

Biomasse til energiformål - et strategisk oplæg



Udarbejdet af en tværfaglig arbejdsgruppe

Bruno Sander Nielsen
Søren Espersen
Jens Bo Holm Nielsen
Poul Ravnsbæk
Michael Parsby
Jørgen Boldt

Projektledelse i Teknologinævnets sekretariat:

Kristian Nyholm og Lars Klüver
TeknologiNævnets rapporter 1994/4

Indhold

[Teknologinævnets forord](#)

[Arbejdsgruppens forord](#)

Del I

En strategisk tilgang til biomasse-energi

Denne del af rapporten diskuterer udviklingstendenser, barrierer og handlingsmuligheder. Den har form af et oplæg til en langsigtet biomasse-strategi.

Et bud på den fremtidige arealanvendelse

Indfasning af biomassen

Mobiliseringsfasen

Vidensindsamling og fjernelse af barrierer

Den strategiske fase

Evaluér, sæt mål og beslut

Integrationsfasen

Industrielle råstoffer i første række

Del II

Statusnotater for energi, jordbrug og natur/miljø

De tre notater gennemgår de væsentligste biomasseaspekter indenfor hver af de tre sektorer. Notaterne tilstræber at give et nuanceret billede af den eksisterende viden og de punkter, der står til diskussion.

Energi

Jordbrug

Natur & miljø

[Referencer og noter](#)

Teknologinævnets forord

Da Teknologinævnet i 1993 besluttede at igangsætte et projekt om "Biomasse til energiformål", var udgangspunktet, at der var mange målsætninger, mange hensigtserklæringer, mange interesser på spil. En enighed om, hvornår og hvordan biomassen skulle udnyttes, syntes ikke at være på vej.

Teknologinævnet ønskede at få vurderet området ud fra et helhedssyn, hvor både hensyn til energiforsyningen, jordbruget, livsvilkår i landområderne, fritidsliv, natur og miljø indgik.

Vurderingen er blevet til i en tværfaglig arbejdsgruppe, som siden september 1993 har afholdt jævnlige arbejds møder. Arbejdsgruppen har bestået af:

- * Bruno Sander Nielsen, Landbrugsrådet
- * Søren Espersen, kultursociolog, konsulent
- * Jens Bo Holm Nielsen, Sydjysk Universitetscenter
- * Poul Ravnsbæk, Skov- og Naturstyrelsen
- * Michael Parsby, Statens Jordbrugsøkonomiske Institut
- * Jørgen Boldt, Energistyrelsen.

I Teknologinævnets sekretariat har Kristian Nyholm været projektkonsulent og Lars Klüver har været projektleder.

I marts 1994 arrangerede gruppen et ekspertseminar, hvor 25 eksperter fra forskellige sektorer debatterede biomasse-energi på grundlag af en foreløbig rapport fra arbejdsgruppen.

Resultatet af denne proces er et konstruktivt oplæg til en biomasse-strategi, som har sin styrke ved at sigte et godt stykke ind i fremtiden. Det er Teknologinævnets håb, at oplægget vil blive positivt modtaget og at det vil sætte sit præg på fremtidens udnyttelse af biomasse-ressourcerne.

Teknologinævnet ønsker at takke arbejdsgruppen for dens kæmpemæssige indsats. Der skal også rettes en tak til de eksperter, som arbejdsgruppens medlemmer har trukket på, blandt andet på ekspertseminaret.

Teknologinævnet

Oktober 1994

Arbejdsgruppens forord

Udviklingen har ikke stået stille, mens dette projekt har kørt. Siden igangsættelsen af projektet har regeringen nedsat to tværministerielle arbejdsgrupper, som har set på henholdsvis flydende biobrændsler og biomasse til energiformål. Dette arbejde resulterede i rapporter "Kortlægning af virkningerne ved anvendelse af energiafgrøder" og "Bio-motorbrændstoffer, et oplæg til forsøgsprogram", begge udgivet af regeringen i september 1994.

Regeringens rapporter udpeger de umiddelbart, det vil sige på kort sigt, interessante anvendelser af biomassen. På den baggrund har nærværende rapport derfor sin styrke i at skitsere en langsigtet sammenhængende strategi for opbygning

af en avanceret anvendelse af biomasse-ressourcerne.

Tre af arbejdsgruppens medlemmer har deltaget i det tværministerielle arbejde. Det parallelle arbejde har både været fremmende og hæmmende for Teknologinævnets projekt.

Det har været fremmende i den forstand, at vi har kunnet koncentrere os om det langsigtede. Det har også været fremmende i kraft af, at visse del-resultater indgår i de tværministerielle rapporter og derfor allerede er blevet optaget i det ministerielle samarbejde.

Men eftersom der har været personsammenfald mellem de ministerielle arbejdsgrupper og Teknologinævnets arbejdsgruppe, har arbejdsbelastningen for nogle af gruppens deltagere været så stor, at det ikke har været praktisk muligt at lave hele rapporten i fællesskab.

Derfor har vi valgt at strukturere rapporten i to dele:

* Første del rummer et strategisk oplæg til udviklingen på biomasse-området. Denne del er skrevet af hele arbejdsgruppen i fællesskab.

* Anden del rummer 3 statusnotater for biomasse-aspekterne i henholdsvis energi, jordbrug og natur/miljø. Disse notater er skrevet af Bruno Sander Nielsen, Søren Espersen, Jens Bo Holm Nielsen og Kristian Nyholm på baggrund af diskussioner på et ekspertseminar i marts 1994 og i arbejdsgruppen.

Den 11.oktober 1994

Del I

En strategisk tilgang til biomasse-energi.

Et bud på den fremtidige arealanvendelse.

Indfasning af biomassen.

Mobiliseringsfasen.

Vidensindsamling og fjernelse af barrierer.

Den strategiske fase.

Evaluér, sæt mål og beslut.

Integrationsfasen.

Industrielle råstoffer i første række.

Anvendelse af biomasse i energiforsyningen er en kompliceret proces, som involverer store omstillinger i energisektoren og i jordbrugssektoren, og som får betydelig effekt for samfundsøkonomien.

Der er en del usikre momenter omkring anvendelse af biomasse til energiformål. Men til trods herfor, er der nogle væsentlige drivkræfter, som trækker i retning af, at en omstilling kan finde sted. De har at gøre med nogle politisk vigtige aspekter for energi, jordbrug, miljø, økonomi og beskæftigelse:

* Rigtigt forvaltet har biomasse-produktionen en positiv indvirkning på miljøet generelt, på dyrkningsarealerne og i energisektoren. CO₂-effekten af biomassen er et væsentligt positivt miljø-element.

* EU er som helhed stærkt afhængig af udefra kommende forsyning med fossile råstoffer. Der er derfor stor interesse for at gå ad veje, som kan lede til større selvforsyning.

* Der er et fortsat indkomstpres på jordbruget, som bl.a. medfører afvandring og arbejdsløshed i landdistrikterne. Dette forstærkes af EU's landbrugspolitik og GATT-aftalerne. Det er derfor politisk interessant at få igangsat aktiviteter i landdistrikterne.

* Biomasseproduktion til energisektoren er ifølge Kommissionen 3-6 gange mere arbejdsintensiv end fossil energi. I et Europa, hvor arbejdsløshed er et centralt problem, kan man ikke se bort fra en sådan effekt.

* Muligheder for eksport af teknologi og systemer, der er afprøvet på det danske marked, vil give danske virksomheder et nyt vækstområde og vil øge rentabiliteten af investeringerne.

En korrekt anvendelse af biomassen vil gavne miljøet, beskæftigelsen, jordbrugets udvikling og selvforsyningen på energiområdet.

Et bud på den fremtidige arealanvendelse

Folketingets Teknologinævn afholdt i marts 1994 et seminar med deltagelse af repræsentanter fra landbruget, skovbruget og energisektoren samt miljø- og naturinteresser. På seminaret opnåedes enighed om en mulig fremtidig anvendelse af Danmarks samlede arealer i lyset af de nuværende omstændigheder og de fremtidige muligheder. Resultatet afvejer såvel hensyn til produktionsinteresser som hensyn til natur og miljø. Det fremgår af nedenstående tabel.

Anvendelse	1995	2005	2025
Pløjejord fødevarer/foder	2290	2035	1770
Brak	220	150	0
Non-food en/flerårig	30	150	300
Vedvarende græs	200	325	450
Landbrug ialt	2740	2660	2520
Skov	500	550	650
Hegn, grøfter, markveje	113	123	133
Hede, klit, mose	200	205	210
Søer, vandløb	65	75	95
Bygninger i landzone	230	230	230
Byer, veje, sommerhuse	460	465	470
Totalt areal	4308	4308	4308

Tallene er i 1000 hektar og fremskriver de idag kendte tendenser.

Det forventes, at der i de kommende år vil ske en reduktion af landbrugsarealet til fordel for især skov, vedvarende græs og naturarealer, herunder søer og vandløb.

Landbrugsarealet rummer på kort sigt tre arealkategorier, nemlig arealer til traditionel produktion af fødevarer og foder, braklagte arealer samt arealer med non food afgrøder. Det må forventes, at braklægningen vil ophøre indenfor en årrække, hvorefter det samlede dyrkede areal vil blive anvendt til produktion af fødevarer, foder, energi, samt råvarer til brændstoffer og industriel anvendelse.

Det fremgår af tabellen, at egentlige non-food-arealer på et tidspunkt vil nå et omfang svarende til omkring 300.000 hektar. Biomassepotentialet vil derudover bestå af overskudsbiomasse og forskellige former for bi- og restprodukter.

På sigt er tabellen altså lidt misvisende, idet det må vurderes, at en egentlig dyrkning af energiafgrøder i stigende grad bliver afløst af en integreret produktion af biomasse til flere formål: fødevarer, foder, industrielle råvarer og energi. Tilsvarende vil skovbrugsproduktionen omfatte en integreret produktion af byggematerialer, møbler og træ til industriel og energimæssig anvendelse. Egentlige biomassearealer vil altså ikke kunne udskilles fra den øvrige produktion på lang sigt.

Energisektoren vil således et stykke ud i fremtiden få biomasse leveret via et flerstrengt forsyningsnet. Visse biomasseressourcer vil blive anvendt direkte i energisektoren. Andre vil i første omgang blive anvendt til industrielle produkter og brændstoffer. Restprodukter herfra vil sammen med effektivt udsorteret og indsamlet affald fra industri og husholdninger blive anvendt indenfor energisektoren.

Den nuværende restbiomasse (affald, husdyrgødning, halm og træflis), som kan anvendes til energi udgør ca. 125 PJ. Heraf anvendes idag knap 50 PJ og med kendte planer og aktiviteter forventes der omkring år 2005 anvendt ca. 75 PJ af denne restbiomasse. Dyrkning af ca. 300.000 ha med energiafgrøder vil øge mængden af biomasse til energiformål med ca. 50 PJ. Hertil kommer træ fra skovrejsning. Det vil sige, at biomasse til energiformål ialt kan komme til at udgøre i størrelsesordenen 200 PJ ud af et aktuelt nationalt energiforbrug på ca. 800 PJ.

Imidlertid er hverken teknologien, organiseringen, miljøforholdene eller økonomien på plads, så biomasseudnyttelsen kan udvides i væsentligt omfang udover Biomasseaftalen. I det følgende gennemgås nogle udviklingstendenser og -behov, som er synlige på nuværende tidspunkt. Udviklingsmulighederne støder imidlertid på barrierer, som det vil blive forsøgt at anvise nogle handlingsmuligheder overfor.

Jordbruget, miljøinteresserne og aftagerne af biomasse har forskellige behov og interesser med hensyn til produktion og anvendelse af biomasse. En afvejning mellem disse interesser forudsætter et større vidensgrundlag.

Indfasning af biomasse

Fremtidens anvendelse af biomasseressourcerne kan lægges strategisk an, så der tages hensyn til alle væsentlige faktorer, herunder miljø, natur, energiforsyning, jordbrug og økonomi. En sådan strategisk tilrettelagt udvikling i anvendelse af biomassen kan opdeles i 3 faser:

* **Mobiliseringsfasen.** På kort sigt, hvilket vil sige frem mod år 2000, skal der ske en mobilisering i den forstand, at der gennemføres udviklingsaktiviteter og demonstrationsprojekter til belysning og overvindelse af de tekniske, økonomiske og miljømæssige barrierer.

* **Den strategiske fase.** I slutningen af mobiliseringsfasen dvs. inden årtusindskiftet, bør der ske en strategisk prioritering af biomasse-produktionen og anvendelsen, således at investeringerne placeres, hvor de giver bedst økonomisk, beskæftigelses- og miljømæssigt afkast.

* **Integrationsfasen.** På lang sigt, hvilket formentlig handler om en udvikling, der rækker ud over de næste 20 år, vil det være sandsynligt, at dyrkningsarealerne bliver så værdifulde på grund af behovet for raffinerbare råstoffer til industri og transportsektor, at afgrøderne i betydeligt omfang vil blive anvendt til flersidige formålformål. Derfor må der allerede nu tages højde for, at biomassen i stigende grad først udnyttes som råstoffer for industrivarer, inden "biomassen" via et effektivt indsamlingsnet udnyttes til energiproduktion.

Der er tale om en glidende overgang mellem de tre faser, da beslutningsgrundlaget på forskellige områder vil være tilvejebragt på forskellige tidspunkter.

En række demonstrationsprojekter kan allerede nu igangsættes. Men noget haster naturligvis mere end andet. Og noget vil blive nemmere at gennemføre end andet. I begyndelsen vil det, ud fra økonomiske, jordbrugs- og miljømæssige synsvinkler, være hensigtsmæssigt med nogle forholdsvis "primitive" anvendelser af biomassen, såsom direkte

forbrænding, indtil mere højteknologiske og integrerede anvendelser er på plads.

