Brak uden for omdrift	65 000	65 000	0
	----- antal dyr -----		
Malkekøer, stor race	553 000	553 000	0
Malkekøer, jersey	93 000	93 000	0
Tyre, stor race	369 000	369 000	0
Tyre, jersey	34 000	34 000	0
Opdræt, stor race	711 000	711 000	0
Opdræt, jersey	97 000	97 000	0
Ammekøer	122 000	122 000	0
Søer	912 000	930 000	19 000
Smågrise	3 447 000	3 518 000	71 000
Slagtesvin	6 415 000	6 548 000	133 000

Da fjerkræ, får og heste ikke er repræsenterede i ESMERALDA-modellen, forudsættes antallet af disse dyrekategorier at være upåvirket af Agenda 2000 -scenariet. Da fjerkræproduktion ligesom svineproduktion er kraftigt baseret på korn, kunne man dog forestille

sig effekter for fjerkræaktiviteten svarende til effekterne på antallet af svin. Dette forhold er imidlertid ikke inddraget i beregningerne.

Kvælstofanvendelsen

Den estimerede effekt på kvælstofintensiteten i de forskellige afgrødesektorer som følge af Agenda 2000 -scenariet er vist i omstående tabel 3.2.

Kornprisfaldet fører i sig selv til reduktioner i den optimale gødningsintensitet i kornproduktionen. Som diskuteret i afsnit 2.2, kan der være overlap mellem denne effekt og effekterne af normstramningerne i referencescenariet. Ved en partiel beregning af reformens instrumenter (uden korrektion for effekterne af *Vandmiljøplan II*) har det imidlertid vist sig, at effekten af kornprisfaldet på gødningsintensiteten er større end effekterne af normstramningen. Når reformen ses i sammenhæng med *Vandmiljøplan II*'s normstramninger indenfor kornsektorerne, bidrager reformen med 8 - 9 pct. reduktion i kvælstofintensiteten, udover de 11 - 12 pct., som normstramningerne indebærer. Normstramningerne i kornsektorerne vil som følge heraf ikke have nogen effekt i Agenda 2000 -scenariet. Hvis ikke man havde haft normstramningerne i referencescenariet, ville kornprisfaldet alene have givet den samlede reduktion på 19 - 20 pct. i kvælstofintensiteten i kornproduktionen. Da der ikke er forudsat produktprisfald for de øvrige afgrødesektorer, sker der her ikke intensitetsfald. Her er *Vandmiljøplan II*'s normstramninger således fortsat effektive.

Tabel 3.2 Ændring i kvælstof- og pesticidintensiteterne i Agenda 2000 -scenariet i forhold til referencescenariet (ESMERALDA)

	1995-landbruget ved	Agenda 2000 -scenariet	
	fuld implementering af <i>Vandmiljøplan II</i>	Kvælstofintensitet	Pesticidintensitet
	----- Indeks. Referencescenarium = 100 -----		
Vinterkorn	100	91	82
Vårkorn	100	91	81
Vinterraps incl. Non food	100	100	100
Vårraps incl. Non food	100	100	100
Bælgsæd incl. Konserveresærter	100	-	100
Handelsroer	100	100	100
Kartofler	100	100	100
Anden Afgrøde	100	100	100
Foderroer	100	100	100
Græs- og kløvergræsmark i omdrift	100	100	100
Græs uden for omdrift	100	100	100
Brak i omdrift	100	-	-
Brak uden for omdrift	100	-	-

Den estimerede effekt på pesticidintensiteten som følge af Agenda 2000 -scenariet berører kun kornarealerne, som til gengæld reduceres med knap 20 pct. jf. tabel 3.2. For de øvrige afgrøder er pesticidintensiteten uændret.

Effekter på landbrugsøkonomien

Agenda 2000 -scenariets effekter på arealanvendelse, husdyrhold og de forskellige faktorintensiteter, og de deraf følgende økonomiske konsekvenser, kan opregnes til nationalt niveau. Resultater heraf fremgår af omstående tabel 3.3. Agenda 2000 -scenariets prisfald på korn og kvægprodukter, samt det forudsatte afledte prisfald på svinækød, medfører fald i såvel den vegetabiliske som den animalske produktionsværdi. Samtidig stiger provenuet af hektar- og ikke mindst dyrepræmierne som følge af de forhøjede præmiesatser, samt indførelsen af en række nye præmier i kvægsektoren. Da korn som nævnt er en væsentlig bestanddel af landbrugets foderomkostninger, falder disse omkostninger i Agenda 2000 -scenariet.

Intensitets- og arealtilpasningen i de vegetabiliske driftsgrene indebærer desuden ændringer i forbruget af gødning, kemikalier mv. I forhold til faldet i produktionsværdi er der dog tale om beskedne justeringer på omkostningssiden. Samlet set giver den opstillede reform anledning til en reduktion i landbrugets bruttofaktorindkomst på 1,8 mia. kr. i forhold til referencescenariet.

Tabel 3.3 Landbrugsøkonomiske effekter af Agenda 2000 -scenariet i forhold til referencescenariet (ESMERALDA)

	1995-landbruget ved fuld implementering af Vandmiljøplan II	Agenda 2000 -scenariet	Ændring
	----- mio. kr. i 1995-priser hhv. (forholdstal) -----		
Produktionsværdi	49 508	44 933	-4 575
- Vegetabilisk	9 418	8 255	-1 164
- Animalsk	30 718	27 306	-3 412
- Produkter udenfor modellen	9 372	9 372	0
Lagerændringer	512	512	0
Hektarstøtte	4 389	4 744	355
Dyrestøtte	356	2 059	1 703
Brakstøtte	577	577	0
Andre generelle tilskud	432	432	0
<i>Inputs</i>			
Gødning	1 759	1 719	-40
Kemikalier	1 225	1 100	-125
Udsæd	846	850	4
Foderstoffer	11 389	10 700	-689
Energi	1 511	1 526	15
Andre var. Inputs	8 781	8 954	173
Arbejdskraft (forholdstal)	100	96	-3
Kapital (forholdstal)	101	101	0
<i>Bruttofaktorindkomst</i>			
Vegetabilisk	7 920	6 814	-1 107
Animalsk	16 077	13 271	-2 805
Lagerændringer	512	512	0
Præmier	5 753	7 811	2 058
Skatter på produktionsapparatet	801	801	0
Bruttofaktorindkomst i alt	29 461	27 607	-1 854

Agenda 2000 -scenariet giver samtidig anledning til et fald i beskæftigelsen i det primære landbrug på 3 pct., hvilket dels skyldes den lavere produktionsintensitet i kornproduktionen, og dels skyldes omlægningen af arealanvendelsen i retning af mindre arbejdsintensive afgrøder.

Diskussion

Som det fremgår af de estimerede resultater, giver Agenda 2000 -scenariet under de opstillede forudsætninger anledning til en stigning i svineproduktionen på ca. 2 pct. En forudsætning for dette resultat er, at det ikke kommer i konflikt med *Vandmiljøplan II's* harmonikrav, hvilket implicerer, at der ikke er afgørende barrierer for etablering af ny svineproduktion, hvor harmonikravene tillader det. Det er således en mulighed, at de 2 pct. er udtryk for en overvurdering af tilpasningen i svineproduktionen.

Som det har været nævnt, er der betydelig usikkerhed om, i hvilken udstrækning et kornprisfald slår igennem på svinepriserne, og at et sådant prisgennemslag er særdeles betydningsfuldt for udviklingen i svineproduktionen, men også for indtjeningen i landbruget.

Som det har været nævnt er der et vist overlap mellem *Vandmiljøplan II's* stramning af gødningsnormerne, og effekterne af kornprissænkningerne i Agenda 2000 -scenariet. Når der sammenlignes med en referencescenariet, hvor *Vandmiljøplan II* er fuldt ud implementeret, er nettoeffekten af reformen på gødningsintensiteten væsentligt lavere end hvis der anvendtes en reference uden hensyntagen til *Vandmiljøplan II*.

Det belyste Agenda 2000 -scenarium er som nævnt *ikke* en fyldestgørende repræsentation af Agenda 2000. Analysen af reformscenariet må dog formodes at illustrere nogle væsentlige mekanismer i Agenda 2000-pakken.

Det skal bemærkes, at beregningerne forudsætter en statisk adfærd i kvægsektoren; dvs. Agenda 2000 -scenariets støtteomlægninger fra pris- til dyrestøtte giver ikke anledning til ændringer i kvægproduktionen eller dennes sammensætning. I lyset af instrumenternes udformning vurderes dette at være en rimelig forudsætning, men mindre tilpasninger indenfor kødkvæg-produktionen kan dog ikke udelukkes.

Endelig skal det endnu en gang bemærkes, at modelleringen af *Vandmiljøplan II* i beregningerne i nogle tilfælde bygger på visse forenklinger og antagelser, hvilket har været nødvendigt for at kunne gennemføre beregningerne. Sådanne forenklinger vil naturligvis altid give anledning til usikkerhed eller evt. fejl. Da modelleringen af planen imidlertid indgår i både reference- og Agenda 2000 -scenariet, vurderes problemet overordnet set at være begrænset, selv om der er usikkerhed knyttet til beregningerne.

4 Samfundsøkonomiske konsekvenser

I dette kapitel beregnes de samfundsøkonomiske effekter af reformen. Effekterne vurderes ved hjælp af ADAM modellen, der beregner ændringer i de samfundsøkonomiske variable som følge af de reformbetingede ændringer i landbruget.

ADAM modellen er en makroøkonomisk konjunkturmodel for Danmark, der oftest benyttes til analyser på kort- og mellemfristet sigt (1 - 5 år frem). Modellen vedligeholdes og udvikles løbende i Danmarks Statistik og er dokumenteret i talrige arbejdspapirer og rapporter. Den seneste samlede beskrivelse er givet i Dam (1996).

ADAM er hovedsagelig efterspørgselsbestemt, dvs. at efterspørgslen bestemmer produktionen, der igen bestemmer indkomsten – og da forbruget afhænger af indkomsten, er der afledte effekter herigenem⁴. I virkelighedens verden er landbrugsproduktionen hovedsagelig udbudsbestemt. Landbruget er således kendetegnet ved at kunne afsætte alt hvad de producerer, idet vilkårene i vidt omfang er bestemt af EU via eksportstøtteordninger og interventionspriser. En undtagelse herfra er dog de produkter, hvor der eksisterer kvoter, der lægger loft over produktionen.

Landbruget i ADAM er én sektor, dvs. den er ikke opdelt på driftsgrene, bedriftstyper eller blot animalsk og vegetabilsk produktion. Sektoren er derudover meget bred, idet den omfatter gartneri og fiskeri. Den meget aggregerede beskrivelse indebærer, at ADAM ikke kan beskrive tilpasningseffekterne internt i sektoren, dvs. de skift i arealanvendelsen og husdyrholdets sammensætning, der uvægerligt vil ske som følge af ændringer i priserne.

ADAM bestemmer forbruget af arbejdskraft, kapital og energi i en samlet faktorblok, hvis funktionsmåde ikke er ulig ESMERALDAs. Fordelingen af inputtene gives i begge modeller afhængigt af produktionsniveauet og de relative inputpriser, idet der antages profitmaksimerende adfærd. Forskellen er imidlertid, at faktorblokken i ESMERALDA dels gives for hver driftsgren og dels også omfatter råvareforbruget og produktionsfaktoren jord.

⁴ På længere sigt fortrænges disse efterspørgselseffekter af en sammenhæng mellem arbejdsmarked og løn- og prisdannelse. En stigning i efterspørgslen fører til stigende produktion, der igen medfører stigende beskæftigelse. Ledigheden på arbejdsmarkedet antages i ADAM at have markant og umiddelbar effekt på lønnen. Faldende ledighed vil således komme til udtryk i højere lønniveau og derved højere prisniveau. Det antages at forringe vores konkurrenceevne, således at eksporten falder og importen stiger. Herefter går de modsatrettede kræfter i økonomien i gang og vil over en årrække fortrænge den ekspansive efterspørgselseffekt. Faldende eksport og stigende import reducerer efterspørgslen og dermed både produktion og indkomst. Lavere indkomst sænker det private forbrug, og dermed efterspørgslen yderligere. Den faldende eksport/stigende import forringer betalingsbalancen, hvilket igen virker rentedrivende via stigende obligationsudbud til at finansiere et eventuelt underskud med. En anden effekt virker via konkurrenceevne-forringelsen, der pga. udlandets devalueringsforventninger presser renten op. Rentestigningen påvirker investeringerne negativt, hvilket reducerer efterspørgslen yderligere. Endelig bytter virksomhederne arbejdskraft ud med kapital, fordi lønnen er steget mere end kapitaludgifterne. Hermed stiger ledigheden, og indkomst og forbrug falder yderligere.

Ovenstående omstændigheder gør, at det er mest hensigtsmæssigt at lade ESMERALDA beregne landbrugsproduktionen i det integrerede modelsystem. Herved bestemmes produktionen ud fra udbudsgivne forhold, ligesom effekten fra forskydninger mellem driftsgrene fanges op.

4.1 Agenda 2000 -scenariet i ADAM

Ved vurderingen af de samfundsøkonomiske effekter af Agenda 2000-scenariet implementeres ændringerne i ADAM, der herefter beregner de samfundsøkonomiske konsekvenser heraf. De relevante ændringer omfatter landbrugspriser og landbrugsstøtte (hektar- og dyrestøtte) samt de af ESMERALDA bestemte ændringer i landbrugsproduktionen og forbruget af indsatsfaktorer. Dog overlades det til ADAM at bestemme kapital og energiforbruget⁵.

Ændringerne implementeres over flere år. Ændringen i sektorpris og landbrugsstøtte justeres i ADAM initialt i scenarieperioden, mens effekterne på produktion og forbrug af indsatsfaktorer først antages at slå fuldt igennem i år 2003. ESMERALDA er en statisk model og beregner derfor kun ligevægtsværdier (med og uden reform), men giver ingen information om tilpasningen hen imod langsigtslige vægten i 2003. Derfor vælges det at estimere forløbet ved simpel interpolation og indarbejde disse værdier i ADAM⁶.

Ændringerne i sektorprisen, produktionsværdien og forbruget af arbejdskraft indarbejdes med samme procentvise ændring i ADAM som givet i ESMERALDA. Dog er ADAM's landbrugssektor langt bredere end angivet i ESMERALDA, idet sektoren i ADAM også omfatter gartneri og fiskeri. Ændringen i ESMERALDAs sektorpris og produktionsværdi på hhv. 7 pct. og 9,2 pct. omregnes derfor til procentvise ændringer i ADAM på hhv. 5,3 pct. og 7,1 pct. Tilsvarende svarer faldet i arbejdskraftforbrug i ESMERALDA på 3 pct. til et fald på 2,3 pct.