Skuer man et godt stykke ind i næste århundrede, tegner der sig et billede af biomassen som en vigtig ressource, der bør forvaltes optimalt. På det tidspunkt vil der ikke være råd til primitive løsninger. Derfor er det vigtigt allerede nu at forberede sig på, at biomassen skal bidrage til at dække et meget bredt spektrum af behov. Det kan gøres gennem en vel tilrettelagt forsknings- og udviklingsindsats, kombineret med langsigtet strategisk tænkning. Og ved at sørge for, at nutiden ikke spænder ben for fremtiden.

Mobiliseringsfasen: Vidensindsamling og fjernelse af barrierer

Der mangler viden på biomasseområdet. Det drejer sig om teknisk og naturvidenskabelig viden, som gør det muligt at konstruere energi- og forædlingsanlæg og at vælge de rette afgrøder og produktionsmetoder.

Men det drejer sig også om at etablere rammer, der giver mulighed for et udvidet samarbejde mellem jordbruget og energiselskaber samt miljømyndigheder om yderligere at fremme biomasseenergi.

En væsentlig barriere for øget anvendelse af biomasse bunder i prisrelationerne mellem fossil energi og biomasse samt i afgiftsstrukturen.

Etablering af demonstrationsprojekter

På kort sigt, hvilket vil sige inden årtusindskiftet, er det vigtigt at udvikle metoder og teknologi, der spænder fra dyrkning over logistik til anvendelse. Denne udvikling bør fremmes gennem klart definerede forsknings- og udviklingsprojekter, herunder såvel udredninger som demonstrationsprojekter.

Biomasseaftalen af 14. juni 1993 lægger op til en løsning af de teknologiske problemer ved anvendelsen af eksisterende biomasse som halm og træflis i store kraftværker. Biomasseaftalen understøtter endvidere udviklingen på biogasområdet.

Der er i dag ikke besluttet tilstrækkelige initiativer til at sikre, at CO₂-målsætningen nås i år 2005. En nærliggende mulighed for at nå målet vil være at lade yderligere biomasse, udover Biomasseaftalens omfang, fortrænge fossile brændsler, for eksempel inden for elproduktion og/eller transport.

Det er derfor vigtigt, at der via demonstrationsprojekter skaffes et tilstrækkeligt vidensgrundlag til, at beslutningstagerne kan prioritere mellem anvendelsesmåder, afgrødetyper, samt dyrkningsformer og -arealer.

I samspil med teknologiudviklingen i forbindelse med Biomasseaftalen og andre udviklingsprogrammer er der derfor behov for en øget viden om produktion og anvendelse af forskellige typer af biomasse. Der er behov for forøget viden om følgende projektområder:

Anvendelse

1. Forgasning
2. Forbrænding af energiafgrøder
3. Flydende brændstoffer

Dyrkning

4. Dyrkning af energiafgrøder
- 5 CO₂ lagereffekt ved skovrejsning

Overordnede forhold

6. Reduktion af drivhusgasser og andre emissioner

7. Drift- og samfundsøkonomi

8. Hensyn til natur, miljø, landskab, friluftsliv og lokalsamfund.

9. Logistik og aftaleformer for leverancer

Anvendelse

Der er behov for at igangsætte udviklingsarbejde og vurderinger indenfor især tre teknologiområder.

Projektområde 1:

Forgasning af forskellige typer af biomasse (pil, elefantgræs, træflis, halm, korn mv.) og anvendelsesmuligheder for forgasningsprodukterne.

Forgasning vil være en attraktiv forbehandling af biomassen, hvis den kan gennemføres uden uacceptable tab af nettoenergiindhold, give et gasprodukt af høj kvalitet, være fleksibel, hvad angår kravene til biomassens karakter, og hvis den ikke medfører uacceptable miljøproblemer. Kan disse krav tilfredsstilles, er der meget, der taler for, at forgasning vil være et elegant element i biomasse-udnyttelsen.

Foruden at gassen vil kunne anvendes i kraft/varmeværker, vil den på lang sigt evt. kunne indgå i transportsektoren og dermed bidrage til opfyldelse af dens CO₂ reduktionsmål. På længere sigt vil gassen formentlig kunne indgå som udgangspunkt for raffinering med henblik på produktion af industrielle råstoffer.

Det bør i demonstrationsforsøg blandt andet undersøges, om der bør etableres forgasningsanlæg, som producerer gas til distribution gennem det eksisterende naturgasnet. Fordelene ved en sådan løsning vil være uafhængighed af den geografiske fordeling af hhv. biomasseressourcerne og de energi- og produktionsanlæg, som skal anvende gassen. Løsningen vil tillige på længere sigt muliggøre en videreudnyttelse af naturgasnettet.

På grund af de muligheder for integreret biomasseanvendelse, som gassen på lang sigt skal sikre, er det vigtigt, at demonstrationsprojekterne ikke alene gennemføres af kraftvarmeværkerne. Der er behov for, at der på et tidligt tidspunkt inddrages ekspertise inden for raffinering og kemisk industri for at sikre, at der tages højde for gassens fremtidige anvendelsesmuligheder.

Projektområde 2:

Forbrænding af energiafgrøder.

Anvendelse af energiafgrøder i kulfyrede værker er en af de biomasseanvendelser, der giver mest CO₂-fortrængning. Det vil derfor være attraktivt at erstatte kul med biomasse.

I begyndelsen vil det dreje sig om udtyndingstræ, halm og energiafgrøder, såsom helsæd og pil. Men efterhånden i stigende grad bi- og restprodukter i forbindelse med integrerede produktioner.

Det er nødvendigt at undersøge de fyringstekniske muligheder i energiafgrøderne, herunder om de fyringstekniske problemer kan reduceres gennem dyrkningspraksis. Endvidere må investeringsbehovet på værkerne vurderes.

Skal fordelene ved at udnytte ressourcerne i de kommende år udnyttes, har disse undersøgelser hastekarakter. Det vil derfor være naturligt at begynde med de afgrøder, der udover Biomasseaftalen - korn og flis - tilsyneladende rummer færrest problemer.

Projektområde 3:

Flydende brændstoffer til transportsektoren.

Det danske persontransportarbejde forventes at stige med 25% i perioden 1990 til 2005. I samme periode vil godstransporten stige med 40%. Ud over de besparelser og den effektivisering i transportsektoren, som nødvendiggøres af denne udvikling, er det vigtigt at undersøge perspektiverne ved anvendelse af biomasse indenfor transportsektoren.

Rapsoliemethylester og ethanol ud fra stivelse og roer kan produceres på kommercielt tilgængelige anlæg, men produktionsprisen er højere end for de fossile brændstoffer.

Der er imidlertid mulighed for en ganske betydelig forbedring af specielt ethanolproduktionen gennem udvikling af ny proces teknologi. Råvaregrundlaget kan udvides til halm, pil, træ, helsæd og procesenergiforbruget kan reduceres. Herigennem forventes produktionsomkostningerne at kunne reduceres væsentligt i forhold til de nuværende vurderinger, hvorved CO₂ fortrængningsomkostningen vil reduceres.

Ethanolproduktion kan kombineres med produktion af højværdi produkter til fødevarer, foder og industriel anvendelse. Restprodukter kan anvendes til energiformål. Herigennem er der mulighed for at opnå en samlet optimal værditilvækst for biomassen.

Dyrkning

Dyrkning af non-food afgrøder og afgrøder til integreret produktion rummer en række uløste problemstillinger.

Projektområde 4:

Dyrkning af energiafgrøder

Valg af afgrødetype (enårige, flerårige, skov), dyrkningsform og dyrkningsareal har konsekvenser ikke alene for anvendelsen, men også for dyrkningsøkonomi, miljøforhold, investeringsbehov, udnyttelse af eksisterende kapacitet, beskæftigelseseffekt, m.m.

Der er behov for at iværksætte forsøg med dyrkning af forskellige afgrødetyper. Der bør stiles mod udvikling af dyrkningsformer, der sikrer en optimal værditilvækst under hensyn til miljømæssige forhold. Dyrkningsformerne bør både tage højde for anvendelse til energi og til integrerede anvendelser.

Endvidere må det gennem afgrødevalg, dyrkningsform, forædling, m.v. sikres, at afgrødernes egenskaber og kvalitet svarer til aftagernes behov og krav samt ikke mindst, at produktionsomkostningerne reduceres.

Projektområde 5:

Hvordan og i hvilken grad CO₂-lagereffekten ved skovrejsning kan fremmes.

Den besluttede skovrejsning vil hjælpe på opfyldelsen af CO₂-målene gennem CO₂ akkumulering og gennem CO₂ fortrængning ved anvendelse af udtyndingstræ. Det gælder også ved gentilplantning i eksisterende skove.

Konsekvenserne for CO₂-akkumuleringen og for gavntre-kvaliteten, hvis driften tilrettelægges, så CO₂-effekten optimeres, udgør et særligt undersøgelsesfelt.

Omkostningerne ved en fremskyndet skovrejsning bør sammenlignes med, hvad det ville koste at opnå CO₂-reduktionen ad anden vej.

Overordnede forhold

Vurderingen af de forskellige former for produktion og anvendelse af biomasse skal indeholde en række forhold:

- * effekt på reduktion af drivhusgasser og andre emissioner
- * drifts- og samfundsøkonomi samt beskæftigelse
- * hensyn til natur, miljø, lokalsamfund, landskab og friluftsliv.
- * logistik og aftaleformer ved leverance af biomasse

Disse forhold skal dels belyses gennem selvstændige undersøgelser, dels i forbindelse med gennemførelsen af demonstrationsprojekter.

Projektområde 6:

Effekt på reduktion af drivhusgasser og andre emissioner

Der er behov for at etablere et beslutningsgrundlag, der inddrager alle miljøeffekter, der vedrører drivhuseffekten og andre emissioner. Forskellige produktionsformer og anvendelser af biomasse bør derfor sammenlignes ud fra standardiserede livscyklus-vurderinger.

Produktion og anvendelse af biomasse bør fastlægges på baggrund af livscyklusanalyser med input/output regnskab således, at energieffektivitet, CO₂-effekt og effekt af andre emissioner optimeres samt at CO₂-reduktionsomkostninger minimeres.

Projektområde 7:

Drifts- og samfundsøkonomi samt beskæftigelse.

Der er ikke tilstrækkelig - og sammenlignelig - viden om de økonomiske konsekvenser af forskellige biomasseanvendelser.

Forhold omkring dyrkning, distribution, forbehandling, konvertering og slutanvendelse af biomassen kan udvise meget stor variation. Det omfatter konsekvenser for investering og afskrivning, driftsøkonomi og markedsvilkår i jordbruget og energisektoren. På samfundsniveau kan de samme forhold få betydning for miljøeffekt, beskæftigelse, handelsbalancen, statens indtægter mv.

Projektområde 8:

Hensyn til natur, miljø, landskab, friluftsliv og lokalsamfundet.

Det skal undersøges og sidenhen overvåges, hvordan der ved valg af areal, afgrøde og dyrkningsform kan tages hensyn til vandmiljø, grundvand, dyre- og plantelivet (biologisk mangfoldighed, økologisk risiko såsom uønsket spredning af nye arter), luftmiljøet (lattergas), landskabet (herunder kulturhistoriske elementer), friluftslivet (herunder turisme) og lokalsamfundene (aktivitet i landområderne).

Det skal kortlægges, hvorledes en biomasseproduktion kan indpasses i og reguleres af den gældende lovgivning og planlægning (Skovrejsningsområder og minusområder, Særlige følsomme landbrugsområder, EF's fuglebeskyttelsesområder mv.). Det bør endvidere undersøges, hvordan rest- og affaldsprodukter håndteres mest hensigtsmæssigt.

Projektområde 9:

Logistik og aftaleformer ved leverance af biomasse

Logistik omfatter håndtering og transport af biomasse fra dyrkning over høst til håndtering og anvendelse. Økonomien i biomasseanvendelse er bl.a betinget af optimering af denne logistik. Det bør derfor undersøges, hvorledes de samlede håndteringsomkostninger minimeres.

Energi-, industri- og transportsektorerne ønsker en garanti for, at biomassen vil være til stede - i det mindste i investeringsens afskrivningsperiode.

Tilsvarende vil land- og skovbruget have behov for en langsigtet afsætningsgaranti i forbindelse med flerårige energiafgrøder og ved skovdyrkning med integreret energiproduktion.

Demonstrationsprojekternes gennemførelse

Demonstrationsprojekterne skal gennemføres som selvstændige projekter. For at sikre sammenlignelighed og de ønskede synergieffekter skal der ske en koordination og stilles en række krav til indhold og gennemførelse, så ovennævnte overordnede forhold belyses.

Demonstrationsprojekterne bør derfor tilkobles følgeprojekter, som indsamler viden og erfaringer fra projekterne og præsenterer dem, så det er muligt at sammenligne de forskellige strategiers konsekvenser.

Demonstrationsprojekter skal kun gennemføres i det omfang, de vil give viden, der ikke kan tilvejebringes gennem udredninger eller ved vidensindsamling i udlandet.

Demonstrationsprojekterne skal gennemføres i en skala, der sikrer muligheden for at drage konklusioner med hensyn til teknologi, økonomi og miljøforhold ved en storskalaproduktion.