Prisen på importerede landbrugsprodukter ændres ligeledes eksogent. Det er dog kun den del af importen, der hidrører fra EU, der berøres af reformen, hvorfor prisen kun reduceres i overensstemmelse hermed.

⁵ Det er af beregningstekniske årsager ikke muligt at simulere et forløb hvor både arbejdskraft, kapital og energiforbrug fastlægges eksogent, eftersom disse 3 faktorer bestemmes i ADAM i en samlet faktorblok. Derfor vælges kun at indarbejde ændringer af det (i ESMERALDA bestemte) arbejdskraftforbrug. Netop ændringer i arbejdskraftforbruget vurderes at have de væsentligste samfundsøkonomiske konsekvenser via den (i ADAM) centrale sammenhæng mellem ledighed og beskæftigelse på den ene side og løn-prisdannelse og konkurrenceevne på den anden side.

⁶ ADAM er en scenariemodell, der år for år giver et bud på udviklingen i de samfundsøkonomiske variable. I modsætning hertil, er ESMERALDA en statisk-komparativ partiel ligevægtsmodel for en enkelt sektor af samfundsøkonomien: landbrugets produktion. Modellen vurderer effekten af en given ændring ved at sammenligne værdierne af de forskellige variable i ligevægt før og efter ændringen – uden at tage stilling til det dynamiske forløb hen imod den nye ligevægt efter ændringen. I praksis vil tilpasningen til den nye ligevægt tage en årrække, hvorfor ændringerne lægges gradvist ind i ADAM over en 5-årig periode.

Ændringerne i den tildelte støtte og i forbruget af gødning og kemikalier samt i forbruget af foder og udsæd pr. produceret enhed, implementeres bedst ved at korrigere direkte med det i ESMERALDA estimerede beløb i faste 1995-priser, som dog omregnes til prisniveauet i ADAM.

Den anvendte fremgangsmåde kan naturligvis diskuteres. Eksempelvis estimerer både ADAM og ESMERALDA faktorforbruget endogen. Følgelig kunne det overlades til ADAM at bestemme forbruget af alle indsatsfaktorer. Herved kunne der samtidig gøres brug af ADAM's antagelser om udvikling i produktiviteten af de forskellige faktorer over tid, hvilket er et forhold, som ikke er indeholdt i ESMERALDA. Fordelen ved den valgte tilgang er, at ESMERALDA's optimering af forbruget af indsatsfaktorer tager højde for forskydninger mellem driftsgrenene, der hver især er karakteriseret ved deres egen optimale faktorindsats. Der kan argumenteres for begge tilgange, og i afsnit 6.2 er den alternative tilgang derfor analyseret mhp. at afdække de respektive tilganges indbyrdes følsomhed.

4.2 Samfundsøkonomiske effekter af Agenda 2000 - scenariet

I dette afsnit præsenteres resultater vedrørende de samfundsøkonomiske effekter af Agenda 2000 -scenariet. Udgangspunktet er et *grundforløb* fra Danmarks Statistik (August 1999), jf. tabel 4.1. Forløbet er konstrueret ud fra de seneste forventninger fra Finansministeriet, Økonomiministeriet, Det Økonomiske Råds Sekretariat samt OECD. Det er dette forløb, som Agenda 2000 -scenariet holdes op imod.

Tabel 4.1. Grundforløbet i den samfundsøkonomiske udvikling (ADAM)

	1999	2000	2001	2003	2003	2004	2005	2006
	----- mia. kr. i 1990-priser undtagen * -----							
<i>Ændringer på samfundsniveau</i>								
Bruttonationalprodukt	1 039,00	1 053,00	1 072,00	1 098,00	1 125,00	1 156,00	1 186,00	1 216,00
Beskæftigelse *(1.000 stk.)	2 725	2 718	2 706	2 712	2 739	2 748	2 767	2 790
Betalingsbalance *(mia. kr. i løb. priser)	- 8,77	- 3,71	7,91	11,27	13,80	20,74	25,41	32,09
Privat forbrug	530,80	538,80	546,80	558,10	569,10	580,10	591,00	602,30
Investeringer	239,60	239,40	240,60	250,90	263,10	273,60	286,00	297,00
Eksport	404,20	417,50	433,30	450,30	468,20	487,10	507,10	528,30
Timeløn *(kr./time)	154	160	166	172	179	185	192	198
<i>Ændringer i landbrugssektoren</i>								
Produktion	74,94	74,95	78,62	81,88	84,03	86,19	88,48	90,89
Sektorpris *(indeks, 1990=100)	87	89	90	92	94	96	98	100
Eksport	75,50	75,88	76,82	78,67	80,52	82,53	84,72	87,08
Beskæftigede i landbruget *(1.000 stk.)	106	103	101	100	101	99	96	95
Beskæftigede i forarbejdningsind. *(1.000 stk.)	71	69	68	67	66	65	64	63
Maskinkapital	69,69	70,14	70,72	71,49	72,23	73,00	73,83	74,72
Bygningskapital	179,02	181,49	183,88	187,12	191,00	195,41	200,30	205,62
Energiforbrug	1,77	1,73	1,71	1,73	1,76	1,81	1,85	1,90
Køb af kemikalier, indenlandsk	1,34	1,33	1,37	1,42	1,45	1,48	1,52	1,57
Import af kemikalier	1,52	1,53	1,63	1,71	1,76	1,80	1,85	1,90
Landbrugets køb af foderstoffer mv. fra forarbejdningssektoren	2,77	2,75	3,26	3,52	3,68	3,81	3,93	4,05
Landbrugets import af foderstoffer mv.	5,06	5,06	5,13	5,28	5,38	5,50	5,64	5,78

Der er tale om et forløb med gennemsnitlig årlig vækst i bruttonationalproduktet (BNP) og i det private forbrug på hhv. 2,4 pct. og 1,9 pct. Beskæftigelsen forventes at stige med 2,4 pct. (omkring 65.000 personer), og underskuddet på betalingsbalancen vendes til overskud i 2001.

I tabel 4.2 er gengivet de estimerede samfundsøkonomiske effekter af Agenda 2000 -scenariet. Ændringerne rapporteres som procentvise afvigelser fra ovenstående grundforløb.

De samfundsøkonomiske effekter af Agenda 2000 -scenariet er ikke helt ubetydelige, men dog begrænsede.

Det private forbrug ligger i 2006 0,71 pct. lavere end i grundforløbet, mens BNP ligger 0,96 pct. lavere. Midt i analyseperioden ligger BNP 1,18 pct. lavere.

Beskæftigelsen falder med 0,86 pct. i forhold til grundforløbet svarende til 24.000 personer, og overskuddet på betalingsbalancen ligger knap 30 pct. lavere end i grundforløbet. Sidstnævnte svarer til at overskuddet er hele 9,4 mia. kr. (løbende priser) lavere i Agenda 2000 -scenariet i forhold til grundforløbet. Det skal dog nævnes, at denne procentvise afvigelse tildels er meget stor, fordi betalingsbalancen i grundforløbet er tæt på nul. Mindre absolutte afvigelser vil derfor tælle meget målt i procent.

Tabel 4.2. Samfundsøkonomiske effekter af Agenda 2000 -scenariet angivet som procentuelle afvigelser fra grundforløbet (ADAM)

	1999	2000	2001	2003	2003	2004	2005	2006
	pct.							
<i>Ændringer på samfundsniveau</i>								
Bruttonationalproduktet	-0,19	-0,52	-0,75	-0,99	-1,18	-1,14	-1,04	-0,96
Antal beskæftigede	-0,08	-0,31	-0,55	-0,79	-0,97	-1,03	-0,98	-0,86
Betalingsbalance	10,55	7,53	-15,34	-17,23	-23,22	-18,93	-21,07	-29,32
Privat forbrug	-0,04	-0,28	-0,30	-0,47	-0,58	-0,64	-0,67	-0,71
Investeringer	-0,50	-1,72	-2,51	-3,05	-3,35	-3,11	-2,51	-2,16
Eksport	-0,50	-0,85	-1,27	-1,62	-1,95	-1,78	-1,70	-1,51
Timeløn	-0,11	-0,30	-0,55	-0,96	-1,50	-2,08	-2,66	-3,14
<i>Ændringer i landbrugssektoren</i>								
Produktion	-1,42	-2,84	-4,26	-5,68	-7,10	-7,10	-7,10	-7,10
Sektorpris	-5,30	-5,30	-5,30	-5,30	-5,30	-5,30	-5,30	-5,30
Eksport	-2,88	-5,13	-7,97	-10,51	-13,13	-13,02	-13,53	-13,49
Beskæftigede i landbruget	-0,34	-0,98	-1,47	-1,97	-2,28	-2,30	-2,31	-2,31
Beskæftigede i forarbejdningsind.	-0,85	-2,10	-4,01	-5,79	-7,67	-8,64	-9,22	-9,13
Maskinkapital	-0,25	-0,83	-1,64	-2,59	-3,66	-4,55	-5,17	-5,63
Bygningskapital	-0,07	-0,37	-0,78	-1,29	-1,88	-2,47	-2,99	-3,44
Energiforbrug	-0,65	-2,44	-4,06	-5,56	-6,98	-8,21	-8,95	-9,38
Køb af kemikalier, indenlandsk	-0,98	-1,96	-2,94	-3,91	-4,87	-4,83	-4,77	-4,69
Import af kemikalier	-1,06	-2,15	-3,21	-4,26	-5,33	-5,35	-5,41	-5,48
Landbrugets køb af foderstoffer mv.fra forarbejdningssektoren	-0,26	-1,02	-2,63	-4,17	-5,70	-6,67	-6,85	-6,99
Landbrugets import af foderstoffer mv.	-2,44	-4,67	-6,58	-8,26	-9,86	-9,22	-9,10	-9,00

Forklaringen på de samfundsøkonomiske effekter findes ved at betragte ændringerne i de variable, der vedrører landbrugssektoren.

Produktionen og sektorprisen falder med hhv. 7,1 pct. og 5,3 pct. i overensstemmelse med de eksogene justeringer bestemt af ESME-RALDA. Eksport af landbrugsprodukter ligger hele 13,5 pct. lavere

end i grundforløbet, hvilket hænger sammen med produktionsfaldet. Faldet i landbrugseksporten er hovedforklaring på forværringen af betalingsbalancen. Forværringen kompenseres delvist af den forøgede hektarstøtte, der isoleret set forbedrer betalingsbalancen i forløbet med 2,1 mia. kr. hvert år.

Produktionsfaldet fører desuden til lavere forbrug af indsatsfaktorer over hele linien. Såvel forbrug af arbejdskraft og kapital, som forbrug af energi, kemikalier (gødning og pesticider), samt foderstoffer mv. falder som følge af reformen. Procentvist ligger ressourceindsatsen mellem 5 pct. og 9 pct. lavere end i grundforløbet.

ADAM beregner landbrugets beskæftigelse til at ligge godt 2 pct. lavere svarende til 2.200 færre personer. Også forarbejdningssektoren berøres beskæftigelsesmæssigt som følge af den reducerede landbrugsproduktion; her ligger antallet af ansatte omkring 9 pct. lavere end grundforløbet svarende til 5.700 færre personer.

Den lavere beskæftigelse fører i ADAM til lavere inflationært pres via sammenhængen mellem arbejdskraftefterspørgsel og løn- og prisdannelse. Det kommer til udtryk i timelønnen, der ligger 3,1 pct. lavere end i grundforløbet. Den disponible indkomst falder i forhold til grundforløbet, dels fordi den lavere produktion direkte foranlediger lavere indkomstkabelse, og dels fordi den lavere beskæftigelse som nævnt fører til et lavere lønniveau, hvilket også reducerer forbrugsmulighederne.

Det lavere løn- og prisniveau forbedrer konkurrenceevnen, hvilket igen fører til øget eksport og reduceret import. Selvom denne effekt således øger overskuddet på betalingsbalancen, er faldet i eksport af landbrugsprodukter på dette sigt dominerende og giver anledning til reduceret overskud totalt set.

Den positive effekt fra konkurrenceevneforbedringen trækker det indenlandske aktivitetsniveau opad igen. Det kommer til udtryk i udviklingen i BNP, antal ledige og investeringerne. Disse variable forværres løbende i forhold til grundforløbet, men afvigelsen topper i midten af perioden; herfra begynder konkurrenceevneforbedringen nemlig at virke. Samtidig opstår der en anden gunstig effekt fra konkurrenceevneforbedringen. Den giver anledning til en smule lavere rente, fordi udlandet ikke forventer devaluering. Den lavere rente påvirker bl.a. investeringerne positivt.

5 Miljømæssige konsekvenser

De miljømæssige konsekvenser af Agenda 2000 -scenariet belyses ved en række miljømodeller, der til sammen bestemmer ændringerne indenfor områderne:

- landbrugets påvirkning af den totale N-deposition på landområder,
- landbrugets N-belastning af de marine områder,
- O₂ -forholdene i de marine områder som følge af ændret kvælstoftilførsel fra landbruget og
- landbrugets emissionen af metan og lattergas målt i CO₂ -ækvivalenter.

Ændringen i den totale kvælstofdeposition på hhv. land- og havområder forudsætter ligeledes estimater for deposition af kvælstofoxider og deres reaktionsprodukter samt depositionen af ammoniak og ammonium fra udenlandsk emitteret ammoniak. Disse bidrag indgår som baggrundsbelastning. På tilsvarende vis indgår baggrundsdepositionen sammen med øvrige kvælstofbidrag ved estimeringen af konsekvenserne for iltkoncentrationen i de marine områder. Forholdet mellem de forskellige bidragselementer fremgår af figur 5.1.

Fælles for de miljømodeller, som har deres ophæng i landbrugets udfoldelse, gælder, at input tilvejebringes fra NP-modellens datagrundlag. Ved analysen af Agenda 2000 -scenariet modificeres referencescenariets datagrundlag på baggrund af forskydningerne i landbrugsaktiviteterne, jf. tabel 3.1, og forskydningerne i gødningsintensiteten, jf. tabel 3.2. Ændringerne implementeres som procentuelle forandringer i de respektive variable i NP-modellen. For en nærmere beskrivelse af koblingen mellem ESMERALDA og NP-modellen, og de heraf følgende problemer, henvises til Andersen *et al.* (1998).

Den anvendte del af NP-modellen benyttes til at estimere landbrugets bidrag til kvælstofbelastningen af farvandsområder på grundlag af ammoniaktabet og kvælstofudvaskningen. Ved estimeringen af kvælstofbelastningen tages der hensyn til spredningen og depositionen af den emitterede ammoniak. På tilsvarende vis tages der hensyn til, at dele af den udvaskede kvælstof fra rodzonen omsættes eller tilbageholdes inden kvælstoffet når kystområderne via det ferske vandmiljø. For at sikre en virkelighedstro estimering af kvælstofbelastningen af de marine områder, er landbrugsaktiviteterne distribueret på 49 afstrømningsoplande og yderligere på 4 brugstyper⁷ og 2 jordtyper⁸.

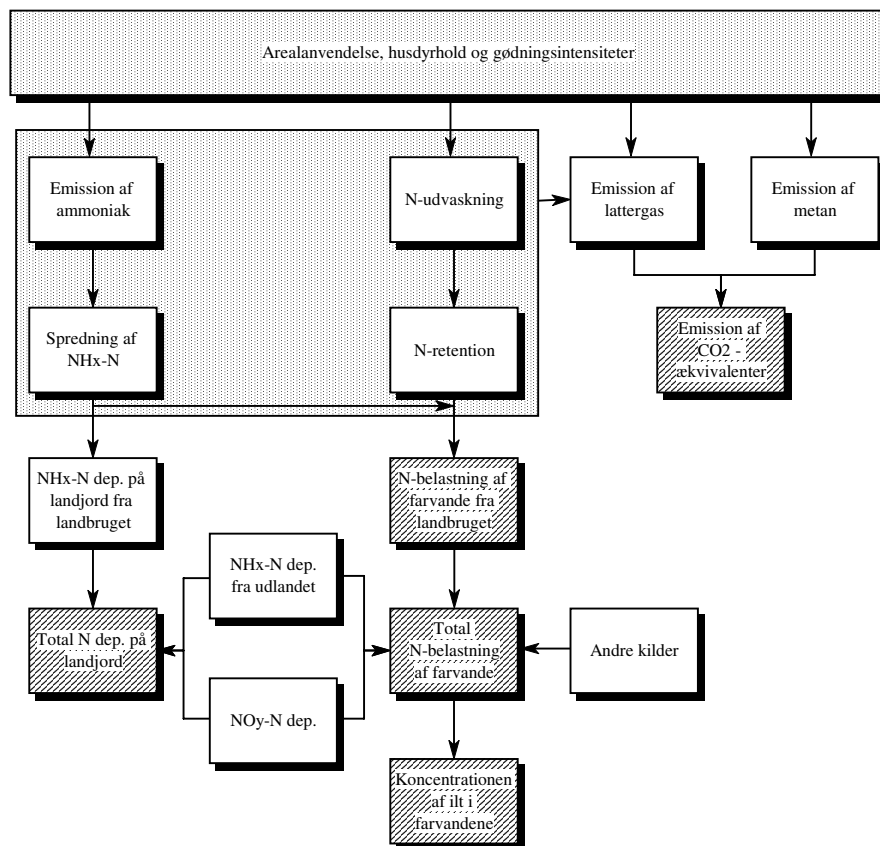
⁷ Ved brugstyper forstås kvægbrug, svinebrug, blandede husdyrbrug og planteavlbrug, jf. følgende definitioner:

- *Planteavlbrug* defineres som brug med under ½ dyreenhed (DE) pr. ha.

- *Kvægbrug* defineres som brug med mindst ½ DE pr. ha og hvor andelen af kvæg udgør mindst ²/₃ af DE.

- *Svinebrug* defineres som brug med mindst ½ DE pr. ha og hvor andelen af svin udgør mindst ²/₃ af DE.

NP-modellen anvendes ligeledes til at estimere landbrugets bidrag til kvælstofdeposition på landområder, som er fordelt på de 14 amter. For en uddybende beskrivelse af NP-modellen henvises til Paaby *et al.* (1996) og Andersen *et al.* (1998).



Figur 5.1 Bidragselementer ved analyse af de miljømæssige konsekvenser af Agenda 2000 -scenariet (det tonede område omfatter NP-modellens virkefelt og de skraverede områder omfatter de analyserede miljøparametre)

Baggrundsdepositionen af $\text{NH}_x\text{-N}^9$ estimeres via KONSEKVENNS 2.0, som i øvrigt også ligger til grund for parametriseringen af NP-modellen. KONSEKVENNS 2.0, som udspringer af TREND -modellen (Asman og van Jaarsveld, 1992), simulerer transport, omdannelse og deposition af $\text{NH}_x\text{-N}$ på 23 receptorområder (14 amter og 9 hovedfarvande) på grundlag af emissionen af ammoniak fra de 14 danske amter og udlandet. Den bagvedliggende geografiske opløsning er et $5 * 5$ km kvadratnet. Depositionen er baseret på parameterværdier (tørdepositions-hastigheder, omdannelsesrater og nedbørsmængde og -hyppighed), der svarer til hollandske forhold. Modellen tager ikke højde for geografiske forskelle i overfladens ruhed, men regner med en gennemsnitlig ruhed. For en udførlig beskrivelse af KONSEKVENNS henvises til Asman (1990).

- Blandede husdyrbrug defineres som brug, som hverken kan defineres som kvæg-, svine- eller planteavlsbrug.

⁸ Ved jordtyper forstås sand- og lerjorde. Sandjordene er i den sammenhæng defineret som jordtyper med farvekode 1-3 i henhold til Landbrugsministeriets landsomfattende jordklassificering og lerjordene som jordtyper med farvekode 4-8.

⁹ $\text{NH}_x\text{-N}$ betegner indholdet af kvælstof i ammoniak og reaktionsproduktet ammonium ved omtale af deposition fra emitteret ammoniak.

Baggrundsdepositionen af $\text{NO}_y\text{-N}^{10}$ estimeres via ACDEP-modellen (Atmospheric Chemistry and DEPosition) (Hertel *et al.*, 1995), som er en Lagrangesk transport-kemi model dækkende hele Europa. ACDEP modellen beregner koncentrationen og depositionen af forskellige kemiske forbindelser på basis af fire døgns transport af luftpakker frem til et net af receptorpunkter. Luftpakkerne initialiseres med faste begyndelseskoncentrationer af de respektive kemiske forbindelser i starten af transportvejen og undervejs modtager luftpakkerne emissioner fra de kilder som passerer. De enkelte kemiske forbindelser omdannes via kemiske reaktioner, spredes i vertikal retning og fjernes fra den pågældende luftpakke ved deposition. Transportvejene bestemmes på basis af fire døgns meteorologiske data. Den geografiske opløsning for Danmark er 14 amter og 9 hovedfarvande, som er baseret på et 30 * 30 km kvadratnet. For en udførlig beskrivelse af ACDEP henvises til Ellermann *et al.* (1996).

Ændringerne i iltforholdene i de marine områder analyseres via en specialiseret modelversion af Hav-90 iltmodellen, som afspejler den faktiske årsvariation (Sehested Hansen, 1996). Modellen, som er en dynamisk model for kvælstof- og iltkredsløbet i de indre danske farvande, beregner effekten på iltforholdene på grundlag af tilførslen af kvælstof til farvandsområderne. Modellen er i sin grundform baseret på en 2-lags kanalmodel¹¹ med indbygget vandkvalitetsmodul, hvor sidstnævnte bl.a. indeholder en beskrivelse af de fysiske, kemiske og biologiske processer. Via modellens hydrodynamiske grundlag simuleres stoftransport og vandkemiske/biologiske processer. Herved er det muligt at estimere springlagsniveau, saltindhold, vandføring samt kemiske og biologiske koncentrationer. For en udførlig beskrivelse af Hav-90 iltmodellen henvises til Sehested Hansen *et al.* (1994) og Sehested Hansen (1996).

Estimeringen af emissionen af metan og lattergas baseres på et drivhusgasmodul, som er knyttet til NP-modellen af hensyn til konsistens med dennes estimer. Konkret bestemmes emissionen af metan på grundlag af husdyrholdets størrelse og sammensætning. Emissionen af lattergas bestemmes på grundlag af håndteringen af husdyrgødningen, forbruget af kvælstof, kvælstoffiksering, ammoniakfordampning, kvælstofindholdet i planteresidualer, kvælstofafsætning fra græssende husdyrhold, kvælstofudvaskning og omfanget af organogene jorde. Efter estimeringen summeres emissionerne til CO_2 -ækvivalenter ud fra de respektive emissioners effekt på den globale temperaturstigning på 100 års sigt. Parametriseringen af drivhusgasmodul er baseret på IPCC's Guideline for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC, 1997), som dog er tilpasset danske landbrugsforhold. For en mere udførlig beskrivelse af drivhusgasmodul henvises til Andersen (1999).

¹⁰ $\text{NO}_y\text{-N}$ betegner indholdet af kvælstof i kvælstofoxider og deres reaktionsprodukter ved omtale af deposition fra emitteret kvælstofoxider.

¹¹ Grundformen er baseret på MIKE 12 'Danmarksmodellen', jf. DHI (1992 & 1995).

5.1 N-deposition på landområder

Den samlede N-deposition på landområderne i referencescenariet er estimeret til 60.600 tons, jf. tabel 5.1. Heraf tegner landbruget sig for 46 pct. Ved Agenda 2000 -scenariet øges depositionen med knap 100 tons kvælstof. Ændringen er forsvindende, og følgelig forbliver depositionsintensiteterne uændret.

Den begrænsede ændring i N-depositionen fra dansk landbrug skal ses i sammenhæng med, at det kun er en delmængde af den emitterede ammoniak, der afsættes på de danske landområder. Agenda 2000 -scenariets effekt på ammoniakemissionen er imidlertid også begrænset. Konkret stiger den kun med knap 200 tons ammoniakkvælstof svarende til 2 promille. Ændringen i emissionens størrelse er en konsekvens af modsatrettede effekter; ændring i afgrødesammensætningen og stigningen i svineholdet øger således emissionen med hhv. 70 tons og 460 tons ammoniakkvælstof, og reduktionen i gødningsintensiteten mindsker emissionen med 360 tons ammoniakkvælstof.

Tabel 5.1 Den totale årlige N-deposition på landområder estimeret i referenc- og Agenda 2000 -scenariet fordelt på $\text{NH}_x\text{-N}$ fra dansk landbrug (NP-modellen) og baggrundsbelastningen fra hhv. $\text{NH}_x\text{-N}$ fra udenlandsk emitteret ammoniak (KONSEKVENS 2.0) og fra $\text{NO}_y\text{-N}$ (ACDEP)

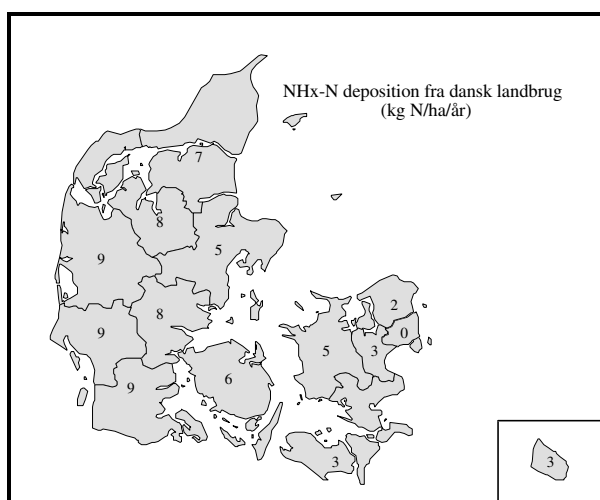
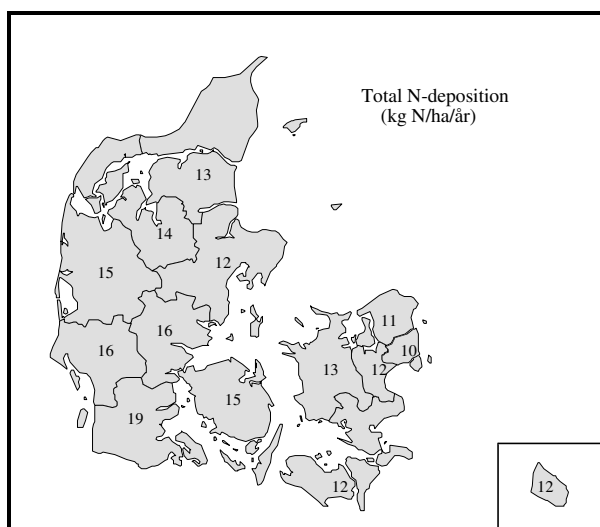
	1995-landbruget ved fuld Agenda 2000 implementering af Vandmiljøplan II	Ændring -scenariet	
	----- tons N år ⁻¹ -----		
Samlet N-deposition	60 600	60 700	100
$\text{NH}_x\text{-N}$ fra dansk landbrug	27 800	27 900	100
Baggrundsdeposition i alt	32 800	32 800	-
- $\text{NH}_x\text{-N}$ fra udenlandsk emitteret ammoniak	9 100	9 100	-
- $\text{NO}_x\text{-N}$	23 700	23 700	-
	----- kg N ha ⁻¹ år ⁻¹ -----		
Samlet N-deposition	14	14	0
$\text{NH}_x\text{-N}$ fra dansk landbrug	6	6	0
Baggrundsdeposition i alt	8	8	-
- $\text{NH}_x\text{-N}$ fra udenlandsk emitteret ammoniak	2	2	-
- $\text{NO}_y\text{-N}$	5	5	-

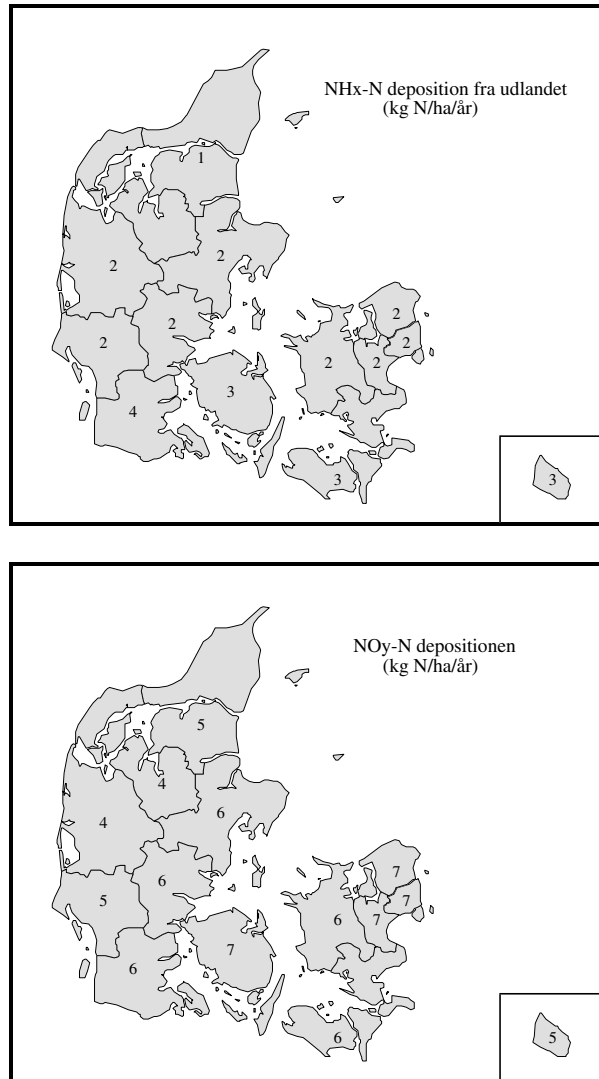
Anm. Depositionen af $\text{NH}_x\text{-N}$ fra udenlandsk emitteret ammoniak og fra $\text{NO}_y\text{-N}$, som er konstant i scenarierne, er baseret på emissioner tilvejebragt af EMEP (1998) for året 1996.