For at sikre, at resultaterne fra demonstrationsprojekterne bidrager til at realisere CO₂-målsætningen i år 2005, er det afgørende, at resultater fra projekterne formidles til andre aktører og bliver tilgængelig for en bredere offentlighed. Denne vidensopsamling og formidling er en offentlig opgave, der samtidig skal sikre, at igangsættelse og gennemførelse af demonstrationsprojekter baseres på projekternes faglige kvalitet og sandsynlighed for at opnå de forventede resultater.

Finansiering af demonstrationsprojekterne bør rumme flere elementer:

1. Direkte statslig finansiering af en centralt organiseret vidensopsamling og vidensudveksling mellem projekter, samt koordination og formidling af resultaterne. Dette kan f.eks. ske gennem Landbrugsministeriets non-food koordinationscenter eller Biomasseudvalget.
2. Det offentlige bør finansiere risikobetonede elementer af demonstrationsprojekterne og egentlig baggrundsforskning, som ikke kan knyttes til enkeltstående demonstrationsprojekter.
3. Privat medfinansiering er imidlertid nødvendig på de områder, der resulterer i faste produktionsfaciliteter. Herigennem sikres det, at demonstrationsprojekterne kun gennemføres, når muligheden for succes vurderes som reel af de parter, der senere skal leve af deres samarbejde.
4. På visse områder bør grundlæggende barrierer for udnyttelse af biomassen ryddes af vejen i forbindelse med, at demonstrationsprojekterne igangsættes. En væsentlig barriere er afgiftsstrukturen. Omfordeling af afgifter og subsidier - evt. forsøgsvis - så de er miljømæssigt begrundede, bør derfor være en del af demonstrationsprojekterne.

I en sådan demonstrationsperiode vil der være behov for, at alle parter investerer i, at biomassen på lang sigt anvendes

optimalt.

Energisektoren kan anvende demonstrationsperioden til at gøre sig parat til at modtage store mængder biomasse omkring årtusindskiftet. Sektoren bør således tage del i en udvikling, der går mod anvendelse af mange typer biomasse og dermed bidrager til den nødvendige fleksibilitet i systemet. Sektoren bør i den sammenhæng være åben overfor at udnytte sine unikke muligheder for at forhåndsfinansiere sine investeringer, til at være en drivende kraft i teknologiudviklingen. Denne udvikling bør sigte på både at løse de akutte behov for at få påbegyndt en storstilet anvendelse af biomasse og at etablere en mere raffineret og bredspektret teknologi, som kan fungere i den mere langsigtede udvikling.

Jordbruget skal bestræbe sig på at reducere produktionsomkostningerne og dermed prisen på biomasse til energiformål.

Inden for jordbruget må landbruget acceptere, at det i mobiliseringsfasen ikke er alle brakarealer, der kan anvendes til dyrkning af energiafgrøder, men at det kun kan foregå i et omfang, der modsvarer til demonstrationsprojekternes behov. Herudover vil der naturligvis fortsat kunne foregå en produktion af f.eks. non-food raps på gældende markedsvilkår, bl.a. af hensyn til harmoniproblemer. I den takt, projekterne giver basis for beslutninger om at iværksætte egentlig produktion, bør beslutningerne til gengæld tages hurtigt, da det af mange årsager er vigtigt at fastholde jordbrugsproduktionen.

Skovbruget må i tilknytning til demonstrations-projekterne være indstillet på - såvel ved gentilplantning som ved skovrejsning - at ændre kulturmetoderne, så CO₂-hensyn varetages så vidt muligt. Det kan måske være relevant at anvende flere træarter end traditionelt, så arter med kraftig ungdomsvækst, men lavere alderdomsvækst, bliver blandet med arter med det modsatte vækstmønster. Et større planteantal, så der sker en hurtigere dækning af hele arealet, vil formentlig også blive relevant.

Produktion og anvendelse af biomasse er et tværsektorielt projekt, der griber ind på områder, der allerede nu er dækket af diverse handlingsplaner og lovgivningsmæssige initiativer.

Rammebetingelserne for biomasseproduktionen må forventes at blive ændret i løbet af demonstrationsperioden og det er derfor nødvendigt, at projekterne tager højde for den forventede udvikling. Det er således sandsynligt, at der allerede inden årtusindskiftet stilles skærpede krav om hensyn til miljø, natur mv. ved anvendelsen af det åbne land. En mulig udvikling er, at disse krav vil blive uafhængige af anvendelsens art - om der f.eks. dyrkes non-food eller afgrøder med anden anvendelse - men i stedet vil følge arealernes beskaffenhed.

Det må forventes, at virkemidlerne på vandmiljø- og pesticidområderne vil blive revurderet og at der via regionplanlægningen vil blive udpeget områder, hvor der ønskes varetaget specielle hensyn. Som eksempler på denne udvikling kan nævnes skovrejsningsplanlægningen, EF's fuglebeskyttelsesområder, udpegningen af Særlige Følsomme Landbrugsområder og ophævelsen af Kystcirkulæret til lov. Hertil kommer Naturbeskyttelseslovens bestemmelser om fredninger, beskyttelseslinier og særlige naturtyper.

På energiområdet angiver Energi 2000 og Transporthandlingsplanen målsætningen for CO₂-reduktionen; på landbrugsområdet sætter Vandmiljøplanen og Pesticidhandlingsplanen de miljømæssige mål, mens Handlingsplan for Bæredygtigt Landbrug generelt angiver udviklingen mod et miljømæssigt og økonomisk bæredygtigt landbrug. I Handlingsplan for Landdistrikter behandles behovene og mulighederne for at skabe beskæftigelse og udvikling i de mindre lokalområder. Endelig sætter Naturbeskyttelsesloven retningslinjerne for naturbeskyttelse og naturgenopretning ikke mindst i forhold til den produktive landskabsanvendelse inden for jordbrugserhvervene.

Betydelige samfundsmæssige midler er sat af til opfyldelsen af disse handlingsplaner. Det er derfor væsentligt både af hensyn til planernes opfyldelse, men også af hensyn til den samfundsmæssige rentabilitet, at der skabes flest mulige synergieffekter mellem planerne gennem opbygning af et tværsektorielt samarbejde.

Demonstrationsprojekterne kan, rigtigt tilrettelagt, være med til at sikre, at sådanne synergieffekter indbygges i den fremtidige anvendelse af biomassen, så hensyn til f.eks. beskæftigelse, selvforsyning, eksport og miljø tilgodeses.

Retningslinier for dyrkning af energiafgrøder

På kort sigt vil energiafgrøder blive dyrket på udtagne arealer. Men på mellemlang sigt kan det forventes, at skillelinien mellem brak/ikke brak arealer vil blive udvisket. Produktionen af landbrugsprodukter vil ske som en integreret produktion af fødevarer, foder, industrielle råvarer og biomasse til energiformål. Indenfor skovbruget vil der tilsvarende være en integreret produktion af træ til byggesektoren, møbler, industri og energi.

I begyndelsen kan det være aktuelt at opstille retningslinier for dyrkning af energiafgrøder, som de kendes bl.a. fra USA og Sverige. Heri kunne det angives, hvordan der samtidig med en produktion tages flersidige hensyn til miljø, natur, landskab og friluftsliv.

Retningslinierne kan angive, hvordan flerårige energiafgrøder indplaceres i landskabet. De kan også indeholde anbefalinger med hensyn til anvendelse af gødning og plantebeskyttelse - f.eks. at man undlader at bruge visse plantebeskyttelsesmidler, samt at der på basis af forsøg fastlægges optimale gødningsbehov.

På længere sigt, i takt med at dyrkningen af egentlige energiafgrøder ophører og biomasseproduktionen til energiformål integreres i den øvrige jordbrugsproduktion, kan disse retningslinier afløses af den generelt gældende miljølovgivning for de pågældende arealer.

Retningslinierne bør udarbejdes i et samspil mellem jordbruget, miljømyndighederne, landskabsplanlæggere m.fl.

Omlægning af energiafgifter

De nuværende energiafgifter afspejler ikke den miljømæssige konsekvens af de anvendte brændsler. Det får blandt andet som konsekvens, at oprævede afgifter på det ene brændsel ikke anvendes til at stimulere en miljømæssigt begrundet omstilling til det andet brændsel. Omstillingen til biomassebaserede brændsler er ramt af denne barriere.

Hvis man ønsker at omstille brændselsforbruget til brændsler, der er mindre miljøbelastende, vil det være hensigtsmæssigt, om de danske energiafgifter blev omlagt til at være miljø- og ressourceafgifter.

Afgiften skal i så fald fastlægges ud fra dels brændslets miljøpåvirkning og dels dets tilgængelighed. Brændsler med lave emissioner af skadelige stoffer skal således pålægges en lavere afgift end brændsler, der medfører høje emissioner af f.eks. CO₂. Endvidere skal brændsler, der findes i begrænset mængde, pålægges en højere afgift end fornyelige brændsler.

Kul skal således pålægges en høj miljøafgift, da de er meget miljøbelastende. Til gengæld er det den af de fossile energikilder, der findes i størst mængde, hvorfor ressourceafgiften vil blive mindre end for f.eks. naturgas, hvor reserverne formentlig vil være opbrugt inden år 2020. Da miljøbelastningen af naturgas derimod er mindre end for kul, vil miljøafgiften være mindst for naturgas.

Biobrændsler og andre vedvarende energikilder vil derigennem kunne fremmes på bekostning af fossile energikilder.

Den strategiske fase: Evaluér, sæt mål og beslut

Inden årtusindskiftet skal der imidlertid, med en mere bred anvendelse af biomasse for øje, træffes beslutning om, hvilke typer biomasse, der skal satses på og hvor og hvordan de skal produceres og anvendes.

Er der, som ovenfor foreslået, frem til år 2000 etableret et vidensgrundlag til at beslutte nogle mere langsigtede indsatsområder, må det forventes, at man i årene derefter kan realisere de fuldskala-aktiviteter, demonstrationsforsøgene pegede på. Målet er, at der i år 2000 kan formuleres en sammenhængende strategi for hele biomassepotentialet.

Den strategiske fase kan forberedes.

* Der vil være behov for formulerede målsætninger, som kan anvendes ved evalueringen af demonstrationsprojekterne.

- * Der skal nedsættes følgegrupper i forbindelse med de enkelte projekter, hvor hvert enkelt demonstrationsprojekt vurderes.
- * Der kan gennemføres seminarer eller konferencer, hvor forskere, producenter, interessenter og politikere i fællesskab diskuterer resultaterne og vurderer konsekvenser og perspektiver.
- * Endelig kan forarbejdet til det nødvendige lovgivningsarbejde på f.eks. afgiftsområdet være gennemført.

Eftersom det er mange, store interesser, der er på spil på biomasseområdet, er det vigtigt at afsætte de nødvendige ressourcer til at sikre en løbende dialog, så alle oplever den strategiske fase som et konstruktivt forløb.

Integrationsfasen: Industrielle råstoffer i første række

På lang sigt, hvilket vil sige udover de næste 20 år, må det forventes, at fossile råstoffer kommer til at spille en mindre og mindre rolle i energiforsyningen. Dels fordi en ødelæggende drivhuseffekt skal afværges, hvilket stiller krav til begrænsning af CO₂-emissionen. Dels fordi naturgas- og olieforekomsterne alt andet lige vil være begrænsede ressourcer og derfor må formodes at stige i pris. Denne udvikling stiller krav til omlægning af råstof- og energiproduktionen og biomasse vil komme til at spille en væsentlig rolle begge steder.

En stabil leverance af biomasse til energiformål på lang sigt vil blive afhængig af værdien af de alternativer, som jordbrugeren kan producere på sin jord. Set i en horisont, der rækker et godt stykke ind i næste århundrede, er det sandsynligt, at både miljøforhold og den begyndende knaphed på olie og naturgas til raffinering vil betyde, at biomassen i højere grad først udnyttes til andre formål, inden den når til "kedlen".

I den petrokemiske industri produceres nu en lang række produkter og udgangsmaterialer for anden produktion, som i pris vil følge den fremtidige udvikling i råolie-prisen. En stor del af disse produkter eller produkter, der kan substituere dem, vil kunne produceres ud fra biomasse. Det er altså ikke usandsynligt, at efterspørgslen efter biomasse til raffinering vil stige og at anvendelsen af biomasse som følge heraf ikke begrænses af de økonomiske relationer.

Denne udvikling hen imod raffinering af biomassen er sådan set allerede på vej. Fibre fra halm, hør og elefantgræs kan på forsøgsniveau erstatte syntetiske fibre. Der kan produceres plastmaterialer ud fra fermenteret biomasse. Ethanol kan produceres ud fra fermentering af en række former for biomasse. Emballage-industrien udviser stor interesse for en række naturprodukter til erstatning for forskellige plastmaterialer. Den kemiske og farmaceutiske industri vil kunne producere nye højværdiprodukter såsom enzymer og proteiner. Gennem såkaldt "chemical farming" kan man ved hjælp af genteknologi lave afgrøder, der producerer kemikalier til industrien. Plantefibre vil kunne anvendes til komposit- og byggematerialer.

En parallel udvikling vil formentlig blive, at brændstoffer, baseret på biomassen vil blive produkter af biomasse-raffineringen, hvad enten dette vil ske gennem mekanisk, biologisk, pyrolytisk eller anden raffinering. Ethanol på basis af forgæring og gasser eller methanol på basis af forgasning vil således kunne udgøre fremtidens brændstoffer til transportsektoren.

Affald anvendes nu i nogen grad til produktion af varme. Tages det for givet, at fremtidens huse er højisolerede og at varmebehovet derfor mindskes, vil det være nærliggende at antage, at affaldet, og herunder dets biomasse-baserede bestanddele, vil få en anden betydning i energiforsyningen. Forgasning og fermentering vil også her på lang sigt blive relevante muligheder for at frembringe højkvalitets brændstoffer ud fra det affald, der ikke vil blive genanvendt på anden vis.