Langt den største del af ammoniakemissionen stammer fra husdyrene (ca. 75 pct.), og da husdyrtætheden tiltager vestover, vil ammoniakemissionen også tiltage vestover. Undtagelsen herfra er Bornholms Amt, som har en husdyrtæthed svarende til landsgennemsnittet. Da 20 - 30 pct. af ammoniakemissionen i et givet amt afsættes i det selv samme amt, vil depositionen af $\text{NH}_x\text{-N}$ ligeledes tiltage vestover. Dette fremgår også af figur 5.2, hvoraf det ses, at depositionen af $\text{NH}_x\text{-N}$ stiger fra godt 0 kg N ha⁻¹ år⁻¹ i Københavns Amt til 9 kg N ha⁻¹ år⁻¹ i de vestjyske amter. Denne graduering gælder for begge scenarier. De yderst begrænsede ændringer i ammoniakemissionen har altså ikke medført forskydninger i N-depositionen på amtsniveau.

Depositionen af $\text{NH}_x\text{-N}$ fra udenlandet skyldes først og fremmest ammoniakemissionen syd for Danmark. Da depositionen af $\text{NH}_x\text{-N}$ er forholdsvis stor tæt ved kilden, fås der en forholdsvis stor deposition i de sydlige amter (3 - 4 $\text{kg NH}_x\text{-N ha}^{-1} \text{år}^{-1}$) som aftager mod nord (1 $\text{kg NH}_x\text{-N ha}^{-1} \text{år}^{-1}$), jf. figur 5.2.

Depositionen af $\text{NO}_y\text{-N}$ fra emitterede kvælstofoxider har ligeledes en nord syd -gradient, men depositionen er samtidig præget af den store emission fra kraft-varmeværker og vejtrafikken, som især kommer fra byerne. Selv om depositionen aftager fra syd mod nord, så er billedet også præget af lokaliseringen af de store byer, jf. figur 5.2. Depositionen blandt amterne svinger således mellem 4 og 7 $\text{kg NO}_y\text{-N ha}^{-1} \text{år}^{-1}$.





Figur 5.2 Den totale årlige N-deposition pr. ha på landområder samt fordelingen på NH_x-N fra dansk landbrug (NP-modellen) og baggrundsbelastningen fra NH_x-N fra udenlandsk emitteret ammoniak (KONSEKVENNS 2.0) og fra NO_y-N (ACDEP). Depositionen fra dansk landbrug er uændret i reference- og Agenda 2000 -scenariet

Gradueringen af den totale N-deposition på amter er altså præget af en tiltagende deposition af NH_x-N fra dansk landbrug vestover i takt med husdyrtætheden og en tiltagende deposition af NO_y-N østover ved de store østvendte byer. Der er således en tendens til, at de to depositionsgradienter nivellerer den amtslige variation. Den aftagende deposition af NH_x-N fra syd mod nord fra udenlandsk emitteret ammoniak bidrager imidlertid til at opretholde forskellen. De samlede konsekvenser heraf er, at Sønderjyllands Amt belastes med den største deposition (19 kg N ha⁻¹ år⁻¹) og Københavns Amt med den laveste deposition (10 kg N ha⁻¹ år⁻¹).

Ved vurderingen af den totale deposition skal det tages i betragtning, at de amts gennemsnitlige depositioner kan dække over store lokale variationer. Ikke desto mindre kan de give et fingerpeg om N-belastningen af de respektive naturelementer. Natureffekterne behandles ikke i nærværende projekt, men det skal dog ikke undlades at bemærke, at depositionens niveau overskrider tålegrænsen for flere af de i tabel 5.2 viste naturtyper.

Tabel 5.2 Udvalgte internationalt fastsatte empiriske tålegrænser for kvælstof (Bak et al., 1999)

Økosystem	Tålegrænser	Sikkerhed	Indikation
	kg N ha ⁻¹ år ⁻¹		
Nåleskov på sur jordbund	10 - 30	**	Næringsstofuligevægt afhængig af nitrifikationsraten.
	7 - 20	**	Ændret bundvegetation og mykorrhiza, øget udvaskning.
Løvskov på sur jordbund	10 - 20	*	Ændret bundvegetation og mykorrhiza.
Naturskov på sur jordbund	7 - 15	(*)	Ændret bundvegetation og øget udvaskning.
Tør (hedelyngs) hede	15 - 20	**	Øget græsdominans, ændret førnproduktion, ændret blomstring og N-akkumulering.
Fugtig (klokkelyngs) hede	17 - 22	*	Øget græsdominans.
Artsrig heder / overdrev	10 - 15	*	Tilbagegang for sensitive arter.
Artsrig enge / overdrev	25 - 35	*	Øget mængde høje græsser, ændring i diversitet, N-akkumulering og udvaskning af nitrat.
Mesotrofe enge / lavmoser	20 - 35	*	Øget dominans af høje græsser og fald i diversiteten.
Højmoser	5 - 10	*	Øget mængde høje græsser, N-akkumulering og tilbagegang for typiske mosser.
Fattigkær og sure søer	5 - 10	**	Tilbagegang for rosetplanter.

Anm. **: pålidelig; *: ret pålidelig; (*): ekspertvurdering.

5.2 N-belastning af farvandsområder fra landbruget

Den samlede belastning af havområderne fra landbruget i reference-scenariet er estimeret til 58.900 tons, jf. tabel 5.3. Heraf tegner N-afstrømningen sig for ca. 80 pct. Ved Agenda 2000 -scenariet mindskes N-belastningen fra landbruget med godt 1.500 tons kvælstof svarende til en reduktion på 2½ pct.

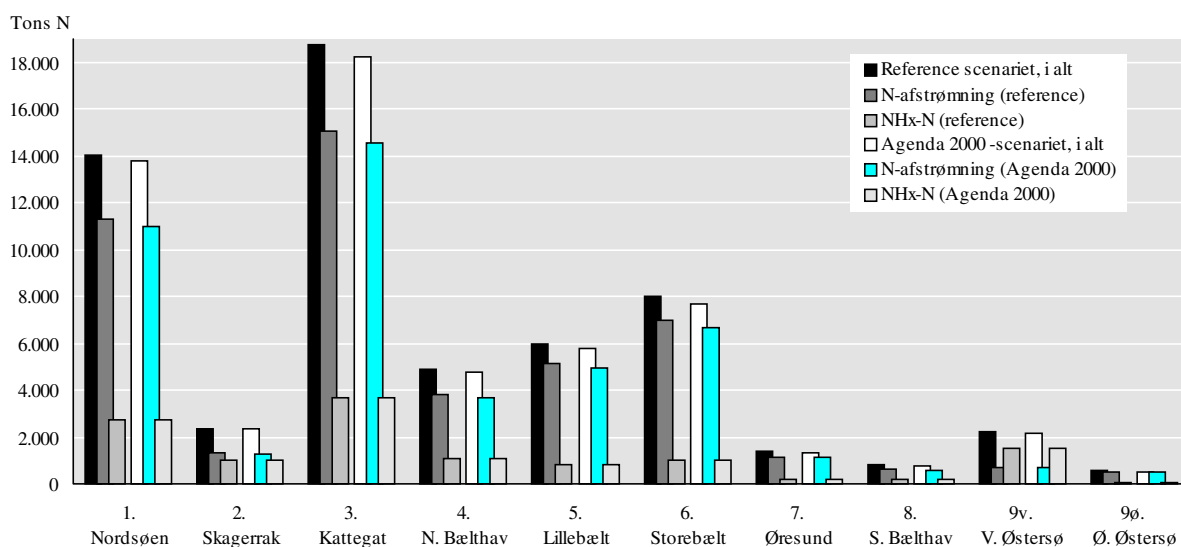
Tabel 5.3 Den estimerede N-belastning af danske farvandsområder fra dansk landbrug i reference- og Agenda 2000 -scenariet fordelt på NH_x-N deposition og N-afstrømning (NP-modellen)

	1995-landbruget ved fuld implementering af Vandmiljøplan II	Agenda 2000 -scenariet	Ændring
	----- tons N år ⁻¹ -----		
Samlet N-belastning af farvandsområder	58 900	57 400	- 1 500
N-deposition fra dansk landbrug	12 400	12 400	0
N-afstrømning fra dansk landbrug	46 600	45 000	- 1 600

Reduktionen er en følge af to forløb: Depositionen af NH_x-N er stiger yderst begrænset og N-afstrømningen falder. Depositionen af NH_x-N stiger som følge af den stigende svineproduktion, hvor effekten dog reduceres som følge af faldet i gødningsintensiteten, jf. afsnit 5.1. Da kun en del af den emitterede ammoniak afsættes på danske havområder, er stigningen meget lille. Væksten i svineproduktionen (2 pct.) resulterer også i en stigning i N-afstrømningen (knap 100 tons N), som forstærkes af den ændrede afgrødesammensætning (knap 600 tons N), men reduktionen i gødningsintensiteten indebærer et fald i N-afstrømningen på 2.200 tons N, og den resulterende effekt er derfor et fald i N-afstrømningen på godt 1.500 tons N.

Belastningen af de enkelte farvandsområder er selvsagt ikke jævnt fordelt, idet landbrugsoplandet til de respektive havområder varierer. Da Kattegat har det største landbrugsopland, er farvandet recipient for den største belastning; modsat gør sig gældende for farvandet omkring Bornholm, som derfor også modtager den mindste belastning, jf. figur 5.3.

Landbrugsarealet er imidlertid ikke den eneste bestemmende faktor for belastningen af de respektive farvande. Bidraget fra landbrugets ammoniakemission er eksempelvis forholdsvis uafhængig af landbrugsarealets størrelse. Husdyrtætheden og beliggenheden i forhold til de fremherskende vindretninger er her mere centrale momenter.



Figur 5.3 Den estimerede årlige N-belastning af havområder fra dansk landbrug i reference- og Agenda 2000 -scenariet fordelt på 1. ordens farvandsområder samt N-afstrømning og NH_x-N (NP-modellen)

N-afstrømningen fra landbrugsarealerne er imidlertid heller ikke konstant; forskelle i afgrødesammensætningen, gødningsintensitet og forholdet mellem husdyrgødning og handelsgødning resulterer således i en varierende N-udvaskning pr. ha. Hertil kommer, at kvælstofretentionen varierer blandt oplandene. I referencescenariet varierer N-afstrømningen da også mellem 16 og 55 kg N pr. ha landbrugsareal med 22 kg N ha⁻¹ som gennemsnit.

Agenda 2000-scenariets indvirkning på afgrødesammensætning, svineproduktion og gødningsintensiteter for korn har derfor også en varierende indflydelse på de respektive farvandsområder. Reduktion i N-belastningen varierer således fra 1½ pct. for Skagerrak til knap 4 pct. i farvandet omkring Bornholm, hvilket skal sammenholdes med den gennemsnitlige reduktion på 2½ pct. Variationen er imidlertid til at overse, og det gælder ligeledes hvis N-belastningen opdeles på N-afstrømning og deposition af NH_x-N.

Endelig skal det bemærkes, at de årlige variationer i vinternedbøren har en dominerende betydning for ændringen i N-afstrømningen. Fokus i nærværende projekt er imidlertid rettet mod konsekvenserne af Agenda 2000 -scenariet, og de naturbetingede udsving i nedbøren er derfor uvæsentlige, skønt effekten er stor.

5.3 Den totale N-belastning af farvandsområder samt miljøeffekter

Landbruget er ikke den eneste bidragsyder til belastningen af danske farvandsområder. Rensningsanlæg, særskilte industrielle udledninger, dambrug, spredt bebyggelse mv. bidrager også til den landbase-rede belastning af farvandet, ligesom deposition af $\text{NO}_y\text{-N}$ og $\text{NH}_x\text{-N}$ fra udenlandske kilder bidrager til den atmosfæriske belastning. Disse bidrag er adderet landbrugets belastning som baggrundsbelastning i tabel 5.4.

Tabel 5.4 Den totale årlige N-belastning af danske farvandsområder i reference- og Agenda 2000 -scenariet fordelt på kilder (NP-modellen¹, KONSE-KVENS 2.0², Skov et al. (1996)³ og Miljøstyrelsen (1997)⁴)

Kilde	Nordsøen	Skagerrak	Kattegat	Nordlig bælthav	Lillebælt	Storebælt	Øresund	Sydlig bælthav	Østersøen	alt
----- tons N år ⁻¹ -----										
Referencescenariet										
Total belastning	42 700	7 600	31 800	8 300	8 800	12 500	6 700	2 900	13 700	134 900
Landbaseret bidrag	14 500	1 900	19 700	5 000	6 500	8 600	5 700	700	1 600	64 200
Landbrug ¹	11 300	1 300	15 100	3 800	5 100	7 000	1 200	600	1 200	46 600
<i>Baggrundsbelastning</i>	<i>3 200</i>	<i>600</i>	<i>4 700</i>	<i>1 200</i>	<i>1 300</i>	<i>1 600</i>	<i>4 500</i>	<i>100</i>	<i>400</i>	<i>17 600</i>
- Rensningsanlæg ⁴	900	100	1 900	700	800	700	3 500	0	300	8 900
- Industri ⁴	400	300	600	100	0	300	700	0	0	2 500
- Spredt bebyggelse ⁴	200	0	300	100	200	200	0	0	0	1 100
- Dambrug ⁴	800	0	400	0	100	0	0	0	0	1 400
- Regnvandsudløb ⁴	100	0	200	100	100	100	200	0	0	900
- Natur ¹	700	100	1 100	200	200	300	100	0	100	2 800
Atmosfæriske bidrag	28 200	5 700	12 000	3 300	2 300	3 900	1 000	2 200	12 000	70 700
Landbrug ¹	2 700	1 000	3 700	1 100	800	1 000	200	200	1 600	12 400
<i>Baggrundsbelastning</i>	<i>25 400</i>	<i>4 700</i>	<i>8 300</i>	<i>2 200</i>	<i>1 500</i>	<i>2 900</i>	<i>800</i>	<i>2 000</i>	<i>10 500</i>	<i>58 400</i>
- $\text{NH}_x\text{-N}$ fra udlandet ²	7 300	1 000	2 500	800	800	1 400	400	1 100	4 500	19 700
- $\text{NO}_y\text{-N}$ ³	18 200	3 700	5 900	1 400	600	1 500	500	900	6 000	38 700
Agenda 2000 -scenariet										
Total belastning	42 400	7 600	31 300	8 200	8 600	12 200	6 700	2 800	13 600	133 400
Landbaseret bidrag	14 200	1 900	19 200	4 900	6 300	8 300	5 600	600	1 600	62 600
Landbrug ¹	11 000	1 300	14 500	3 700	5 000	6 700	1 100	600	1 200	45 000
<i>Baggrundsbelastning</i>	<i>3 200</i>	<i>600</i>	<i>4 700</i>	<i>1 200</i>	<i>1 300</i>	<i>1 600</i>	<i>4 500</i>	<i>100</i>	<i>400</i>	<i>17 600</i>
Atmosfærisk bidrag	28 200	5 700	12 000	3 300	2 300	3 900	1 000	2 200	12 000	70 700
Landbrug ¹	2 800	1 000	3 700	1 100	800	1 000	200	200	1 600	12 400
<i>Baggrundsbelastning</i>	<i>25 400</i>	<i>4 700</i>	<i>8 300</i>	<i>2 200</i>	<i>1 500</i>	<i>2 900</i>	<i>800</i>	<i>2 000</i>	<i>10 500</i>	<i>58 400</i>

Anm. N-afstrømningen fra naturområder (herunder skov) er anslået til 2 kg N ha⁻¹ år⁻¹.

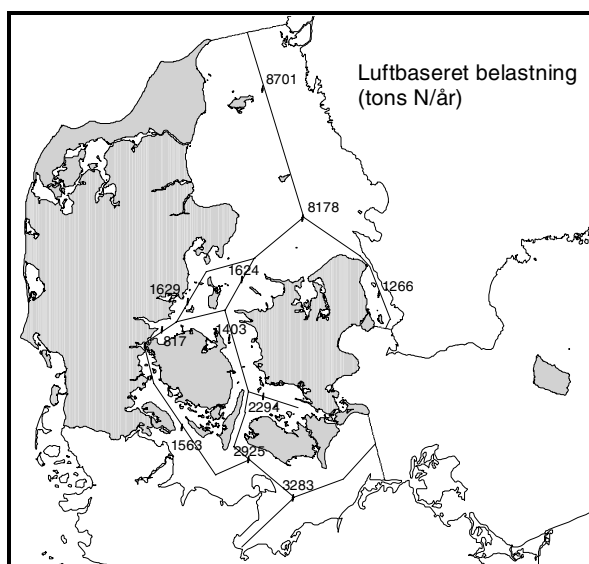
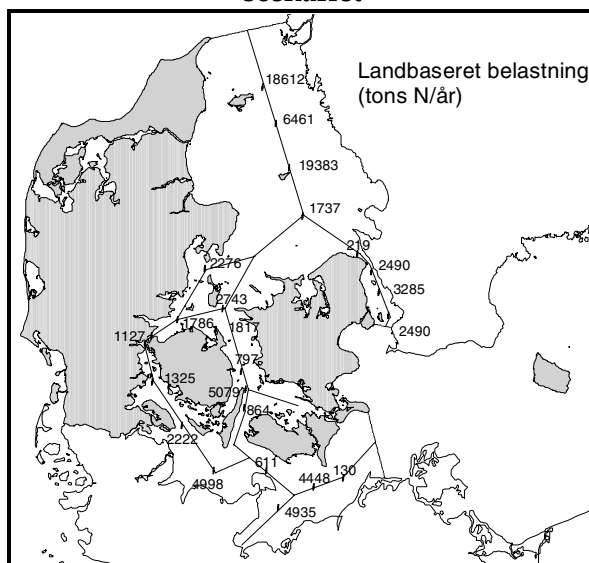
Depositionen af $\text{NH}_x\text{-N}$ fra udlandet, som er gældende for året 1996, er kalibreret i forhold til ACDEP's arealangivelser.

I referencescenariet (1995-landbruget ved fuld implementering af Vandmiljøplan II) udgør landbrugets bidrag til den totale belastningen af de danske havområder 44 pct. Betragtes de enkelte havområder

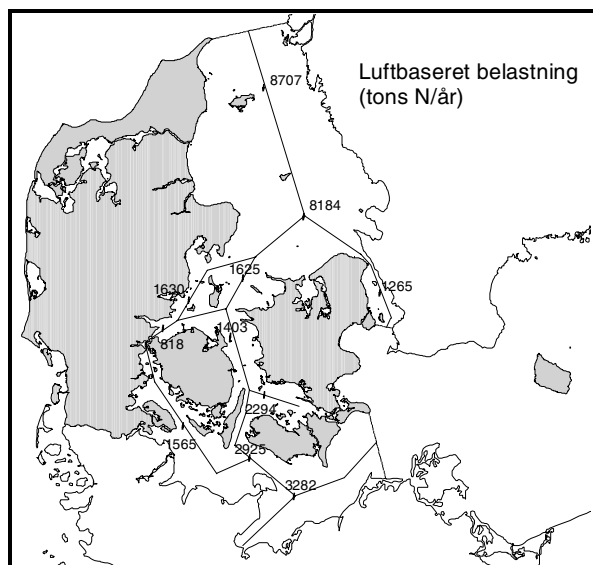
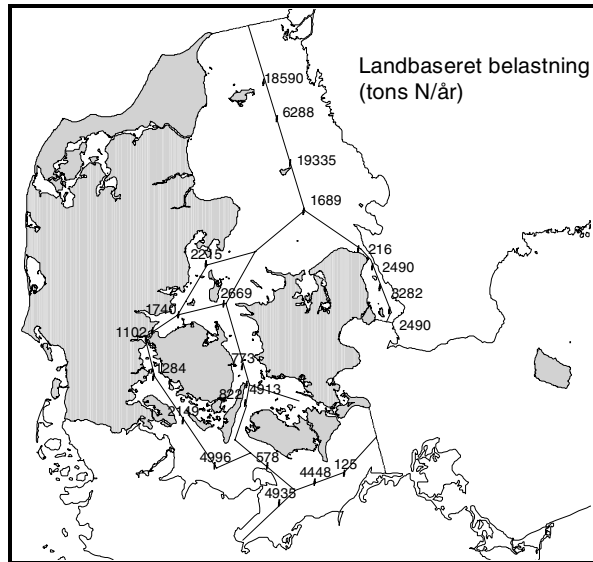
svinger landbrugets andel imidlertid mellem 20 og 68 pct. I Agenda 2000 -scenariet, hvor N-belastningen falder med 1.500 tons kvælstof, er forholdene nogenlunde uændret.

Ved vurderingen af effekten på havmiljøet skal der tages højde for, at der ligeledes afsættes kvælstof på nabolandenes havområder samt at N-afstrømningen fra nabolandene også bidrager til den samlede N-belastning af de indre farvande. Dette aspekt er reflekteret i figur 5.4, hvor belastningen med kvælstof er fordelt på farvandsområder i referencescenariet og Agenda 2000 -scenariet.

1995-landbruget ved fuld implementering af Vandmiljøplan II - scenariet



Agenda 2000 -scenariet



Figur 5.4 Den totale N-belastning af de indre danske farvande i reference- og Agenda 2000 -scenariet fordelt på henholdsvis land- og luftbaseret belastning (Hav-90 iltmodellen).

Anm. Af hensyn til usikkerheden burde alle tal afrundes til et multiplum af 1000 tons, men af hensyn til vurderingen af udviklingstendensen er belastningen uafrundet.

For den i figur 5.4 viste afgrænsning af farvandene er den totale N-belastning i referencescenariet opgjort til i alt 123.500 tons¹² fordelt på 89.800 tons fra N-afstrømningen og 33.700 tons fra atmosfæren. I Agenda 2000 -scenariet mindskes den samlede N-afstrømning med godt 900 tons kvælstof, hvorimod N-depositionen praktisk talt er uændret.

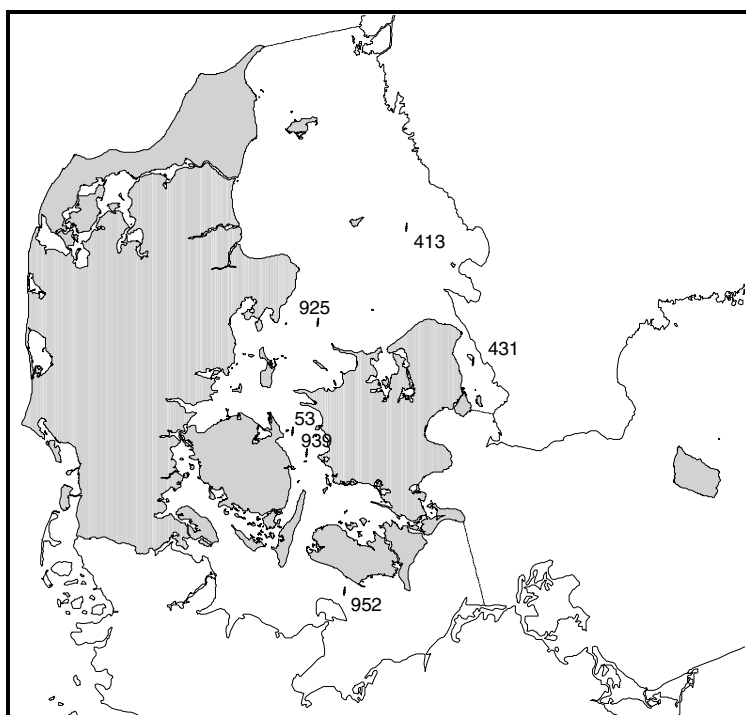
Den samlede reduktion svarer altså til en ændring i den totale N-belastning på under 1 pct. Til sammenligning er den landbaserede totale N-belastning fra Danmark til de åbne farvande i perioden

¹² Estimatet er baseret på, at depositionen pr. km² i den svenske del af Kattegat og Øresund er identisk med de tilsvarende danske områder. Estimatet er ligeledes baseret på, at N-afstrømningen fra Sverige til Kattegat og Øresund udgør 37.400 tons kvælstof (Naturvårdsverket, pers. medd.), og at de tyske landbidrag fra hhv. Mecklenburg-Vorpommern og Schleswig-Holstein udgør hhv. 4.400 tons og 9.900 tons kvælstof (Landesamt für Umwelt und Natur, pers. medd.).

1989-1998 opgjort til mellem 56.000 tons og 128.000 tons kvælstof om året (Markager *et al.*, 1999).

Ændringer i den landbaserede N-belastning, som følge af klimatiske variationer, kan variere med en faktor 2, og dette forhold vil derfor reducere betydningen af den 1 pct. reduktion fra Agenda 2000 - scenariet i forhold til den totale N-belastning i referencescenariet.

Konsekvenserne af ændringen for iltforholdene er analyseret for 6 stationer. Lokaliseringen af disse fremgår af figur 5.5 og resultatet af analysen fremgår af figur 5.6.



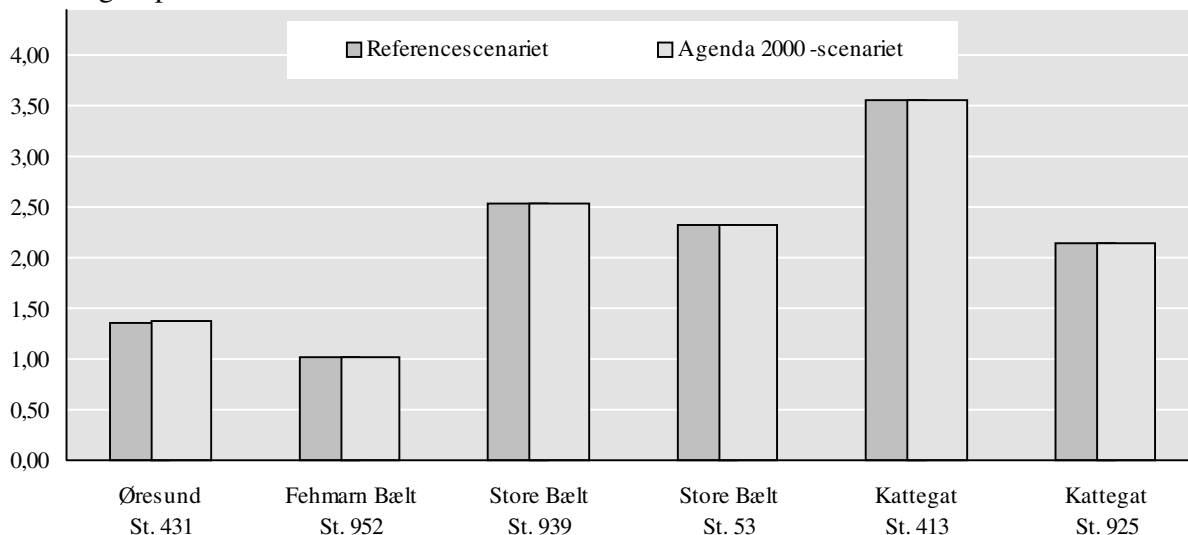
Figur 5.5 Oversigt over stationer, hvor konsekvenserne for iltforholdene er analyseret

I referencescenariet er det laveste iltindhold i de respektive stationer estimeret til at udgøre mellem 1,0 og 3,6 mg ilt liter⁻¹, jf. figur 5.6. Ved Agenda 2000 - scenariet vil laveste iltindhold være uændret. For Øresund, Station 431 vil der dog være en minimal stigning i den laveste iltkoncentration.

Det skal i den sammenhæng bemærkes, at ilten ikke responderer lineært som følge af ændringer i næringsstofbelastningen (Conley og Josefson, 1999).

Den nedre grænse for hvad de fleste organismer kan tolerere uden uønsket/uheldig effekt udgør omkring 2 mg ilt liter⁻¹ (Diaz og Rosenberg, 1995). Yderligere reduktion i kvælstofbelastning udover reduktionen i Agenda 2000 -scenariet er derfor nødvendig, hvis der ønskes en forbedring af forholdene for de bundlevende organismer.

min. mg ilt pr. liter



Figur 5.6 Den laveste ilt-koncentration i reference- og Agenda 2000 -scenariet (Hav-90 iltmodellen)

5.4 Emissionen af drivhusgasserne metan og lattergas

Emissionen af lattergas og metan er i referencescenariet estimeret til 13,5 mio. tons CO₂-ækvivalenter, jf. tabel 5.5. Heraf tegner lattergasen sig for 70 pct.