De teknologier, der bliver nødvendige i denne udvikling vil formentlig være raffineringsmetoder, som har mulighed for at optage en blandet og på årsbasis stærkt varieret sammensætning i biomasseindholdet. Tilsvarende vil jordbruget komme til at producere afgrøder, der tjener flere formål - både fødevarer-, råstof- og energiproduktion. Men samtidig må der forventes - og vil det være ønskeligt at have - en stor teknologisk diversitet indenfor produktion og anvendelse af biomasse.

Del II

Statusnotater for energi, jordbrug og natur/miljø

Energi

Jordbrug

Natur og miljø

Energi

Forsyningssikkerhed og energipriser er væsentlige elementer i den danske energipolitik.

I løbet af de sidste 20 år - efter den første oliekrise i 1973 - er der sket betydelige omlægninger i den danske energiforsyning. Det gælder først og fremmest med hensyn til brændselsvalg, men også med hensyn til forsyningssystemer, energieffektivitet m.v. Siden begyndelsen af 80'erne er der indført energiafgifter og fra 1992 CO₂ afgift med henblik på at reducere energiforbruget og dermed energisektorens CO₂ emission.

Grundlaget for den danske energipolitik er *Energi 2000* fra 1990. Målet heri er at opnå besparelser i energiforbruget. Samtidig søges energiforbruget ændret væk fra de mest forurenende brændsler (kul og olie) i retning af naturgas, sol, vind og biomasse for at opfylde målsætningen om at nedbringe CO₂ emissionen i år 2005 med 20 pct. i forhold til 1988 niveauet samt en halvering inden år 2030. Dette skal ses i sammenhæng med målsætningen om at leve op til Brundtlandrapportens målsætning om en bæredygtig udvikling.

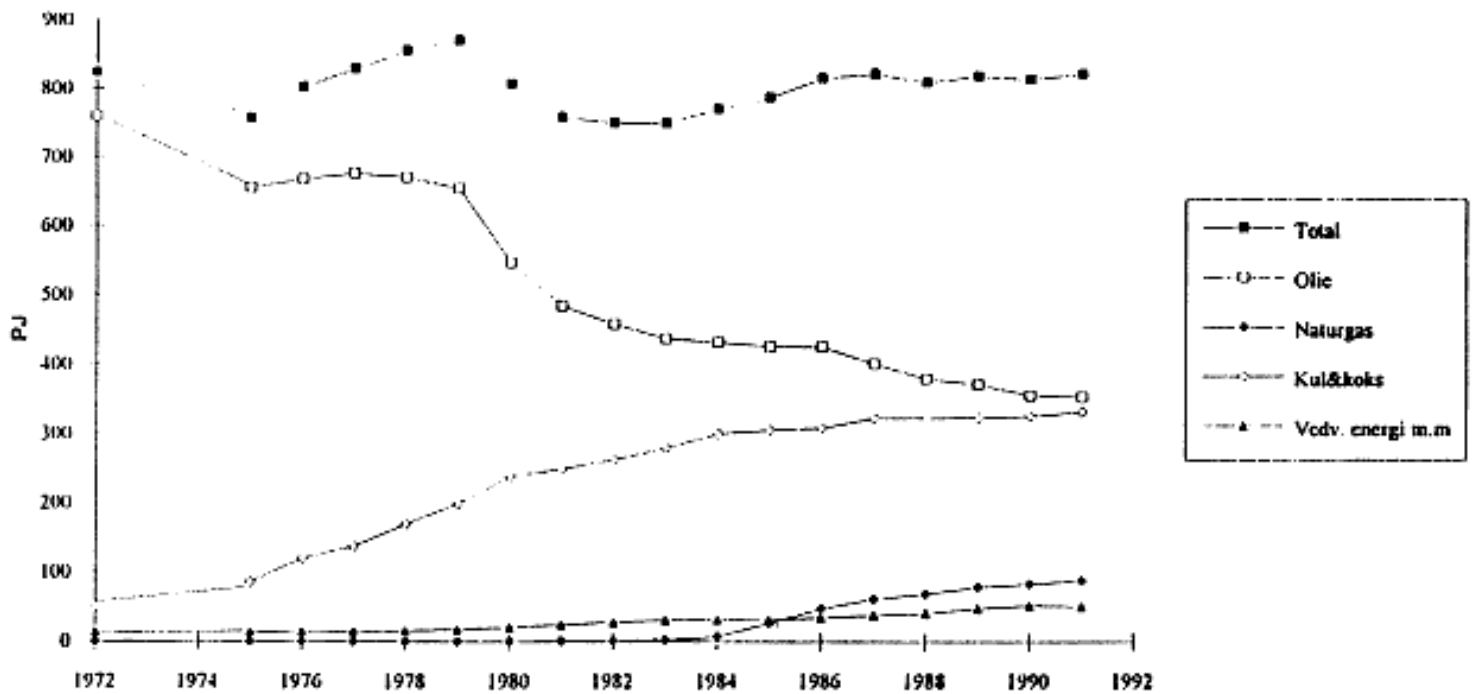
I modsætning til energisektoren er transportsektorens energiforbrug stigende, og forventes fortsat at ville stige på grund af øget transportbehov. Transportsektorens energiforbrug svarer til 20 pct. af det samlede danske bruttoenergiforbrug. Der vil derfor være behov for væsentlige indgreb for at opfylde den nationale målsætning om en stabilisering af CO₂ emissionen i år 2005 på niveau med 1988, samt en reduktion på 25 pct. i år 2030.

Danmarks energiforbrug

Det årlige danske bruttoenergiforbrug har de senere år ligget mellem 810 og 825 PJ, excl. brændsel til udenrigsfart (35-40 PJ) og afbrænding af naturgas i Nordsøen (4-9 PJ) ([14](#)). Godt 170 PJ af det samlede energiforbrug sker indenfor transportsektoren.

Energisektoren

Fra 1972 til 1992 er der sket et ganske betydeligt fald i forbruget af olie, som nedenstående figur viser. Til gengæld er forbruget af kul steget i omtrent samme størrelsesorden (Energistatistik, 1992). Det skyldes de energipolitiske beslutninger om omstilling af kraftværkerne fra olie til kul.



Figuren viser energiudviklingen frem til år 2005(14)

I de senere år er hovedindsatsen lagt på reduktion i forbruget af kul med henblik på at opnå den største reduktion i CO₂ emissionen. Der satses på en øget anvendelse af naturgas, biomasse og andre vedvarende energiformer.

Olie og kul er fortsat de dominerende brændsler, idet de i 1992 udgjorde henholdsvis 42 og 39 pct. af bruttoenergiforbruget.

Siden begyndelsen af 1980'erne er naturgassens andel af bruttoenergiforbruget steget fra 0 til ca. 11 pct. i 1992. Med henblik på at sikre økonomien i naturgasprojektet er naturgas ikke pålagt energifgifter. Det betyder, at naturgassen årligt subsidieres med ca. 2 mia. kr.

Vedvarende energikilder udgjorde i 1992 ca. 8 pct. af det samlede energiforbrug (60 PJ). Affald (17 PJ), halm (14 PJ), brænde inkl. skovflis og bark (10 PJ) var de væsentligste vedvarende energikilder. Vindkraft udgjorde 9 PJ.

Med de energipolitiske aftaler af 20. marts 1990 er der lagt op til en øget samproduktion af el og varme (kraftvarme), og en gradvis overgang til naturgasbaseret kraftvarme. Samtidig blev der foretaget en områdeafgrænsning mellem varme fra de store kraftværker, naturgas og biomasse. I alt berøres ca. 200 varmekværker. Områder, der er udpeget til naturgas kan ikke anvende biomasse.

Med *Energi-2000* iværksattes et handlingsprogram, som udover omlægninger i brændselsvalg også omfattede forskning og udvikling indenfor udvikling af eksisterende og nye energiteknologier og energibesparende foranstaltninger samt omlægninger af tarifsystemet og introduktion af afgifter.

Transportsektoren

Transportsektorens andel af olieforbruget er i perioden 1972 til 1992 steget fra 20 til 50 pct, selv om transportsektorens energiforbrug i perioden kun er steget fra ca. 18 til 21 pct. af det samlede bruttoenergiforbrug.

I perioden fra 1980 til 1991 er energiforbruget i den nationale transport steget fra 115 til 145 PJ. Siden 1970 er persontransportarbejdet steget med 75 pct., og Trafikministeriet forventer en yderligere stigning på 25 pct. frem til år 2005. I samme periode forventes en stigning i godstransportarbejdet på 40 pct (Trafikministeriet 1993).

Trafikministeriet har i *Trafik 2005* fastholdt målsætningen fra *Transporthandlingsplanen* fra 1990 om at stabilisere transportsektorens CO₂ emission i år 2005 på 1988 niveau, samt en reduktion på 25 pct. frem til 2030. Med henblik på at nå disse mål tænkes følgende 5 instrumenter anvendt:

- * udvikling af mere energieffektive transportmidler
- * højere kapacitetsudnyttelse i transportmidlerne
- * overflytning til mere energieffektive og miljøvenlige transportmidler
- * delvis erstatning af forbruget af fossile brændstoffer med biobrændstoffer
- * gribe ind overfor væksten i transportefterspørgslen (bl.a. øgede afgifter, herunder CO₂ afgift på brændstof).

Prisniveauet for benzin og diesel har de senere år nærmet sig prisniveauet efter den første oliekrise, hvor olieprisen steg til godt 10 US \$ pr. tønde. Siden midten af 80'erne har olieprisen (i 1992-priser) ligget omkring 15-20 US \$ pr. tønde. I første halvdel af 80'erne var olieprisen omkring 30 US \$ (Shell 1994).

Biobrændstoffer til anvendelse i transportsektoren er i modsætning til biobrændsler til anvendelse i energisektoren - og naturgas - pålagt energiafgifter og CO₂ afgifter. Derfor kan biobrændstoffer ikke konkurrere med benzin og diesel.

Biomasse

Biomasse er en af mulighederne for at reducere energisektorens og transportsektorens forbrug af fossil energi og dermed reducere CO₂ emissionerne i overensstemmelse med målsætningerne.

Biomassekilder

Som biomasseressourcer er der mulighed for at udnytte de eksisterende mængder af overskudsbiomasse, primært halm og træ, men også de store mængder husdyrgødning og husholdningsaffald.

Med kravet om udtagning af betydelige arealer af landbrugsproduktionen er der endvidere mulighed for dyrkning af ganske betydelige mængder af biomasse.

Biomasse kan anvendes som faste brændsler eller konverteres til flydende brændstoffer. Fast biomasse kan anvendes i individuelle fyr såsom halm/brændefyr, i decentrale varme/kraftvarmeværker eller på store centrale kulfyrede kraftværker. Flydende brændstoffer kan anvendes i transportsektoren eller i stationære anlæg. Hertil kommer mulighederne for produktion af biogas på basis af primært husdyrgødning og husholdningsaffald.

Den danske energipolitik har på biomasseområdet været først at anvende overskudsbiomassen forud for anvendelse af energiafgrøder. Endvidere har anvendelse af overskudshalm og træflis i decentrale varmeværker/kraftvarmeværker været prioriteret. Regeringen vil dog iværksætte et forsøgsprogram for anvendelse af biobrændstoffer i transportsektoren.

Kulfyrede kraftværker

Med Biomassehandlingsplanen af 14. juni 1993 er der lagt op til også at anvende overskudsbiomasse på de centrale kulfyrede elværker. Elværkerne er pålagt successivt at øge anvendelsen af halm og træflis, således at der i år 2000 anvendes mindst 1,2 mill. ton halm og 0,2 mill. ton træflis. Det er målet med aftalen at sikre anvendelse af overskudsbiomassen.

På kort sigt vil der være væsentlige tekniske problemer med anvendelse af overskudshalm i centrale kulfyrede værker i form af korrosion af overhederne. Disse problemer er mindre ved anvendelse af flerårige energiafgrøder og træflis på grund af lavere indhold af chlor og alkalimetaller. Endvidere vil problemerne i forbindelse med afbrænding af kerner af enårige energiafgrøder uden halm formodentlig være begrænsede.

ELSAM planlægger indledningsvist at anvende halmen som tilsatsfyring, hvor halmen indfyres sammen med kul i

eksisterende kedler. Der har i ELSAMs område været gennemført forsøg med tilsatsfyring og cirkulerende fluid bed teknologi. En blok på Studstrupværket står foran ombygning til halmtilsatsfyring.

ELKRAFT planlægger derimod at indfyre ren biomasse i særskilte kedler. Der planlægges således anvendt en kedel på Asnæsværket, der ved lavere temperatur føder en kulfyret turbine med damp. Herved kan korrosionsproblemerne i overhederne undgås.

Decentrale kraftvarmeværker

Siden 80'erne er der opført over 80 halm- og flisbaserede varmeværker. Der arbejdes med udvikling af teknologi til biomassebaseret kraftvarmeproduktion, hvor der er 6 værker i drift i bl.a. Holstebro, Slagelse og Grenå. Der ydes et statstilskud på 10 øre pr. kWh der produceres på basis af biomasse, og der er mulighed for yderligere 17 øre til udviklingsprojekter.

Med *14. juni aftalen* er der lagt op til, at en række navngivne byer kan vælge mellem naturgas og biomassebaseret kraftvarme. På grund af de økonomiske forhold vil disse byer i vid udstrækning vælge naturgas. Det betyder, at der med de nuværende politiske aftaler næppe vil komme nogen yderligere udvikling i teknologien på biomasseområdet indenfor decentral kraftvarme.