Tabel 5.5 Emissionen af CO₂-ækvivalenter fra dansk landbrug i reference- og Agenda 2000 -scenariet (Drivhusgasmodul)

	1995-landbruget ved fuld implementering af Vandmiljøplan II	Agenda 2000 -scenariet	Ændring
	----- mio. tons CO ₂ -ækvivalenter år ⁻¹ -----		
Samlet emission af CO₂-ækvivalenter	12,5	12,3	- 0,1
heraf bidraget fra N-handelsgødning	1,6	1,4	0,1

Ved Agenda 2000 -scenariet reduceres emissionen med godt 1 pct., som primært skyldes reduktionen i gødningsintensiteten for kornafgrøderne, som resulterer i et faldende forbrug af handelsgødning. Stigningen i svineholdet indvirker også på emissionen af både metan og lattergas, men ændringen er for lille til at spille nogen afgørende rolle.

Landbruget bidrager også med emission af CO₂ ved energiforbruget i produktionsprocessen. Danmarks Statistik har opgjort den direkte emission af CO₂ fra landbruget i 1995 til 1,8 mio. tons (Bie, 1999) svarende til 13 pct. af landbrugets samlede emission af CO₂-ækvivalenter. Emissionen af CO₂ fra energiforbruget er imidlertid ikke inddraget i nærværende analyse.

6 Diskussion af de anvendte metoder

Kobling af modeller, jf. det anvendte modelkompleks, som er konstrueret med forskellige formål, vil altid volde problemer. Grænsefladerne er ikke ideelle. Det indebærer, at der ofte vil være behov for tolkning af en given models output i forhold til den successive models input. En del af disse problemstillinger er diskuteret i tidligere arbejder og skal ikke gentages her¹³.

Der har imidlertid ikke tidligere været anlagt en helhedsbetragtning på modelsystemet. Det hidtidige arbejde har således alene bestået i at etablere relevante og meningsfyldte sammenhænge mellem modellerne, således at output fra én model kan anvendes som input i den efterfølgende model. Systemet har været aftestet ved scenariekørsler (se fx Andersen *et al.* (1998)), og i den sammenhæng har kvaliteten af en givet outputvariabel naturligvis været diskuteret mhp. en kvalitativ vurdering af usikkerheden i det efterfølgende led i modelkomplekset. Det har imidlertid ikke generelt været diskuteret om modelkonstruktionen i de respektive modeller, og dermed modellernes virkefelt, tilsammen danner en hensigtsmæssig samhörighed, som gør modelkomplekset velegnet til bredt at belyse både landbrugsøkonomiske, samfundsøkonomiske og miljømæssige konsekvenser af adfærdsændringer i landbruget. Dette aspekt kan selvsagt ikke belyses udtømmende, men i afsnit 6.1 er der givet en generel vurdering af modellernes samhörighed. På tilsvarende vis er der heller ikke tidligere foretaget en usikkerhedsvurdering af modelkomplekset. Det ligger ligledes uden for nærværende rapports rammer, men i afsnit 6.1 er der givet nogle generelle ledetråde til en senere vurdering.

Selv om koblingen mellem modellerne er beskrevet tidligere, er det formålstjenligt at belyse alternative muligheder med henblik på at analysere resultaternes følsomhed overfor koblingen. Eksempelvis er der, som omtalt i afsnit 4.1, forskellige måder at koble ESMERALDA og ADAM - hver med deres styrker og svagheder. I afsnit 6.2 belyses konsekvenserne for de samfundsøkonomiske resultater af en ændret kobling af de to modeller.

Modellernes udformning indebærer også i sig selv en begrænsning i at håndtere givne problemstillinger ved scenarieanalyser. Eksempelvis vil sænkning af gødningsnormen i praksis være rettet mod driftsniveauet, skønt tiltaget er rettet mod normen for de enkelte afgrøder. ESMERALDA er imidlertid ikke gearret til driftsniveauet, og følgelig har det været en nødvendigt at omgå modellens begrænsning for at sikre en virkelighedstro tolkning af ændringen i gødningsintensiteterne for de respektive afgrøder. Konkret er det løst ved at en 'skygge'-afgift på kvælstofgødningen af en sådan størrelse, at den samlede ønskede reduktion er opnået. Metoden er imidlertid ikke uden problemer, og dette diskuteres nærmere i afsnit 6.3.

¹³ Koblingen af modellerne ADAM og ESMERALDA og ESMERALDA og NP-modellen er diskuteret i Andersen *et al.* (1998), og tilpasningen af drivhusgasmodul til NP-modellen er beskrevet i Andersen (1999).

6.1 Generelt om usikkerheden af komplekse modeller

Der er nogle meget væsentlige punkter, der skal bemærkes når resultater fra et modelkompleks skal tolkes. De samfundsøkonomiske modeller og miljømodellerne er grundlæggende forskellige i deres virkefelt, hvilket besværliggør opnåelsen af sikre konklusioner. Resultaterne kan således kun tolkes som 'Alt andet lige og med den tilgængelige viden kan det konkluderes at ...'. Desuden vil de typisk være relative og ikke absolutte, hvor der med relative menes, at det kun er muligt at udtale sig om at et givent scenarium er bedre/være end at andet scenarium. Der er en grundlæggende forskellighed mellem de to modeltyper:

- **Økonometriske modeller** tager udgangspunktet i den nuværende situation og historikken op til, med en relativ detaljeret empirisk viden. Ud fra historiske data kan en alternativ situation beregnes under forudsætning af sammenhænge mellem pris og efterspørgsel. Disse modeller er bedst ved små forskelle, mellem et scenarium og den kendte (nuværende) økonomiske situation. I den pågældende analyse, hvor to scenarier konsekvensvurderes skal hver af disse altså ikke afvige for meget i forhold til den nuværende situation, hvilket naturligt betyder, at de to scenarier ikke bør være særligt forskellige indbyrdes.
- **Miljømodeller** bygger på naturvidenskabeligt præget paradigme ofte på en forudsat simpel sammenhæng mellem afgrænsede forsøg og virkelig forhold. Der er selvfølgelig store forskelle mellem enkelte modeller, men generelt er der stor usikkerhed på dels de forudsætninger modellen bygger på og dels på værdien af de parametre, som modellen skal bruge til input (eksogene). Usikkerheden på inputværdier kan skyldes, at modellen ikke tager højde for nogle rumlige og tidslige variationer eller simpelthen at værdierne ikke kendes særligt sikkert pga. manglende data. Med sådanne modeller er det bedst at udtale sig om store forskelle mellem to scenarier, da små forskelle let bliver spist af den usikkerhed, der hæfter sig til estimerne. I statistiske termer betyder det blot, at H_0 hypotesen ikke kan afvises med et rimeligt signifikansniveau.

Der er altså en konflikt mellem gyldigheden af de to typer af modeller, da de økonometriske modellers forudsigelser er mest troværdige ved relative små forskelle mellem de to scenarier, mens miljømodellerne ofte kræver relativt store forskelle mellem inputtet fra de to scenarier for med rimelig sikkerhed at forudsige en forskel. I nogle tilfælde vil dele af en miljømodels resultat dog være nærmest trivial og derfor troværdig selv ved små ændringer. Fx er det givet at iltforholdene i et havområde forbedres hvis mængden af tilførte næringsstof - alt andet lige - mindskes, så i et tilfælde, hvor N-belastningen af et havområde i ét scenarium er mindre end et andet scenarium, er det klart, at det første scenarium vil medføre forbedrede iltforhold. Denne konklusion er gyldig selvom forskellen i N-belastningen i de to scenarier er lille, men ved en lille forskel mellem scenarierne vil en miljømodel have meget svært ved at bestemme den aktuelle forskel uden at have en usikkerhed, der er større end den beregnede forskel.

Så i det konkrete eksempel vil det være svært at beregne den aktuelle forskel i iltforholdene mellem de to scenarier.

Usikkerheden skal imidlertid også ses i forhold til analysens karakter. Usikkerheden i relativistiske analyser er som hovedregel mindre end ved absolutte analyser, hvilket skyldes, at hovedparten af fejlkilderne optræder i både målscenariet og referencescenariet. Herved indskrænkes usikkerhedsmomenterne til de elementer, der karakteriserer forskellen mellem de to scenarier. Elementerne kan imidlertid være antagonistiske, og resultere i en lille divergens mellem de to scenarier, hvorved usikkerheden vil overskygge resultatet.

Vurderingen af miljømodellernes troværdighed er altså ikke entydig og klar, men afhænger helt af de konkrete beregninger om hvor fyldestgørende resultaterne skal være. Med fyldestgørende menes fx om resultatet skal give den aktuelle forskel mellem to scenarier (meget fyldestgørende) eller i stedet blot bestemme hvilket af de to scenarier, der giver den største miljøbelastning (mindre fyldestgørende).

En anden faktor, der generelt er med til at problematisere brugen af store sammensatte modelsystemer er den ophobning af usikkerhed, der let opstår. I sådanne systemer vil der let være ét eller flere steder, hvor der er stor usikkerhed. Det vil faktisk ofte være sådan at en stor usikkerhed på et bestemt forhold i et modelsystem vil have betydning for den samlede usikkerhed. Dette forhold illustreres let med den såkaldte fejlafhobningslov, der betragter den samlede varians på et estimat som resultat af en række faktorer, der hver bidrager med en del af variansen. Den forudsiger følgende sammenhæng:

$$\Delta_{total}^2 = \Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 \dots$$

hvor Δ_{total}^2 er den samlede varians og $\Delta_1^2, \Delta_2^2, \Delta_3^2 \dots$ er den enkelte faktors bidrag til den samlede varians. Dette udtryk forudsætter, at hver faktor indgår uafhængig af de andre faktorer. Denne sammenhæng kan bruges til at sige noget generelt om usikkerheden i store modelsystemer (Seiler and Alvarez, 1996). Hver faktor kan betragtes som forskellige kilder til usikkerhed i det samlede modelestimat, der har usikkerheden Δ_{total} .

Hvis faktorerne rangordnes således, at $\Delta_1^2 > \Delta_2^2 > \Delta_3^2 \dots$ kan ligningen omskrives til:

$$\Delta_{total} = \Delta_1 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_3}{\Delta_1}\right)^2 + \dots}$$

Her ses det, at hvert variansbidrag nummereres med det største bidrag (Δ_1), hvilket giver en række brøker, der hver er mindre end én, da Δ_1 jo har den største værdi. Hvert af disse bidrag bliver opløftet til anden potens, hvilket betyder at de bliver reduceret og til sidst betyder kvadratrodsteget at den samlede værdisum vil konvergere yderligere mod én. Det betyder at det typisk kun vil være de faktorer, der bidrager med en usikkerhed af samme størrelse som det største bidrag (Δ_1), der vil få betydning. Selvom der måske er et stort antal

små bidrag vil de ikke betyde noget. Dette forhold illustreres i det følgende med et eksempel.

I en tænkt situation er det to bidrag til usikkerhed, der har en betydelig størrelse og 100 andre lidt mindre bidrag: $\Delta_1 = 1$, $\Delta_2 = 0,5$, $\Delta_3 \dots \Delta_{103} = 0,1$. Indsættes disse værdier i ligningen fås: $\Delta_{total} = \Delta_1 \cdot 1,50$, hvilket betyder at den samlede usikkerhed kun afviger fra Δ_1 med 50 pct., på trods af at dette bidrag langt fra er det eneste.

En systematisk usikkerhedsvurdering af et modelsystem er ofte næsten umulig at udføre i praksis. På den anden side kan resultatet være behæftet med en relativ stor usikkerhed. En måde at løse dette skisma på kunne være at gennemgå modelsystemet og finde de kilder til usikkerhed, der skønnes at være af største betydning og så koncentrere indsatsen på dem. Argumentet for denne praksis understøttes af regneeksemplet ovenover.

Det ligger dog udenfor denne rapports rammer at lave en sådan usikkerhedsvurdering, men det er klart noget der bør afprøves i kommende projekter.

6.2 Endogen bestemmelse af faktorforbruget i ADAM

Ved analysen af de samfundsøkonomiske effekter af Agenda 2000 -scenariet i kapitel 4 er landbrugspriser, landbrugsstøtte, landbrugsproduktion og faktorforbrug implementeret eksogent i ADAM på grundlag af estimater fra ESMERALDA.

Landbrugets forbrug af indsatsfaktorer kan imidlertid også bestemmes endogent i ADAM, og herved tages der samtidig hensyn til produktivitetsudviklingen ved fremstillingen af landbrugets indsatsfaktorer, hvilket ikke er indeholdt i ESMERALDA.

For at afprøve analysens følsomhed overfor ændringer i metoden til sammenkobling af de to modeller, er analysen også gennemført ved en endogen bestemmelse af faktorforbruget i ADAM, jf. omstående tabel 6.1.

Det fremgår af tabellen, at landbrugets beskæftigelse ligger 8,9 pct. under grundforløbet, hvor det ved den valgte tilgang kun lå 2,3 pct. under. ADAM modellen beregner således en langt lavere optimal beskæftigelse ved produktionsfaldet end ESMERALDA. Det skyldes primært, at ESMERALDA omfatter landbrugets forskellige driftsgrene og kan beskrive forskydninger mellem disse som følge af diverse ændringer. ESMERALDA finder således frem til, at de arbejdskraftintensive driftsgrene går frem som følge af Agenda 2000 -scenariet på bekostning af de mindre intensive. Herved modificeres det samlede fald i beskæftigelsen. ADAM fanger ikke disse tilpasninger internt i landbrugssektoren, og overvurderer derfor nedgangen i arbejdskraftforbruget.