Der er en række byer uden fjernvarmenet, hvor biomasse kunne anvendes, men det er meget dyrt, og vil derfor formodentlig få meget begrænset udbredelse.

Biogas

Siden midten af 1980'erne har der været arbejdet intensivt med udvikling af teknologien til produktion af biogas på basis af primært husdyrgødning. Der er 11 større biogafællesanlæg i drift, og i kraft af den målrettede forsknings- og udviklingsindsats, herunder anvendelse af andre råvarer såsom slagteriaffald, er det lykkedes at udvikle teknologien så driften er rentabel. Endvidere er der ca. 50 mindre biogasanlæg, primært på større husdyrbedrifter. Der ydes 27 øre i tilskud pr. kWh, samt tilskud til anlægsinvesteringer.

Med *Biomasseaftalen* er der lagt op til en fortsættelse af udviklingsprogrammet for biogafællesanlæg.

Biobrændstoffer

Ethanol kan anvendes som oktanforbedrende middel eller som strækmiddel i blyfri benzin. Rapsolie kan anvendes uforarbejdet i specialmotorer, hvorimod forestret rapsolie (biodiesel) uden problemer kan anvendes i et vilkårligt blandingsforhold med fossil dieselolie i almindelige dieselmotorer.

Bioethanol kan med kendte teknologier produceres ud fra stivelsesholdige afgrøder (korn, majs) eller sukkerroer. Ethanol kan ligeledes produceres ud fra cellulose. Der pågår imidlertid en intensiv international forskningsindsats med henblik på at udvikle teknikker, således at hemicellulosen i lignocellulose (halm, træ, helsæd, energipil, m.v.) også kan konverteres til ethanol. Gennem anvendelse af sådanne råvarer kan såvel energibalancen - og dermed CO₂ emissionen - som produktionsøkonomien forbedres.

Biodiesel (rapsolietmylester) kan fremstilles på basis af rapsolie med kommerciel teknologi.

Selv om der på mellemlangt sigt vil blive mulighed for at omdanne overskudsbiomasse til transportbrændstoffer (ethanol, methanol og pyrolyseolier) vil de væsentligste muligheder være knyttet til dyrkning af egentlige energiafgrøder. Ved produktionen af biobrændstoffer opnås samtidig en produktion af en række andre produkter, herunder foder og energi. Endvidere er der mulighed for at producere en række højværdi produkter, således at værditilvæksten til afgrøderne kan forøges.

En integreret produktion af ethanol, foder, cellulose, m.v. med anvendelse af restprodukterne til kraftvarmeproduktion kan endvidere eliminere/reducere de problemer kraftværkerne har med korrosion ved afbrænding af halm.

Biomassepotentialet

I forbindelse med udarbejdelsen af *Energi 2000* i 1990 blev mængderne af overskudsbiomasse vurderet. Ialt vurderedes biomassepotentialet i 1988 at udgøre 126 PJ (se nedenstående tabel). Heraf anvendes idag kun ca. 50 PJ til energiformål. Siden da er såvel halmmængden som træmængden blevet revurderet.

Tabel over potentielle overskudsbiomasser 1988

Biomasseressource	Energi	2000
	1000 t	PJ
overskudshalm	4.210	60,0
overskudstræ skove	840	6,8
industri	800	6,6
organisk husholdnings- tørt	480	6,7
affald vådt	630	3,0
husdyrgødning	36.800	24,0
diverse	5.100	18,8
ialt		126,0

Halm

På baggrund af det med *Biomasseaftalen* forbundne øgede forbrug af halm og omlægningen af landbrugspolitikken og dermed kravet om braklægning, og ændringerne i afgrødesammensætning og halmmængden for de enkelte kornsorter, er der gennemført en revurdering af halmressourcerne.

I nedenstående tabel er de forventede mængder af overskudshalm frem til år 2000 og 2015 angivet under forskellige handels- og landbrugspolitiske forhold samt under hensyn til miljø og dyrevelfærd. Det forventes, at der i gennemsnitsår vil være ca. 2 mill. ton halm til rådighed for energisektoren i år 2000 når forbruget i landbruget til strøelse, foder og opvarmningsformål og forbruget i fjernvarmeværker er fratrukket.

Tabel over skønnede halmmængder i normalår [\(13\)](#)

1000 ton (15 pct. vand)	Basis	Reguleret			Grønt	
	1990	2000	2015	2015	2000	2015
Teoretisk halmproduktion	6.335	5.341	4.875	4.811	5.129	4.589
Skønnet halmforbrug til landbrug og fjernvarme	3.335	2.589	2.259	2.259	3.004	2.789
Ikke tilgængelige halmmængder	677	598	552	411	525	453
Tilgængeligt, bjærgbart halmoverskud	2.323	2.154	2.064	2.141	1.600	1.347

Halmmængderne kan variere med op til 30 pct. på grund af klimatiske forhold, afgrødevalg, m.v. Dette vil primært slå igennem i den mængde halm, der er til rådighed for energisektoren, idet landbrugets forbrug af halm er relativt konstant.

Der formodes imidlertid at være halm nok til at opfylde målene i *Biomasseaftalen* i de fleste år selv om der forventes et stigende forbrug af halm indenfor husdyrproduktionen på grund af stigende husdyrbestand og forøget brug af strøelse på grund af skærpede krav med hensyn til dyrevelfærd.

Træ

På træområdet er der ligeledes iværksat en revurdering i 1994. Revurderingen er endnu ikke afsluttet. I nedenstående tabel er angivet en foreløbig vurdering.

Tabel over skønnede brutto- og nettopotentialer for træ. Eksisterende ressourcer (29)

1000 ton tørstof	1995	2015
Bruttopotentiale:		
Skovtræ, der ikke udnyttes til energi	380	460
Skovtræ, der udnyttes til energi	260	260
Skovtræ i henhold til Biomasseaftalen	120	120
Træ fra industri, der ikke udnyttes til energi	280	490-1.160
Træ fra industri, der udnyttes til energi	420	210
Sum i ton tørstof	1.460	1.540-2.210
Sum i PJ	28	33-42
Nettopotentiale:		
Skovtræ	0-200	0-200
Træindustri	0	200-900
Sum i ton tørstof	0-200	200-1.100
Sum i PJ	0-4	3-21

Bruttopotentialet angiver de mængder af træ, der er mulighed for at udnytte. For skovtræet er medtaget nåletræer med en stammediameter under 20 cm og løvtræ under 10 cm. Det er opdelt i den del, der henholdsvis anvendes på nuværende tidspunkt, og det der ikke udnyttes. Med Biomasseaftalen vil forbruget stige med 120.000 ton tørstof. Nettopotentialet, det vil sige den del der er tilgængeligt for energisektoren er imidlertid væsentligt mindre end bruttopotentialet. Inden for en kortere årrække kun i størrelsesordenen 0-4 PJ. Bruttopotentialet vil blive forøget over de kommende 30 år på grund af skovtilplantningen. Over 80 - 100 år påtænkes 500.000 ha. tilplantet. Det vil på længere sigt give et nyt potentiale (29).

Potentialet af træaffald fra industrien er på niveau med træflisen, men i praksis er det kun i meget begrænset udstrækning tilgængeligt for energisektoren.

Energiafgrøder

I henhold til reformen af EU's landbrugspolitik er det tilladt at dyrke afgrøder til energiformål på de arealer der skal braklægges. Det er tilladt at dyrke de almindelige enårige landbrugsafgrøder: korn, raps, ærter, kartofler, sukkerroer, m.v. Det er endvidere tilladt at dyrke flerårige energiafgrøder såsom hurtigtvoksende skovtræer, hvis disse har en primær rotationstid på under 10 år (det betyder, at første høst skal ske indenfor 10 år fra plantningen) og *stauder* i form af bl.a. elefantgræs.

Det nuværende energiafgrøde potentiale er ca. 25 PJ stigende til 70 PJ (29). Dette vil svare til en reduktion i CO₂ emissionen på 2 mill. ton stigende til 6 mill. ton. Det svarer til en fordobling af potentialet i form af overskudsbiomasse. Dermed vil biomasse ialt kunne dække ca. 20 pct. af den danske energiforsyning og bidrage til halvdelen af den danske CO₂ målsætning.

Det klimatiske udsving på mængderne af overskudshalm kan udjævnes ved dyrkning af energiafgrøder og ved skovtilplantning. For flerårige energiafgrøder og overskudstræ fra skovene kan høstudbyttet tilpasses efterspørgslen.

Den løbende forsyningssikkerhed i energisektoren er således mindre afhængig af det enkelte års klimatiske vækstbetingelser.

Endvidere vil der være mulighed for at anvende biomassen i andre sektorer - herunder indenfor transportsektoren i integrerede produktioner, hvor det på kort sigt ikke er muligt at anvende overskudsbiomasse.

Energibalancer og miljøforhold

En central problemstilling i forbindelse med såvel dyrkning af energiafgrøder som udnyttelse af overskudsbiomasse til substitution for fossile energikilder er de energi- og miljømæssige forhold i forbindelse med dyrkning, håndtering og slutanvendelse, herunder bortskaffelse af eventuelle restprodukter.

Biobrændsler, herunder energiafgrøder, er i princippet CO₂ neutrale: Den mængde CO₂ der frigives ved forbrænding svarer til den mængde CO₂ planterne har optaget fra atmosfæren under opvæksten. Når biomasse således erstatter fossile brændsler opnås derfor en CO₂ fortrængning.

Der er imidlertid et vist energiforbrug forbundet med udnyttelsen af biomasse. Det gælder med hensyn til bjærgning og transport af halm og træflis. I forbindelse med dyrkningen af egentlige energiafgrøder skal det samlede direkte og indirekte energiforbrug til markarbejde og til fremstilling af gødning og plantebeskyttelsesmidler ligeledes medregnes. Endvidere skal medregnes energiforbruget til fremstilling af maskiner og evt. bygninger, såfremt der ikke blot udnyttes eksisterende, uudnyttet kapacitet. Endelig skal energieffektiviteten ved slutanvendelsen og eventuelle konverteringsprocesser indregnes.

Hertil kommer endelig, at CO₂ ikke er den eneste drivhusgas. Andre drivhusgasser må medregnes i den samlede betydning for drivhuseffekten.

Energibalancen og de miljømæssige forhold for såvel energiafgrøder som overskudsbiomasse må derfor vurderes gennem samtlige led i produktionskæden fra tilvejebringelsen af råvarerne, over transport og eventuelle konverteringer frem til slutanvendelsen.

Dyrkning af energiafgrøder

I rapporten *Flydende brændstoffer af biomasse - muligheder i Danmark* er de energimæssige output/input forhold vurderet for en række energiafgrøder. Se nedenstående tabel.

Der er en ganske betydelig nettoenergiproduktion ved dyrkning af energiafgrøder. For enårige afgrøder er energiindholdet i afgrøderne ca. 10 gange højere end det samlede direkte og indirekte energiforbrug til produktionen. For flerårige energiafgrøder er energibalancen højere.

Udbytteneiveauet i elefantgræs, der er baseret på hollandske vurderinger, er imidlertid meget højt sat. Forskningscenter Foulum har vurderet, at udbytteneiveauet vil ligge omkring 157 GJ pr. ha med et input på ca. 8,8 GJ (25). Dermed vil energibalancen stadig være på niveau med pil.

Energibalance for energiafgrøder og halm, GJ/ha/år (20)

	Vinterhvede		Vår byg		Vinter raps	Pil	Elefant græs
	moden	helsæd	halm				
Input							
fossil	21,3	18,1	1,2	16,8	20,3	9,4	15,7
Output							
kerne	121,8			92,8	102,1		

halm	87,0		87,0	58,0	69,6		
ialt	208,8	200,1		150,8	171,1	162,0	270
output/input	9	11	75	9	8	17	17

Beregningerne for de enårige afgrøder er baseret på normal dyrkningsintensitet på bedre jordbundstyper (JB 5-8) før gennemførelsen af reformen af EU's landbrugspolitik. De prisfald der følger af reformen og den yderligere lavere pris der vil kunne opnås i forhold til traditionel anvendelse betyder, at dyrkningen af energiafgrøder vil være mere ekstensiv.

Der er i *Grønbogen* regnet med et gennemsnitligt energiforbrug på 50 MJ pr. kg kvælstof i handelsgødning. Energiforbruget er formodentlig noget lavere på vesteuropæiske gødningsfabrikker. Der er nævnt tal ned mod 35 MJ pr. kg. Det betyder, at energibalancen formodentlig kan være bedre end angivet i tabel 4.

Ved reduktion af forbruget af indsatsfaktorer, primært gødning, men også planteværn reduceres input af fossil energi. Samtidig reduceres udbyttet imidlertid. Det betyder, at selv om *energibalancen* (output biomasseenergi/input fossil energi) forbedres marginalt, så reduceres også mængden af fossil energi, der kan substitueres pr. ha der dyrkes med energiafgrøder.

Ved dyrkning af raps vil energibalancen således blive forbedret fra 8,9 til 10,3 ved en halvering af kvælstoftilførslen (alle andre parametre holdt konstant). Samtidig vil energiproduktionen reduceres fra godt 170 til knap 150 GJ pr. ha. På trods af, at der således spares 4-5 GJ pr. ha i input falder den rene energimæssige gevinst, idet output reduceres med over 20 GJ. Der er dog en række andre miljømæssige forhold der må inddrages i disse vurderinger.