Tabel 6.1 Samfundsøkonomiske effekter af Agenda 2000 -scenariet angivet ved procentuelle afvigelser fra grundforløbet baseret på en endogen bestemmelse af faktorforbruget i ADAM (ADAM)

	1999	2000	2001	2003	2003	2004	2005	2006
	----- pct. -----							
<i>Ændringer på samfundsniveau</i>								
BNP	-0,19	-0,51	-0,74	-0,98	-1,15	-1,10	-0,99	-0,89
Antal beskæftigede	-0,10	-0,36	-0,66	-0,94	-1,17	-1,25	-1,17	-1,01
Betalingsbalance	10,61	8,05	-16,37	-18,57	-25,03	-20,53	-22,59	-20,49
Privat forbrug	-0,04	-0,28	-0,28	-0,45	-0,55	-0,61	-0,64	-0,71
Investeringer	-0,51	-1,72	-2,49	-3,02	-3,29	-3,01	-2,38	-2,02
Eksport	-0,50	-0,83	-1,26	-1,60	-1,92	-1,74	-1,64	-1,43
Timeløn	-0,12	-0,32	-0,61	-1,09	-1,72	-2,42	-3,11	-3,68
<i>Ændringer i landbrugssektoren</i>								
Produktion	-1,43	-2,83	-4,26	-5,68	-7,10	-7,10	-7,10	-7,10
Sektorpris	-5,30	-5,30	-5,30	-5,30	-5,30	-5,30	-5,30	-5,30
Eksport	-2,89	-5,08	-7,93	-10,48	-13,14	-13,04	-13,57	-13,55
Beskæftigede i landbruget	-0,82	-2,44	-4,49	-6,49	-8,45	-9,43	-9,40	-8,90
Beskæftigede i forarbejdningsind.	-0,85	-2,07	-3,97	-5,73	-7,62	-8,59	-9,18	-9,09
Maskinkapital	-0,25	-0,83	-1,64	-2,60	-3,67	-4,56	-5,19	-5,66
Bygningskapital	-0,07	-0,37	-0,78	-1,28	-1,87	-2,47	-2,98	-3,42
Energiforbrug	-0,65	-2,44	-4,06	-5,55	-6,96	-8,18	-8,90	-9,31
Køb af kemikalier, indenlandsk	-1,40	-2,76	-4,15	-5,53	-6,91	-6,86	-6,79	-6,69
Import af kemikalier	-1,45	-2,90	-4,35	-5,80	-7,25	-7,29	-7,35	-7,43
Landbrugets køb af foderstoffer mv. fra forarbejdningssektoren	0,11	-0,41	-1,81	-3,17	-4,52	-5,48	-5,60	-5,71
Landbrugets import af foderstoffer mv.	-2,12	-3,95	-5,65	-7,20	-8,70	-8,07	-7,99	-7,92

I landbrugssektoren er forskellen på effekterne ved de to tilgange meget små hvad angår både eksport, kapital- og energiforbrug. Landbrugets køb af både kemikalier og landbrugsprodukter (foder mv.) falder dog klart mere end i den valgte tilgang, fordi ADAM modellen estimerer dette fald proportionalt med faldet i landbrugets produktionsværdi. Ligesom ved arbejdskraftforbruget overvurderer ADAM nedgangen i forhold til ESMEERALDA, fordi den ikke fanger forskydningerne mellem driftsgrene op.

De samfundsøkonomiske effekter er stort set de samme som ved den valgte tilgang og ligger i store træk indenfor den usikkerhedsmargin, der kendetegner denne type beregninger. Valget mellem de to sammenkoblingsmetoder er således ikke afgørende for resultaterne. Beskæftigelsen falder mindre i den valgte tilgang i forhold til den alternative. Forskellen skyldes, at landbruget i den valgte tilgang eksogent er sat til at reducere arbejdskraftforbruget i henhold til ESMEERALDAS beregninger – og ESMEERALDAs nedgang er langt mindre end den i ADAM beregnede.

6.3 Økonomisk tilpasning til de reducerede gødningsnormer

For at sikre konsistens mellem høstudbytter og øvrige faktorindsatser pr. ha i de respektive driftsgrene, er det nødvendigt at anvende ESMERALDA's egendynamik ved implementering af *Vandmiljøplan II's* krav om reducerede gødningsnormer. Den anvendte løsningsmodel er skitseret nedenfor, hvor skærpet udnyttelse af husdyrgødning ligeledes er inddraget.

Såvel kravet om øget udnyttelse af husdyrgødningen som reduktionen i gødningsnormer indebærer reduktioner i det tilladte (afgiftsfri) indkøb af handelsgødning. Udnyttelsesgraden for kvælstoffet i husdyrgødning kan umiddelbart håndteres i ESMERALDA via en ændret forudsat fordeling mellem hhv. handels- og husdyrgødning, idet forbruget af handelsgødning bestemmes residualt som den efterspørgsel fra afgrødesektorerne, der ikke imødekommes af udnyttet husdyrgødning¹⁴.

Reducering af gødningsnormerne indeholder derimod et principielt modelteknisk problem, idet gødningsefterspørgslen pr. ha er bestemt endogent i ESMERALDA, og således ikke direkte kan styres ekso- gent.

Det bemærkes i øvrigt, at selv om afgrødernes kvælstofnormer reduceres med en fælles sats (10 pct.), så vil reguleringen på grund af økonomisk optimering ikke nødvendigvis indebære en proportional reduktion af gødningsforbruget i alle afgrøder, fordi den økonomiske optimering finder sted på bedriftsniveauet og ikke på markniveauet¹⁵.

Problemet blev løst ved at 'snyde' modellen ved at pålægge en 'skygge'-afgift af en sådan størrelse, at gødningsforbruget netop reduceres i det ønskede omfang. I fravær af de nævnte normer vil økonomisk optimering indebære, at producenten vil kvælstofgødske, indtil værdien af det ekstra output ved en marginal kvælstoftildeling (marginalproduktværdien) netop modsvarer prisen på kunstgødning.

Normstramningerne indebærer imidlertid en 'skyggepris' på kvælstofnormerne; et marginalet kg kvælstofgødning har således en større intern værdi som produktionsfaktor end gødningens markedspris, og under forudsætning af økonomisk optimering vil producenterne økonomisere med kvælstofgødningen på samme måde, som hvis prisen på kvælstofgødning var lig med markedsprisen plus skyggeprisen på normerne.

¹⁴ Denne kan evt. suppleres med en belastning af de animalske driftsgrene med en øget omkostning til gødningsudbringning. Fx med udgangspunkt i standardiserede enhedsomkostninger for forskellige former for gødningsudbringning og antal tons gødning pr. dyr i de forskellige driftsgrene.

¹⁵ Hvis udbyttene i nogle afgrøder er mere følsomt overfor ændringer i kvælstoftildelingen end i andre, vil producenterne reducere tildelingen mindre end 10 pct. på de meget følsomme afgrøder, og mere end 10 pct. på de mindre kvælstoffølsomme afgrøder.

I forhold til ESMERALDA kan denne ækvivalens udnyttes til en approksimativ simulering af effekterne af normstramningerne ved at simulere effekterne af en ækvivalerende afgift.

I tabel 6.2 er vist en beregning af normstramningernes effekt på det samlede gødningsforbrug med udgangspunkt i en gennemsnitlig landbrugsbedrift. På grundlag af arealanvendelsen og husdyrholdet er det totale behov for handelsgødningskvælstof beregnet via gødningsnormerne og det effektive kvælstofindhold i husdyrgødningen (normtal).

Beregningen er foretaget både under de nugældende forhold og ved en stramning i gødningsnormen på 10 og en skærpet udnyttelse af husdyrgødningen på 10 pct. Det fremgår heraf, at det normerede forbrug af handelsgødningskvælstof reduceres fra 3.407 kg til 2.506 kg svarende til 26 pct., jf. tabel 6.2.

Tabel 6.2 Normerede forbrug af handelsgødningskvælstof på en gennemsnitlig landbrugsbedrift før og efter indfrielse af Vandmiljøplan II's krav om øget udnyttelse af husdyrgødning og 10 pct. stramning af gødningsnormen (landbrugsaktiviteter efter Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut (1996) og normtal efter Landbrugets Rådgivningscenter (1995))

	Areal og dyrehold	Norm pr. enhed		Normeret forbrug af N i handelsgødning pr. bedrift	
		Før	Efter	Før	Efter
	ha	----- kg N ha ⁻¹ -----		----- kg effektiv N bedrift ⁻¹ -----	
		-----	-----		
Vårbyg	8,9	110	99	974	876
Vinterbyg	3,5	160	144	565	509
Hvede	8,8	180	162	1 579	1 421
Ærter	1,2	0	0	0	0
Raps	1,7	170	153	297	267
Kartofler	0,7	160	144	114	103
Sukkerroer	1,0	130	117	134	121
Foderroer	0,8	200	180	159	143
Græs i omdrift	3,3	200	180	667	600
Græs uden for omdrift	2,7	150	135	411	370
Helsæd	2,0	150	135	304	273
Brak	2,7	0	0	0	0
	antal dyr	----- kg effektiv N dyr ⁻¹ -----			
Malkekøer	10,6	53	65	- 562	- 689
Ammekøer	1,8	26	32	- 47	- 58
Kvier og kviekalve	13,1	18	22	- 236	- 288
Tyre, stude og tyrekalve	6,2	20	25	- 124	- 155
Avlssvin	15,8	12	15	- 190	- 237
Andre svin	151,8	4	5	- 607	- 759
Normeret forbrug af N-handelsgødning				3 407	2 506

ESMERALDA forholder sig imidlertid ikke til gødningsmængder, men til de samlede gødningsomkostninger, og det er derfor nødvendigt at omregne reduktionen i forbrugt handelsgødningskvælstof til reduktion i de samlede gødningsomkostninger. Dette regnestykke fremgår af tabel 6.3.

Tabel 6.3 Normerede forbrug af gødning på en gennemsnitlig landbrugsbedrift før og efter indfrielse af Vandmiljøplan II's krav om øget udnyttelse af husdyrgødning og 10 pct. stramning af gødningsnormen (standardiserede gødningsomkostninger og normtal efter Landbrugets Rådgivningscenter (1995))

	Normeret forbrug af N i handelsgødning	Standardiserede omkostninger til handelsgødning	Standardiserede omkostninger til gødning i alt
	kg N bedrift ¹	----- kr. bedrift ¹ -----	
Før effektivering af tiltag	3 407	15 802	35 315
Efter effektivering af tiltag	2 506	12 107	33 181
Procentuel reduktion	- 26	- 23	- 6

Regnestykket er baseret på en tilsvarende opgørelse af det normerede forbrug af fosfor og kalium pr. gennemsnitlig bedrift, og da de standardiserede gødningspriser udgør hhv. 4,10 kr. kg N⁻¹, 8,25 kr. kg P⁻¹ og 2,60 kr. kg K⁻¹ (Landbrugets Rådgivningscenter, 1995), kan den samlede omkostning til handelsgødning opgøres til 15.802 kr. pr. bedrift.

Da reduktionen i handelsgødningsforbruget ved stramningen udgør 901 kg kvælstof svarende til 3.694 kr. med den standardiserede kvælstofpris, skal omkostningen til handelsgødning reduceres med 23 pct. for at dække faldet i forbruget af handelsgødning.

Endelig kan det på tilsvarende vis estimeres, at de samlede gødningsomkostninger incl. udnyttet husdyrgødning skal reduceres med 6 pct. for at opnå den ønskede normsænkning¹⁶. Ved hjælp af iterative beregninger med ESMERALDA er det nu muligt at finde frem til en 'skygge'-afgiftssats på kvælstofgødning på ca. 28 pct., som fører til netop denne reduktion i det samlede gødningsomkostning.

Korrektion for kombinationen af det skærpede krav til udnyttelsesgrad og de reducerede gødningsnormer kan altså approksimeres ved en 28 pct. afgift på kvælstof i handelsgødning.

Resultatet af øksercitsen fremgår af tabel 6.4. De reducerede kvælstofnormer indebærer generelt et fald i kvælstofintensiteten, og faldet er størst i vinterkorn og kartofler. Tallene viser den samlede effektive kvælstoftildeling, dvs. summen af kvælstof i handelsgødning og udnyttet kvælstof i husdyrgødning.

Da udnyttelsesgraden for kvælstof i husdyrgødning samtidig forudsættes øget, vil faldet i tildelingen af handelsgødningskvælstof i de forskellige afgrøder være større end faldene indikeret i tabel 6.4.

¹⁶ Værdien af kvælstofreduktionen i forhold til den samlede imputerede gødningsomkostning (handelsgødning plus værdi af næringsstoffer i husdyrgødning) beregnes som forholdet mellem den standardiserede gødningsomkostning til kvælstof, fosfor og kalium i henhold til normerne (Landbrugets Rådgivningscenter, 1995) både før og efter normstramningerne, idet der regnes med 4,10 kr. pr. kg kvælstof, 8,25 kr. pr. kg fosfor og 2,60 kr. pr. kg kalium.

Tabel 6.4 Ændring i kvælstofintensiteten pr. ha ved skærpelsen af udnyttelsen af husdyrgødningen og reduktionen i gødningsnormen (ESMERALDA)

	1995-landbruget	1995-landbruget ved fuld implementering af <i>Vandmiljøplan II</i>
	----- Indeks. Referencescenarium = 100 -----	
Vinterkorn	114	100
Vårkorn	112	100
Vinterraps incl. non food	106	100
Vårraps incl. Non food	106	100
Bælgsæd incl. Konservesærter	-	-
Handelsroer	109	100
Kartofler	115	100
Foderroer	108	100
Græs- og kløvergræsmark i omdrift	108	100
Græs uden for omdrift	106	100
Brak i omdrift	-	-
Brak uden for omdrift	-	-

Et problem ved at approksimere den kombinerede effekt af kravene om en højere udnyttelse af husdyrgødning og reducerede kvælstofnormer i planteproduktionen ved hjælp af den nævnte 'skygge'-afgiftsmetode på basis af nationale gennemsnitstal er, at mens en egentlig afgift rammer alle producenter med den samme sats, så er dette ikke tilfældet med de kvantitative reguleringer. Dette er illustreret i omstående tabel 6.5, hvor det normerede forbrug af handelsgødningskvælstof er estimeret for gennemsnitlige brugstyper.

Tabel 6.5 Normerede forbrug af handelsgødningskvælstof fordelt på bedriftstyper før og efter indfrielse af Vandmiljøplan II's krav om øget udnyttelse af husdyrgødning og 10 pct. stramning af gødningsnormen (landbrugsaktiviteter efter Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut (1996) og normtal efter Landbrugets Rådgivningscenter (1995))

	Planteavlbrug	Kvægbrug	Svinebrug	Deltidsbrug
	----- stk. -----			
Antal brug	5 656	14 655	8 744	36 937
Arealanvendelse	----- ha -----			
Vårbyg	24,4	12,2	15,6	4,5
Vinterbyg	4,7	1,4	6,8	0,9
Hvede	32,0	4,8	20,3	5,9
Ærter	3,8	1,2	2,7	0,4
Raps incl. non food	6,8	0,6	4,7	0,7
Kartofler	4,2	0,6	1,0	0,4
Sukkerroer	6,3	0,5	1,2	0,7
Foderroer	0,0	3,4	0,1	0,0
Græs i omdrift	0,6	11,4	0,5	0,1
Græs uden for omdrift	2,0	6,6	1,6	0,3
Helsæd	0,3	8,9	0,3	0,1
Brak	13,2	4,0	7,9	1,4
Husdyrhold	----- antal dyr -----			
Malkekøer	0,7	46,1	1,1	0,2
Ammekøer	3,1	2,0	1,1	1,4
Kvier og kviekalve	3,4	51,1	2,3	1,5
Tyre, stude og tyrekalve	6,0	20,7	1,9	2,7
Avlssvin	3,1	1,2	111,8	1,1
Andre svin	68,2	35,4	975	17,3
	----- kg effektiv N bedrift ¹ -----			
Normeret forbrug af N-handelsgødning				
- før effektivering af tiltag	11 689	4 024	2 337	1 834
- efter effektivering af tiltag	10 326	2 348	402	1 584
Procentuel reduktion	- 12	- 42	- 83	- 14

Den nødvendige reduktion i forbruget af handelsgødningskvælstof på en gennemsnitlig plantebedrift er således kun 12 pct., mens en gennemsnitlig svineproducent må reducere sit forbrug af handelsgødningskvælstof med hele 83 pct. Sådanne forskelle i 'skygge'-afgifter på tværs af driftsformer, samt det forhold at afgrødesammensætningen varierer over driftsformerne, medfører at den anvendte gennemsnitsbetragtning ved beregning af den ækvivalerende 'skygge'-afgift kan være behæftet med usikkerhed eller evt. fejl. Fx er hvede og sukkerroer relativt stærkt repræsenteret på plantebrug, som ikke afgiftsbelægges så hårdt, mens vinterbyg er relativt stærkt repræsenteret på svinebrug, som netop rammes hårdt. Der kan derfor være tale om, at gennemsnitsbetragtningen overvurderer effekterne for gødningsforbruget i hvede og sukkerroer, men undervurderer effekterne for vinterbyg. Ligeledes tager metoden heller ikke højde for regionale forskelle i stramningernes virkninger.