Energibalance for tilvejebringelse af overskudsbiomasse

For overskudshalm og overskudstræ skal der ikke medregnes energiforbrug til dyrkning, men alene til bjærgning og transport, samt evt. lagring. Output af energi i halm er ca 75 gange større end input af fossil energi. Se nedenstående tabel. Halm dyrket på braklagte arealer må dog pålægges en del af energiforbruget til dyrkningen, således at energibalancen bliver omtrent som for en helsædsafgrøde.

For overskudstræ er output i form af træflis knap 70 gange højere end det direkte energiforbrug til flisning excl. fældning samt excl. det indirekte energiforbrug.

I jo højere grad der satses på en integreret energiproduktion i skovbruget nærmer output/input forholdet sig til det der er gældende for pil, idet der vil være højere energiforbrug til plantning og gødsning samt evt. plantebeskyttelse.

Energibalance for træflis, henholdsvis eksisterende og nytplantninger.

1. Eksklusiv fældning og indirekte energiforbrug.
2. Gælder for skovbrug anlagt med energiproduktion for øje.
3. Gælder for højværdiskov/fredskov til gavntre. [\(18a\)](#)

kilde til træflis	eksisterende skov	nytilplantninger
output/input	68	17 ¹ - 68 ²

Transportenergiforbrug

Energiforbruget til transport af biomasse afhænger af transportmidlet. Anvendelse af traktorer til transport over kortere afstande har et højere brændstofforbrug i forhold til lasten end lastvogne. Under alle omstændigheder er energiforbruget til transport af biomasse meget lille. Til landevejstransport regnes med 2 MJ pr. ton pr. km.

Det betyder, at køres der en strækning på 100 km forbruges kun en energimængde svarende til 1 pct. af energiindholdet pr. ton halm eller helsæd. For pil og overskudstræ er det på trods af den højere specifikke brændværdi lidt højere på grund af det højere vandindhold.

Selv om transportenergiforbruget således under danske forhold er uden betydning kan der imidlertid være andre miljøforhold, der må tages i betragtning. I forbindelse med store anlæg må der regnes med, at der ankommer lastvognstræk med få minutters intervaller. Det vil kræve en velfungerende infrastruktur for at undgå unødvendige gener i lokalområderne.

Konvertering/slutanvendelse

Ved produktion af el på basis af biomasse er virkningsgraden fortsat betydeligt lavere end for kul og andre fossile brændsler. I decentrale kraftvarmeværker opnås således ikke elvirkningsgrader over 20-25 pct. Den totale virkningsgrad er således afhængig af, at der er en høj efterspørgsel og dermed udnyttelse af varmeproduktionen.

Konvertering af biomasse til flydende brændstoffer er forbundet med et tab af energi, men til gengæld produceres der højværdi energi i form af brændstof.

For biodiesel er der et energiforbrug til presning af frøene og raffineringen af olien, samt til transesterificeringen. For ethanol er der et massetab ved forgæringen, samt et energiforbrug til destillationsprocessen. Det specifikke energiforbrug ved ethanolproduktionen er imidlertid reduceret ganske væsentligt gennem de senere år, og vil kunne reduceres yderligere gennem anvendelse af ny teknologi.

For såvel biodiesel som ethanol (ud fra korn) er der - i modsætning til direkte afbrænding - en væsentlig produktion af mellemværdi produkter (rapskager og bæreme), som kan anvendes til foderfremstilling. Endvidere er der mulighed for produktion af en række højværdiprodukter til fødevarer og industrielle anvendelser. Det betyder, at kun en del af biomassen anvendes direkte eller indirekte til energiformål. Derfor vil CO₂ fortrængningen pr. ha blive mindre end ved direkte afbrænding af hele biomassen. Til gengæld opnås en integreret produktion, som kan være interessant på sigt, når braklægningsordningen ophæves, og hele det dyrkede areal vil være til rådighed for en integreret produktion af levnedsmidler, foder, brændstoffer, industrielle råvarer samt kraft og varme.

CO₂ fortrængningseffekten af biomassen

Selv om biomasse principielt er CO₂ neutralt, er fortrængningen ikke 100 pct. Der skal modregnes emissionen af CO₂ og andre drivhusgasser fra dyrkning/håndtering, transport, konvertering, m.v.

Kulfortrængning

Det er vanskeligt at vurdere, hvor meget biomassen vil reducere CO₂ emissionen med ved substitution af kul. Det afhænger bl.a. af det enkelte værks nyttevirkningsgrad og dermed af værkets alder, samt af lastfordelingen mellem værkerne.

I såvel gamle som nye værker kan der spares ca. 1½ ton CO₂ pr. ton halm der anvendes til substitution af kul. Det betyder, at der spares ca. 1,8 mill. ton CO₂ ved indfyring af 1,2 mill. ton halm. Såfremt gamle kulfyrede værker erstattes med nye værker, der indfyres kul/halm i blanding, kunne der spares 3,7 ton CO₂ pr. ton halm der indfyres. Hertil kommer en reduktion i CO₂ emissionen på 2,7 ton pr. ton træflis der indfyres. Det giver en samlet besparelse på 0,5 mill. ton CO₂ ved anvendelsen af 0,2 mill. ton træflis.

Dermed ville elsektorens CO₂ emission kunne reduceres med 4,9 mill. ton. Det svarer til godt 8 pct. af den samlede danske CO₂ emission og dermed ca. 19 pct. af kraftværkernes CO₂ emission (26,3 mill. ton i 1992).

Elværkerne er imidlertid tilbageholdende med at anvende halm i nye værker på grund af korrosionsproblemer som følge af halmens indhold af chlor og alkaliske bestanddele. Derimod kan der eventuelt anvendes træflis på nyere værker uden så store tekniske problemer, og eventuelt med større biomasseandel i forhold til kul end det er tilfældet

for halm.

Selv om det ikke kan udelukkes at anvende halm på ældre værker mener elværkerne på nuværende tidspunkt, at det ikke er muligt at anvende halm på nye anlæg. Det betyder, at effektiviteten og dermed CO₂ fortrængningen ikke er optimal.

Af tabel 6 fremgår, at der ved ren kulfyring i nye værker med en elvirkningsgrad på 46 pct. er en lavere total emission af CO₂ (2,02 ton) end ved tilsatsfyring med halm på et ældre værk (2,15 ton). Emissionen af CO₂ vil dog stadig blive væsentligt reduceret ved substitution af kul med halm på et nyt værk, hvor 1 ton halm kan erstatte 600 kg kul.

Hvis der, for at sikre afbrændingen af tilstrækkelige mængder af halm og træflis, fyres i ældre anlæg, mens nye anlæg står stille, kan den samlede CO₂ emission blive højere end hvis de ældre anlæg lukkes ned uden for spidsbelastperioderne. Der må i denne vurdering dog tages højde for, at det ikke alene er elspidslast, der er afgørende for behovet for drift af anlæg. Det vil i ligeså høj grad afhænge af varmekonsumet. Det kan således være nødvendigt ved el lavlast at køre med ældre værker for at sikre den lokale varmforsyning.

Tabellen viser brændselsforbrug og CO₂ emission pr. 2,72 MWh el på nyt og ældre værk ([22a](#))

gammelt værk		nyt værk	
Nel = 0,39		Nel = 0,46	
brændsel	ton CO ₂	brændsel	ton CO ₂
1000 kg kul	2,4	847 kg kul	2,02
900 kg kul	2,15	745 kg kul	1,77
170 kg halm		170 kg halm	

Der arbejdes internationalt på at løse de fyringstekniske problemer indenfor en kortere årrække gennem udvikling af korrosionsbestandige materialer.

Transportsektoren

CO₂ fortrængningseffekten for biobrændstoffer afhænger af en række faktorer: brændstoftype, råvare, procesteknologi, motorteknologi, m.v.

I nedenstående tabel er angivet energibalancen og CO₂-fortrængningspotentialer for produktion af ethanol med to produktionsteknikker: en traditionel stivelsesbaseret proces med hvede som råvare og den såkaldte SSF proces, der er under udvikling.

Det er sammenlignet med benzin, hvor der altid er en negativ energibalance, da en del af den udvundne råolie anvendes som energi under udvinding, transport og raffinering.

Energibalance og CO₂ fortrængning ([20](#))

brændstof	ethanol				benzin
	stivelse	SSF proces			
råvare	hvede	helsæd	pil	halm	
output/input	3,7 - 6,8	6,3 - 9,0	9,5- 13,4	50-75	0,85
CO ₂ fortrængning	76 - 82 %	86 - 89 %	90 - 93 %	98 - 99 %	0

Det fremgår, at den producerede ethanol ved slutanvendelsen kan fortrænge ganske betydelige mængder benzin i forhold til det samlede input af fossil energi gennem hele produktionskæden. Det betyder, at ethanol kan bidrage til at strække de fossile ressourcer med en faktor 4 til 13 med energiafgrøder og op imod 75 for overskudshalm. Det betyder, at der opnås reduktioner i CO₂ emissionen på 75 - 99 pct. i forhold til benzin.

Selv om energibalancen er betydeligt bedre for overskudshalm end for energiafgrøder er der altså ikke væsentlig forskel i CO₂ fortrængningen.

Energibalancen og dermed CO₂ fortrængningen er forbedret ganske væsentligt i forhold til situationen for få år siden, hvor energibalancen var omkring 1, og reduktionen i CO₂ emissionen kun var omkring 20 pct. Energiforbruget til destillation, m.v. af drikkesprit er således mindsket fra 5 kg damp til 0,5 kg damp og 0,25 kWh el (39).

Ved substitution af diesel med biodiesel opnås ca. en halvering af CO₂ emissionen. Dette kan dog forøges yderligere ved anvendelse af biomasse til procesenergi og ved energimæssig udnyttelse af rapshalmen.

Andre drivhusgasser

Ved vurdering af biomassens evne til at mindske energisektorens bidrag til drivhuseffekten må imidlertid medregnes samtlige drivhusgasser. Det er vanskeligt at vurdere de fossile energikilders samlede bidrag med drivhusgasser - herunder tab af f.eks. metan fra bl.a. naturgasnettet. For energikilder baseret på energiafgrøder må medregnes den emission af lattergas, N₂O, der finder sted i forbindelse med dyrkningen. Lattergas er op til 270 gange så effektiv en drivhusgas som CO₂.

Der sker en emission af lattergas fra alle jorder - uanset om de dyrkes eller er udyrkede. Derfor må alene differencen forårsaget af dyrkningen medregnes. Der er imidlertid meget stor usikkerhed med hensyn til såvel den naturlige baggrundsemission som den del der hidrører fra den tilførte gødningsmængde. Denitrifikationen, og dermed N₂O emissionen sker uanset om kvælstoffet er tilført i form af handelsgødning, husdyrgødning eller kvælstoffixerende planter.

Lattergas skønnes at stå for 6-8 pct. af den samlede menneskeskabte drivhuseffekt (4a). I nedenstående tabel er angivet danske skøn over lattergasemissionen fra forskellige arealtyper.

Ifølge danske eksperter ved Statens Planteavlsvforsøg er det ikke på nuværende tidspunkt muligt at relatere emissionen direkte til den tilførte kvælstofmængde. Der pågår danske og europæiske undersøgelser af lattergasemissionen fra dyrkede arealer.

Indtil disse foreligger vil effekten af N₂O bero på skøn. Ifølge DMU skønnes i gennemsnit 0,4% af den tilførte kvælstofmængde at blive omdannet til lattergas (18) og ifølge Landbrugsministeriet skønnes i gennemsnit fra 0 til i ekstreme tilfælde 5 % af den tilførte kvælstofmængde at blive omdannet til lattergas (29).

Lattergasemissioner for forskellige arealtyper (4a)

Arealtype	kg N ₂ O pr. ha pr. år
dyrket land	2,78
skov	1,57
andre områder	0,86

Selv om der således på nuværende tidspunkt er stor usikkerhed omkring den faktiske emission af N₂O fra arealer med energiafgrøder vil lattergassen kun kunne mindske gevinsten i form af reduceret CO₂ emission ved substitution af benzin med ethanol med ca. 5 pct. For biodiesel kan det eventuelt blive af større betydning. Dette skyldes hovedsageligt, at CO₂ fortrængningen pr. liter biodiesel er mindre end for ethanol, samt at der produceres et langt mindre volumen pr. ha. Såfremt rapshalmen også anvendes til energiformål vil betydningen af N₂O dog formodentlig kun udgøre ca. 10-15 pct. af besparelsen i CO₂ emissionen.

Ved anvendelse af energiafgrøder til erstatning for kul vil den mulige emission af N₂O ligeledes være uden betydning, da der sker en meget stor reduktion i emissionen af CO₂.

Andre emissioner/miljøforhold

Det væsentligste miljømæssige aspekt ved anvendelse af overskudsbiomasse eller energiafgrøder indenfor energiforsyningen er med hensyn til reduktion af energisektorens, herunder transportsektorens CO₂ emission.

Der er imidlertid en række andre vigtige miljømæssige aspekter. Der er en række andre emissioner, der kan medføre lokale eller globale miljøproblemer: NO_x, CO, SO₂, partikler, lettere kulbrinter, aromater, m.v.

Den lokale effekt af emissioner er væsentligst i forbindelse med transportsektoren i byområder, hvor forbrændingen finder sted i tæt befolkede områder. Hertil kommer forhold med hensyn til påvirkning af vandmiljøet, m.v. Disse aspekter er behandlet i Natur og miljøkapitlet.

Energisektorens emissioner

De væsentligste emissioner fra energisektoren og transportsektoren blev vurderet i forbindelse med *Energi 2000*. Se følgende tabel.