Referencer

- Andersen, J.M. (1999): Estimeringen af emissionen af metan og lattergas fra landbruget. Baseret på IPCC's estimationsmetode. Arbejdsrapport fra DMU nr. 116. Danmarks Miljøundersøgelser (under udarbejdelse).
- Andersen, J.M., Wier, M., Hasler, B. og Bruun, H.G. (1998): Landbrugsscenarier - integreret miljøøkonomisk modelanvendelse. Faglig rapport fra DMU nr. 257. Danmarks Miljøundersøgelser.
- Asman, W.A.H. (1990): Atmosfærisk ammoniak og ammonium i Danmark, Npo-forskning fra Miljøstyrelsen nr. A18. Miljøstyrelsen.
- Asman, W.A.H. og van Jaarsveld (1992): A variable-resolution transport model applied for NH_x in Europe. *Atmospheric Environment* 26A: 445-464.
- Bak, J., Tybirk, K., Gundersen, P. Jensen, J., Conley, D. & Hertel, O. (1999): Natur- og miljøeffekter af ammoniak, Ammoniakfordampning - redegørelse nr. 3. DJF/DMU. Danmarks JordbrugsForskning.
- Bie, T., Danmarks Statistik (1999): Pers. medd.
- Conley, D.J. and A.B. Josefson (1999): Hypoxia, nutrient management and restoration in Danish waters. In: *Effects of Hypoxia on Living Resources, with Emphasis on the Northern Gulf of Mexico*, Rabalais, N.N. and R.E. Turner (eds.).
- Dam, P.U. (red) (1996): ADAM – En model af dansk økonomi, Marts 1995. Danmarks Statistik, København.
- Danmarks Statistik (1996): Landbrugsstatistik 1995.
- Diaz, R.J. and R. Rosenberg (1995): Marine benthic hypoxia: A review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 33: 245-303.
- DHI (1992): MIKE 12. General reference manual. User Manual.
- DHI (1995): MIKE 11. A Microcomputer Based modelling System for Rivers and Channels. User Manual.
- Ellerman, T., Hertel, O., Skov, H. og Manscher, O.H. (1996): Atmosfærisk deposition. Målemetoder og modelberegninger. Faglig rapport fra DMU nr. 174. Danmarks Miljøundersøgelser.
- EMEP (1998): Transboundary acidifying air pollution in Europe. EMEP/MSC-W 1/1998, Part 1 and part 2, Norwegian Meteorological Institute.
- Hertel, O., Christensen, J., Runge, E.H., Asman, W.A.H., Berkowicz, R. Hovmand, H.F. and Hov, Ø. (1995): Development and Testing of a Variable Scale Air Pollution Model - ACDEP. *Atmospheric Environment*, 29(11): 1297 - 1290.

IPCC (1997): Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3.

Jensen, J.D. (1996): An Applied Econometric Sector Model for Danish Agriculture (ESME-RALDA). Rapport nr. 90. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut.

Landbrugets Rådgivningscenter (red.) (1995): Håndbog for driftsplanlægning 1995-96. Landbrugets InformationsKontor.

Landbrugsministeriet (1991): Bæredygtigt Landbrug. En teknisk redegørelse. Landbrugsministeriet.

Landbrugsrådet (1999): Rådnyt om EU nr. 3. 1999. Landbrugsrådet.

Landesamt für Umwelt und Natur (1998): Pers. medd.

Markager, S., T.G. Nielsen, J. Carstensen, D. Conley, K. Dahl, J. Hansen, P. Henriksen, A. Josefson, M.M. Larsen, B. Pedersen, B. Rasmussen, J. Strand, G. Ærtebjerg, H. Fossing, J.S. Lauersen, O. Hertel, H. Skov, L.M. Svendsen (1999): Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1998. Marine områder. Status over miljøtilstanden i 1998. Faglig rapport fra DMU, nr. XXX. Danmarks Miljøundersøgelser (under trykning).

Melgaard, P.P. (1999): Notat vedrørende konsekvenser for dansk landbrug af Agenda 2000 for den fælles landbrugspolitik i følge beslutning af Det Europæiske Råd den 25. marts 1999. Notat. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut.

Miljøstyrelsen (1997): Vandmiljø-96, Redegørelse for Miljøstyrelsen nr. 3. Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen (1998): Aftale vedrørende Vandmiljøplan II af 17. februar 1998.

Naturvårdsverket (1998): Pers. medd.

Paaby, H., Møller, F., Skop, E., Jensen, J.J., Hasler, B., Bruun, H.G. og Asman, W.A.H. (1996): Omkostninger ved reduktion af næringsstofbelastningen af havområderne. - Metode, model, analyse. Faglig rapport fra DMU nr. 165. Danmarks Miljøundersøgelser.

Schou, J.S., Sørensen, P.B. og Andersen, J.M. (2000): Koblingen af Pesticidmodellerne til ESME-RALDA / NP-modellen. Faglig rapport fra DMU nr. XXX. Danmarks Miljøundersøgelser (under udarbejdelse).

Sehested Hansen, I.; DHI (1998): Pers. medd.

Sehested Hansen, I., Ærtebjerg, G., Richardson, K. og Pedersen, F.B. (1994): Kvælstofreduktioners effekt på iltforhold i indre danske farvande. Havforskning fra Miljøstyrelsen nr. 29. Miljøstyrelsen.

Seiler, F.A. and Alvarez, J.L. (1996): On the selection of Distributions for Stochastic Variables. Risk Analysis, Vol. 16, No. 1.

Skov, H., Ellerman, T., Hertel, O., Mancher, O.H. og Frohn, L.M. (1996): Atmosfærisk deposition af kvælstof. Faglig rapport fra DMU nr. 173. Danmarks Miljøundersøgelser.

Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut (1996): Landbrugsregnskabsstatistik 1995/96. Serie A nr. 80.

Walter-Jørgensen, Aa., Brask, B. og Melgaard, P. (1992): Dansk svineproduktion i international belysning. Rapport nr. 67. Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut.

[Tom side]

Danmarks Miljøundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser - DMU - er en forskningsinstitution i Miljø- og Energiministeriet. DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning indenfor natur og miljø.

Henvendelser kan rettes til:

URL: <http://www.dmu.dk>

Danmarks Miljøundersøgelser
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 46 30 12 00
Fax: 46 30 11 14

Direktion og Sekretariat
Forsknings- og Udviklingssektion
Afd. for Atmosfærisk Miljø
Afd. for Havmiljø og Mikrobiologi
Afd. for Miljøkemi
Afd. for Systemanalyse
Afd. for Arktisk Miljø

Danmarks Miljøundersøgelser
Vejsøvej 25
Postboks 314
8600 Silkeborg
Tlf.: 89 20 14 00
Fax: 89 20 14 14

Afd. for Sø- og Fjordøkologi
Afd. for Terrestrisk Økologi
Afd. for Vandløbsøkologi

Danmarks Miljøundersøgelser
Grenåvej 12, Kalø
8410 Rønde
Tlf.: 89 20 17 00
Fax: 89 20 15 14

Afd. for Landskabsøkologi
Afd. for Kystzoneøkologi

Publikationer:

DMU udgiver faglige rapporter, tekniske anvisninger, temarapporter, samt årsberetninger. Et katalog over DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter er tilgængeligt via World Wide Web.

I årsberetningen findes en oversigt over det pågældende års publikationer.

Faglige rapporter fra DMU/NERI Technical Reports

1999

- Nr. 284: Anskydning af vildt. Status for undersøgelser 1999. Af Noer, H., Hartmann, P., Christensen, T.K., Kanstrup, N. & Hansen, E.B. 61 s., 80,00 kr.
- Nr. 285: Naturkvalitet - kriterier og metodeudvikling. Af Nygaard, B., Mark, S., Baattrup-Pedersen, A., Dahl, K., Ejrnæs, R., Fredshavn, J., Hansen, J., Lawesson, J., Münier, B., Møller, P.F., Risager, M., Rune, F., Skriver, J., Søndergaard, M. 116 s., 130,00 kr.
- Nr. 286: Chlorerede, phosphorholdige og andre pesticider i drikkevand. Metodeafprøvning. Af Nyeland, B. & Kvamm, B.L. 323 s., 150,00 kr.
- Nr. 287: The Danish CORINAIR Inventories. Time Series 1975-1996 of Emissions to the Atmosphere. By Winther, M., Illerup, J.B., Fenhann, J. & Kilde, N. 81 pp., 100,00 DDK.
- Nr. 288: Mere og bedre natur i landbrugslandet - dokumenteret grundlag for en ekstra indsats. Reddersen, J., Tybirk, K., Halberg, N. & Jensen, J. 109 s., 120,00 kr.
- Nr. 289: Atmosfærisk deposition af kvælstof 1998. NOVA 2003. Af Skov, H., Hertel, O., Ellermann, T., Skjødt, C.A. & Heidam, N.Z. 102 s., 110,00 kr.
- Nr. 290: Marine områder - Status over miljøtilstanden i 1998. NOVA 2003. Af Markager, S. et al. 161 s., 150,00 kr.
- Nr. 291: Søer 1998. NOVA 2003. Af Jensen, J.P., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Lauridsen, T.L. & Sortkjær, L. 106 s., 125,00 kr.
- Nr. 292: Vandløb og kilder 1998. NOVA 2003. Af Bøgestrand, J. (red.) 130 s., 150,00 kr.
- Nr. 293: Landovervågningsoplande 1998. NOVA 2003. Af Grant, R. et al. 152 s., 150,00 kr.
- Nr. 294: Bilparkmodel. Beregning af udvikling og emissioner. ALTRANS. Af Kveiborg, O. 84 s., 75,00 kr.
- Nr. 295: Kvalitetsparametre for haglammunition. En undersøgelse af spredning og indtrængningsevne som funktion af haglenes størrelse og form. Af Hartmann, P., Kanstrup, N., Asferg, T. & Fredshavn, J. 34 s., 40,00 kr.
- Nr. 296: The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Report for 1998. By Kemp, K. & Palmgren, F. (in press).
- Nr. 297: Preservatives in Skin Creams. Analytical Chemical Control of Chemical Substances and Chemical Preparations. By Rastogi, S.C., Jensen, G.H., Petersen, M.R. & Worsøe, I.M. 70 pp., 50,00 DKK.
- Nr. 298: Methyl t-Butylether (MTBE) i drikkevand. Metodeafprøvning. Af Nyeland, B., Kvamm, B.L. (i trykken).
- Nr. 299: Blykontaminering af grønlandske fugle - en undersøgelse af polarlomvie til belysning af human eksponering med bly som følge af anvendelse af blyhagl. Af Johansen, P., Asmund, G. & Riget, F.F. (i trykken).
- Nr. 300: Kragefugle i et dansk kulturlandskab. Feltundersøgelser 1997-99. Af Hammershøj, M., Prang, A. & Asferg, T. 31 s., 40,00 kr.
- Nr. 301: Emissionsfaktorer for tungmetaller 1990-1996. Af Illerup, J.B., Geertinger, A., Hoffmann, L. & Christiansen, K. (i trykken)
- Nr. 302: Pesticider 1 i overfladevand. Metodeafprøvning. Af Nyeland, B. & Kvamm, B.L. (i trykken).
- Nr. 303: Ecological Risk Assessment of Genetically Modified Higher Plants (GMHP). Identification of Data Needs. By Kjær, C., Damgaard, C., Kjellsson, G., Strandberg, B. & Strandberg, M. (in press).
- Nr. 304: Overvågning af fugle, sæler og planter 1998-99, med resultater fra feltstationerne. Af Laursen, K. (red.) (i trykken).
- Nr. 305: Interkalibrering omkring bestemmelse af imposex- og intersexstadier i marine snegle. Resultat af workshop afholdt den 30.-31. marts 1999 af Det Marine Fagdatacenter. Af Strand, J. & Dahl, K. (i trykken).
- Nr. 306: Mercury in Soap in Tanzania. By Glahder, C.M., Appel, P.W.U. & Asmund, G. (in press).

2000

- Nr. 307: Cadmium Toxicity to Ringed Seals (*Phoca hispida*). An Epidemiological Study of possible Cadmium Induced Nephropathy and Osteodystrophy in Ringed Seals from Qaanaaq in Northwest Greenland. By Sonne-Hansen, C., Dietz, R., Leifsson, P.S., Hyldstrup, L. & Riget, F.F. (in press)

Rapporten bidrager til belysningen af de økonomiske og miljømæssige konsekvenser af markedsordningerne i EU's landbrugsreform - Agenda 2000. Reformen er planlagt fuldt ud gennemført i år 2006, og til den tid forventes Vandmiljøplan II at være fuldt ud implementeret (år 2003). Følgelig er effekterne af reformen relateret til den miljøbelastning, som forventes at gøre sig gældende i år 2003 under forudsætning af, at produktionsniveauet og -sammensætningen svarer til 1995-landbruget. De miljømæssige konsekvenser, som er afgrænset til N-deposition på landjord, N-belastning af havområder, ændringer i iltkoncentrationen i de indre danske farvande samt emissionen af metan og lattergas, er estimeret via en række modeller udviklet og vedligeholdt af DMU. De landbrugsøkonomiske og samfundsøkonomiske konsekvenser er estimeret via hhv. ESMERALDA (udviklet og vedligeholdt af Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske Institut) og ADAM (udviklet og vedligeholdt af Danmarks Statistik).

Miljø- og Energiministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser

ISBN 87-7772-525-5
ISSN 0905-815X