Skønnede emissioner fra energi og transportsektoren 1988. (11)

1000 ton pr. år	energi excl. transport	transport
NO _x	159	95
SO ₂	231	10
CO ₂ ¹⁾	47.000	9.000
metan	25	-
lattergas	1	-

Kraftværker/kraftvarmeværker

Ud fra et miljømæssigt synspunkt er det væsentligste miljømæssige mål ved anvendelse af biomasse at opnå en reduktion i CO₂ emissionen. Med henblik på at opnå dette er det væsentligst at opnå en fortrængning af kulanvendelsen. Fortrængning af naturgasfyret kraftvarme vil ikke have samme effekt.

Med hensyn til anvendelse af biomasse i kraftværker og decentrale kraftvarmeværker er emissionerne vurderet af ELKRAFT. Se nedenstående tabel. På hvert af områderne er opstillet en målsætning. Med hensyn til miljøet betyder det en reduktion af emissionerne.

Effekt af indfyring af biomasse (halm) med hensyn til emissioner, forsyningssikkerhed og konkurrenceevne. Raster angiver en forbedring ved anvendelse af biomasse. 0 angiver ingen ændring. (35).

Teknikken og målene	Miljø				Forsyningssikkerhed	Konhurrenceevne		
	CO ₂	SO ₂	NO _x	rest prod.		drift	brændsel	investering
Tilsatsfyring * ældre anlæg					0		0	

Tilsatsfyring			0			0	
* nyt anlæg							
Halmfyret kraftværk			0		0		
separat kedel multibrændselsanlæg			0				
Mål							

Ved anvendelse af biomasse til fortrængning af olie eller kul opnås en CO₂ fortrængning på det enkelte værk. Da effektiviteten med hensyn til elproduktion imidlertid er mindre end for naturgasbaseret kraftvarme er den reelle reduktion i CO₂ emissionen mindre, idet der må kompenseres gennem øget elproduktion på de primært kulfyrede centrale kraftværker.

Den lavere effektivitet på ældre værker betyder, at der ved tilsatsfyring ikke opnås en reduktion i CO₂ emissionen. Derimod vil målsætningen opnås gennem indfyring på nyere værker, på kraftvarmeværker samt på multibrændselsanlæg.

Der vil ligeledes ikke opnås en reduktion i emissionen af SO₂ ved tilsatsfyring på ældre værker, men miljøgevinsten vil opnås på de andre værker.

Ved forbrænding af fossile brændsler opstår emissionen af NO_x på grund af forbrændingsluftens indhold af kvælstof. For biobrændsler vil der endvidere være en NO_x emission på grund af brændslet. Derfor vil emissionen stige ved tilsatsfyring på ældre værker. På nyere værker og kraftvarmeværker vil det ikke medføre nogen væsentlig ændring.

Endvidere påpeger elværkerne, at moderne røgrensningsanlæg til reduktion af NO_x og SO₂ ikke umiddelbart kan tåle tilsatsfyring med halm.

Ved ren kulfyring kan restproduktet anvendes til cementproduktion. Ved ren fyring med biomasse kan asken spredes på arealer med ikke spiselige afgrøder og dermed anvendes som gødning og jordforbedringsmiddel. Ved tilsatsfyring med biomasse tilføres alkali, hvilket betyder, at asken ikke kan nyttiggøres gennem cementfremstilling. Asken vil ligeledes ikke kunne anvendes som jordforbedringsmiddel. Det vil dog være muligt ved ren fyring med biomasse på halmfyret kraftværk eller i et separat kedelanlæg.

Der er således mulighed for at bidrage til at opfylde de miljømæssige målsætninger gennem indfyring med biomasse. Biomassen kan endvidere forbedre forsyningssikkerheden med brændsler, men det er forbundet med meromkostninger i forhold til fossile brændsler.

Transportsektoren

Transportsektorens bidrag til luftforureningen er betydelig. I byområder er trafikken typisk ansvarlig for 70 - 80 pct. af den lokale forurening. Transportsektoren udgør 40-45 pct. af emissionen af kvælstofoxider og ca. 50 pct. af emissionen af kulbrinter. Transportsektorens bidrag til SO₂ emissioner af mindre betydning (4 pct.) - og faldende. Derimod har trafiksektorens emission af kulbrinter og NO_x været stigende fra 1975 til 1990 (45).

I forbindelse med opfølgningen af Transporthandlingsplanen, Trafik 2005 (44) lagde regeringen op til, at fastholde målsætningerne. Det vil sige:

* emissionen af NO_x og kulbrinter skal reduceres med 40 pct. inden 2010 i forhold til 1988. Derefter skal der ske en yderligere reduktion.

* der skal ske en halvering af emissionen af partikler i byerne frem til 2010, og derefter en yderligere reduktion.

For at sikre opfyldelsen af disse målsætninger er der vedtaget skærpede krav til emissionen fra personbiler, varevogne

og lastbiler. Nye personbiler skal således overholde krav til emission af NO_x , kulbrinter og CO, der for benzinbiler forudsætter katalysator. Hertil kommer, at der stilles skærpede krav til brændstofferne. Emissionen af CO_2 kan med traditionelle midler kun reduceres gennem en forbedret brændstoføkonomi.

Ved substitution af benzin og diesellole med alkoholer (ethanol, methanol) eller planteolier (biodiesel) kan der opnås ganske væsentlige forbedringer med hensyn til emissionen af såvel stoffer med global miljømæssig effekt som lokal miljø/sundhedsmæssig effekt. Det gælder især med hensyn til emissionen af CO_2 .

Effekten på andre emissioner end CO_2 ved anvendelse af biobrændstoffer indenfor transportsektoren. Se nedenstående tabel.

Effekt af biobrændstoffer på andre emissioner end CO_2 (41)

- * Tilsætning af alkohol til benzin reducerer emissionen af CO, lettere kulbrinter, polyaromatiske kulbrinter og NO_x . Derimod øges emissionen af aldehyder.
- * Tilsætning af alkohol til diesellole reducerer emissionen af NO_x , aromater, polyaromater og især partikler, men øger emissionen af lettere kulbrinter og aldehyder.
- * Anvendelse af ren ethanol viser en reduktion i emissionen af NO_x og især partikler i forhold til diesel med katalysator.
- * Problemerne med aldehyder og lettere kulbrinter kan løses med katalysator.
- * Rapsoliemethylester (biodiesel) fører til uændret emission af lettere kulbrinter og NO_x og reduktion i partikel og CO emissionen. Biodiesel indeholder ikke polyaromatiske kulbrinter eller svovlforbindelser. Der kan måles meget små mængder af polyaromatiske kulbrinter - disse forventes at stamme fra smøreolier.

Der er således generelt betydelige miljømæssige fordele forbundet med substitution af benzin og diesel med biobrændstoffer. Derfor er der også i en række lande gennemført foranstaltninger til fremme af anvendelsen af primært ethanol i specielt storbyområder. Således kan nævnes den amerikanske *Clean air act*, og krav i bl.a. japanske storbyer.

Direkte forurening

Det er forbundet med meget stor risiko at udvinde, transportere og anvende fossile energikilder. Det gælder primært med hensyn til olie, hvor de seneste 20 års tankskibulykker viser, at der kan ske meget store lokale miljøskader. Det vil ikke være muligt helt at erstatte olie med biomassebaseret energi, derfor vil disse problemer ikke helt kunne undgås.

Der er derimod mulighed for at reducere risikoen i særligt følsomme miljøer gennem fremme af biomassebaseret energi eller ved forbud mod fossil. Sådanne tiltag er gennemført forskellige steder. F.eks. er der i Østrig forbud mod anvendelse af fossile brændstoffer til skibsfart på en række søer, og der er forbud mod anvendelse af fossilt baserede smøreolier i skovbruget.

Et af de væsentligste miljøproblemer i Danmark i de kommende år er oprydningen på forurenede grunde - især på gamle gasværksgrunde, på tankstationer, i private villaer på grund af utætte olietanke, m.v. Bioolier har den miljømæssige fordel, at de er biologisk nedbrydelige - rapsolie kan således nedbrydes fuldstændig på ca. 3 uger.

Energisektorens krav til godt biobrændsel

Set fra energisektorens synsvinkel er et *godt* biobrændsel et brændsel, der er let at indføde/fyre, giver en beskeden korrosion, ikke giver anledning til giftige stoffer i røggas, er pålideligt, samt er nemt at lagre. Endvidere skal brændslet være billigt.

I den forbindelse er træ/energipil et bedre brændsel end halm, idet det giver anledning til færre problemer. Der kan dog for alle tre brændsels vedkommende være koncentrationer af cadmium og andre tungmetaller i asken, der overstiger grænseværdien for jordbrugsmæssig anvendelse. Der kan opstå et deponeringsproblem for halmaskens vedkommende, idet denne heller ikke finder anvendelse i cementindustrien. Energipil formodes fyringsteknisk at ligge mellem træ og halm. Energisektoren må imidlertid tage hensyn til det politiske krav om, at der sker en betydelig anvendelse af det eksisterende biomasseoverskud, hvor halmen udgør den største uudnyttede ressource. Derimod har træ internationalt en større interesse end halm. Det gælder især i store træ-nationer i Skandinavien og Østeuropa. Der er imidlertid en stigende interesse for anvendelse af halm i andre vesteuropæiske lande.

For energisektoren spiller konkurrenceevnen i det kommende indre energimarked også en væsentlig betydning. Det betyder, at i det omfang der i Danmark af miljøhensyn anvendes dyrere brændsler end i andre lande, må det på anden vis sikres, at den danske energiproduktion er konkurrencedygtig med importeret el.

Afbrænding af enårige energiafgrøder

Reformen af EU's landbrugspolitik tillader anvendelse af alle godkendte afgrøder som brændsel i kraftværker. Det er i medfør af varmforsyningsloven imidlertid ikke tilladt at anvende enårige energiafgrøder såsom helsød eller raps i kraftværker i Danmark over 0,25 MW. Folketinget afviste i 1992 at give elværkerne og landbruget dispensation fra forbuddet til forsøgmæssig anvendelse af helsød. Afvisningen fra politikerne blev bl.a. begrundet med, at det er etisk forkert at afbrænde korn, når der er hungersnød i dele af verden.

Venstre, Det Konservative Folkeparti og Fremskridtspartiet fremsatte i december 1993 et beslutningsforslag om at ophæve forbuddet. Forslagsstillerne understregede, at det ikke alene vil være til gavn for energiforsyningen, men også vil kunne afhjælpe landbrugets og lokalsamfundenes problemer på grund af produktionsnedskæringen som følge af reformen af EU's landbrugspolitik.

Førstebehandlingen i Folketinget viste, at der er en generel positiv holdning til en fremtidig anvendelse af energiafgrøder indenfor energiforsyningen. Regeringspartierne lagde imidlertid vægt på, at der i første række skal sikres en anvendelse af overskudsbiomassen, samt at der ikke iværksættes en større anvendelse før der er foretaget en kortlægning af perspektiver, konsekvenser og virkninger ved anvendelse af såvel traditionelle landbrugsafgrøder som nye en- eller flerårige afgrøder til energiformål.

Endvidere fremhævede Socialdemokratiet, at en anvendelse af traditionelle afgrøder til energiformål kunne medføre, at de miljømæssige gevinster ved at braklægge i nærheden af vandløb, søer og fjorde kunne tabes, ligesom en hindring af naturgenopretning kunne få en negativ indvirkning på landdistrikternes udvikling, idet naturgenopretning fremmede de rekreative muligheder, turisme, o.s.v. og dermed folks lyst til at bosætte sig i landdistrikterne.

Energiministeren har - efter offentliggørelsen af den tværministerielle kortlægning (Landbrugsministeriet 1994) - i september 1994 påbudt Energistyrelsen at ophæve forbuddet mod anvendelse af enårige energiafgrøder i forbindelse med et begrænset antal demonstrationsprojekter, hvor de miljømæssige, fyringstekniske og logistiske forhold vurderes gennem hele produktionskæden fra dyrkning over transport til slutanvendelse.

Transportsektorens krav til en god råvare

Transportsektoren er udelukkende baseret på anvendelse af petrokemiske produkter som brændstoffer (benzin og dieselolie) - når der ses bort fra elektrificerede banestrækninger. Transportsektoren stiller krav om, at brændstofferne skal være billige, let distribuerbare uden for mange blandinger, samt at der skal være mulighed for at tanke alle kvaliteter overalt.

Indsatsen for at udvikle alternativer til benzin og diesel har været begrænset og er hæmmet af, at det er nødvendigt at producere køretøjer, herunder motorer i meget store serier for at opnå en rentabel produktion.

Der har i gennem mange år været arbejdet med udvikling af el biler, men disse biler har hidtil kun kunnet anvendes med meget begrænset radius på grund af batterierne begrænsede kapacitet i forhold til størrelsen. Derfor vil el biler heller ikke i den umiddelbare fremtid blive alment tilgængelige.

Ud fra biomasse kan produceres brændstoffer eller additiver, der kan iblandes de traditionelle brændstoffer - eller der kan tankes biobrændstof og fossil brændstof (f.eks. biodiesel og fossil diesel). I en række lande har der siden oliekrisen i 1970'erne været ført en målrettet indsats med henblik på at fremme biobrændstoffer - primært med henblik på at mindske afhængigheden af importerede brændstoffer. I de senere år er miljømæssige argumenter dog også blevet fremherskende - såvel med hensyn til lokale som globale miljøproblemer.

Den amerikanske ethanolproduktion til iblanding i benzin har igennem en årrække udgjort 3½ mia. liter. Det forventes fordoblet med målsætningen om, at 30 pct. af de oxygenatorer der anvendes i benzinen indenfor en årrække skal være produceret ud fra fornyelige råvarer. I Brasilien er der iblandet mindst 20 pct. ethanol i al benzin og ca. en tredjedel af bilerne - og næsten hele nyvognssalget - kører på ren ethanol. Med ALTENER programmet er der en målsætning om, at biobrændstoffer inden år 2005 skal udgøre 5 pct. af brændstofforbruget indenfor EU.

Økonomi

Biomasse kan ikke direkte konkurrere med fossile brændsler og brændstoffer. Dette gælder på kort sigt, hvor afgiftslettelser, tilskud eller andre incitamentter vil være nødvendige.

Set i forhold til den nuværende situation er billedet imidlertid noget broget, idet forskellige energimæssige anvendelser af biomasse behandles forskelligt, og naturgas indtager en særstilling.

Eksempelvis indtjener et halmvarmeværk fyret med overskudshalm energifgifterne sammen med værdien af den sparede fossile energi. Dette gælder dog kun i den udstrækning, der er tale om leverancer til private kunder, som betaler energiprisen plus afgifter, og ikke har mulighed for at trække afgifterne fra. Dette indirekte tilskud har medvirket til at der i dag er ca. 80 halmfyrede fjernvarmeværker.

Elproduktion behandles lidt anderledes, idet afgifterne pålægges slutproduktet. Til gengæld modtager biomassebaseret kraftvarmeproduktion et tilskud på 10 øre pr. kWh, og særlige demonstrationsanlæg modtager yderligere 17 øre pr. kWh. Sidstnævnte kan normalt kun blive aktuelt for decentrale kraftvarmeværker.

Naturgasbaseret kraftvarmeproduktion er imidlertid sidestillet, og opnår ligeledes 10 øres tilskuddet, således at det kun er i forhold til kul og olie, at der er tale om en reel fordel for biomassen.

Anderledes stiller det sig for flydende biobrændstoffer, som pålægges de samme afgifter som de fossile energikilder olie og benzin.

Til sammenligning opnår biogasanlæg afgiftsfritagelse og modtager ligesom vind- og vandkraft et tilskud på 27 øre pr. kWh elektricitet produceret. Hertil kommer anlægstilskud, som dog på det seneste er reduceret fra ca. 40 til 20 pct.

Generelt vil energiafgrøder groft regnet være konkurrencedygtige ved fuld afgiftslettelse, og forventes via en udviklingsindsats at kunne blive konkurrencedygtige ved mindre end fuld afgiftslettelse. Dette gælder selv om produktionspriserne for forskellige fossile energisubstitutter vil være meget forskellige. Pr. GJ vil det være billigere at anvende energiafgrøderne som substitution for faste brændsler (kul) end for flydende (benzin og diesel). Da kulprisen er betydeligt lavere end benzin- og dieselprisen vil den samfundsøkonomiske omkostning imidlertid være nogenlunde ens.

Denne forskel kan muligvis blive større på lidt længere sigt, idet de kendte ressourcer af olie er minimum ti gange mindre end ressourcerne af kul (når der tages udgangspunkt i det nuværende forbrug).

Konklusionen er, at energiafgrøder i mange tilfælde vil være konkurrencedygtige med fossile energikilder, såfremt

forskellige vedvarende energikilder og -anvendelser blev tilskuds- og afgiftsmæssigt ens behandlet, og energiafgrøderne opnåede samme betingelser som de for øjeblikket bedst stillede.

Eksempelvis kan nævnes, at hvor en afgiftsfritagelse for ganske få år siden ikke var tilstrækkeligt til at gøre ethanol konkurrencedygtig med benzin - der var behov for yderligere tilskud - vil det nu kun være nødvendigt med en delvis afgiftsreduktion på grund af den reduktion, der kan opnås i produktionsprisen. Provenutabet ved en 50 pct. afgiftsreduktion på det ethanol volumen, der iblandes benzin som oktanforbedrende middel (til erstatning for fossilt baseret MTBE) vil svare til 2-3 pct. af det samlede provenu af benzinafgiften i 1998. Det vil samtidig give en reduktion i benzinforbrugets CO₂ emission på 4-5 pct. For forbrugeren ville det - uden provenutab for staten - mærkes som en stigning i benzinprisen på under 10 øre pr. liter.

Til sammenligning kan det nævnes, at afgiftsfritagelsen for naturgas svarer til et årligt tilskud på 2 mia. kr.

Forskning og udvikling

Energistyrelsen forventer, at der på kort og mellemlangt sigt vil kunne opnås en forbedring af de i dag kendte teknologier gennem forskning og udvikling, således at de bliver mere energieffektive, mere miljøvenlige og billigere. Desuden forventes nye teknologier - herunder biomasseteknologier - der er under udvikling at kunne blive introduceret på markedet.

Det forventes imidlertid også, at den helt overvejende del af den teknologi, som vil være i drift frem til 2005 er kendt i dag. Det gælder med hensyn til forbrændingsteknologi, forgasning, biogas, m.v. Helt nye teknologier såsom brændselsceller eller solceller forventes først at få reel effekt et godt stykke ind i det næste århundrede.

Indenfor transportområdet kan man med eksisterende teknologi producere ethanol. Det forventes imidlertid, at der gennem en intensiveret forsknings- og udviklingsindsats vil kunne opnås gennembrud med hensyn til forgæring af lignocellulose. Endvidere forventes det, at teknologien til produktion af flydende brændstoffer ved pyrolysning vil forbedres. Produktion af biodiesel er ligeledes kendt teknologi. Indenfor transportsektoren vil en væsentlig del af udviklingsindsatsen imidlertid være med hensyn til motorteknologi med henblik på at øge brændstoffektiviteten og optimere motorerne til nye brændstoftyper.

Sammendrag

Der er med biomasseaftalen af 14. juni 1994 indgået et bredt forlig i Folketinget, der sikrer, at anvendelsen af potentialet af overskudsbiomasse, primært halm og træflis, men også biogas, accelereres. Aftalen betyder, at størstedelen af overskudsbiomassen anvendes indenfor kraft/kraftvarmeproduktionen. På grund af de begrænsninger der er i medfør af Varmeforsyningsloven med hensyn til brændselsvalg, samt de afgifts/tilskudsmæssige forhold, vil størstedelen af de decentrale kraftvarmeverker, som kan vælge mellem naturgasbaseret kraftvarme og biomasse imidlertid vælge naturgas. Der vil derfor ikke ske nogen væsentlig udvikling i forbruget af biomasse decentralt.

Anvendelsen af overskudsbiomasse vil derfor i det væsentlige ske på centrale kraftværksenheder, hvor foreløbige forsøg viser, at der er behov for en teknologisk udviklingsindsats med henblik på at forbedre værkernes effektivitet, hindre korrosion, samt mulighederne for anvendelse af restprodukterne. Hertil kommer, at biomassebaseret energi er dyrere end kulbaseret. Dette kan give problemer i relation til EU's kommende indre energimarked.

Gennem et forædlings/udvælgelsesarbejde kan der eventuelt findes nye biomasseafgrøder, der giver mindre problemer på kraftværkerne. Der er imidlertid et ensidigt dansk forbud mod anvendelse af enårige energiafgrøder i energiforsyningen. Såvel de tekniske som de lovgivningsmæssige forhold kunne løses gennem en integreret produktion af ethanol, foder, industrielle råvarer og fremstilling af el og varme.

Flydende brændstoffer af biomasse skal imidlertid i henhold til EU's mineraloliedirektiv pålægges samme afgifter som de fossile brændstoffer de substituerer. Da produktionsprisen for bioethanol og biodiesel overstiger produktionsprisen for benzin og diesel kan biobrændstofferne ikke konkurrere. Såfremt der ikke er politisk vilje til at gennemføre en hel eller delvis afgiftslempe for biobrændstofferne vil der derfor ikke være mulighed for at realisere de muligheder der

er for reduktion af emissionerne af en række miljø/sundhedsskadelige stoffer. Det gælder primært med hensyn til CO₂, men også SO₂, NO_x, aromater, partikler, m.v.

Der dyrkedes i 1993 ca. 18.000 ha non food raps i Danmark - i 1994 op imod 40.000 ha. Grundet den manglende afgiftspolitiske afklaring vil denne non food olie blive eksporteret. Selv om CO₂ emissionen er et globalt miljøproblem og det dermed principielt er ligeegyldigt, hvor reduktionen finder sted, så vil den ikke kunne medregnes i den reduktion Danmark er forpligtet til at gennemføre.

Den danske politik omkring anvendelse af biomasse er centreret omkring anvendelse indenfor kraft/varmeproduktionen og om først at udnytte mængderne af overskudsbiomasse, før der iværksættes dyrkning af egentlige energiafgrøder. Det er ud fra en række hensyn en fornuftig politik, men det betyder samtidig, at der blokeres for mulighederne for at producere flydende biobrændstoffer og dermed reducere transportsektorens CO₂ emission.

Jordbrug

Op mod 2/3 af Danmarks areal er dyrkede landbrugsarealer. Hertil kommer ekstensivt udnyttede græsningsarealer. 12 % af landet er dækket af skov. Det danske landskab er dermed et varieret kulturlandskab med dyrkede arealer, skov og naturprægede landskabselementer, hvor land- og skovbrug er Danmarks største areal- og miljøforvaltere.

Hovedvægten af landbrugets produktion har hidtil, og vil også fortsat ligge på højt forædlede animalske og vegetabiliske produkter. Afsætningen heraf har imidlertid ikke kunnet følge med produktivitetstigningerne, hvorfor der er opstået problemer med overskudslagre af bl.a. korn. Dette har ført til en omlægning af EU's landbrugspolitik og herunder bl.a. kravet om udtagning af jord fra traditionel produktion. Derimod tillades dyrkning af energiafgrøder og afgrøder til industrielle råvarer på disse arealer. Det kan derfor fremover blive væsentlige produktionsområder for landbruget.

Samtidig er der kommet en øget ressource- og miljøbevidsthed - såvel indenfor jordbruget som i energisektoren. Det betyder, at land- og skovbrug kan komme til at spille en stadig større rolle i Danmarks energiforsyning og som leverandører af industrielle råvarer.

Endelig har den økonomiske situation for land- og skovbrug, herunder den betydelige reduktion i arbejdskraftbehovet haft en væsentlig betydning for stagnationen i landdistrikterne. Dette har ført til vedtagelsen af en Handlungsplan for landdistrikterne.

Danmarks fremtidige arealanvendelse skal ses i lyset af disse nationale og internationale begivenheder og tendenser, koblet sammen med virkningerne af den begyndende åbning af markederne for landene indenfor den gamle østblok.

Jordbrugets aktuelle situation

EU's landbrugspolitik og GATT

Produktionsrammerne og dermed også det økonomiske grundlag for landbruget fastlægges i høj grad af internationale forhold - først og fremmest EU's landbrugspolitik.

EU's landbrugspolitik blev i 1992 ændret med det hovedformål at mindske produktionen. Dette søges for de vegetabiliske produkter opnået gennem en sænkning af afgrødepriserne, så de gradvist nærmer sig verdensmarkedspriserne. Som kompensation for indkomsttabet udbetales en hektarpræmie (kr pr. ha), der således afløste den tidligere produktionsstøtte (kr pr. kg).

På bedrifter, hvor det samlede areal med *reformafgrøder* (korn, ærter og raps) overstiger 17,6 ha er modtagelse af hektarpræmierne imidlertid betinget af, at en del af arealet udtages af produktionen. Der kan enten braklægges i omdrift eller udenfor omdrift. Braklægningskravet er henholdsvis 15 og 18 pct. I 1993 var 205.000 ha braklagt i Danmark. Foreløbige opgørelser tyder på, at over 260.000 ha var braklagt i 1994. Dette kan formodentlig stige til op imod 300.000 ha, når reformen er fuldt gennemført, og GATT aftalen kan medføre, at yderligere arealer braklægges.

Det er tilladt at anvende de udtagne arealer til dyrkning af afgrøder til energimæssig eller industriel anvendelse. Det er endvidere tilladt at anvende biprodukter herfra til traditionel anvendelse (fødevarer og foder), forudsat, at værdien heraf ikke overstiger værdien af non food produkterne. Der må dyrkes såvel enårige, traditionelle afgrøder, som flerårige i kort rotation, men det er ikke tilladt at plante skov på brakarealerne.

Samtidig er der med de såkaldte ledsageforanstaltninger vedtaget ordninger til fremme af mere miljøvenlig produktion på de arealer, der ikke braklægges eller dyrkes med non food afgrøder. Ledsageforanstaltningerne omfatter også tilskud til skovrejsning samt til førtidspensionering af landmænd (ophørsordningen).

I bilaget til dette kapitel er der en nærmere gennemgang af indholdet af EU's landbrugspolitik og herunder ledsageforanstaltningerne.

EU's landbrugspolitik vil formodentlig blive ændret på et tidspunkt. Dette kunne medføre en ophævelse af braklægningskravet, hvorved dyrkning af afgrøder til en integreret fødevare, foder og non food anvendelse på hele det dyrkede areal vil blive aktuel.

Gatt

I slutningen af 1993 blev forhandlingerne om en ny aftale om rammerne for samhandel i regi af GATT afsluttet. På landbrugsområdet indebærer aftalen bl.a. en reduktion af eksportstøtten, samt en reduktion af den interne støtte (undtagen den direkte, produktionsuafhængige støtte i form af bl.a. hektartilskud).

Særlig betydning for biomasseproduktionen har imidlertid indholdet i den såkaldte *Blair House-aftale*, som indgår i det endelige GATT forlig. Den lægger loft over den samlede oliefrøproduktion indenfor EU på 5,128 mill. ha, svarende til en reduktion på 15 - 20 pct., samt en særlig overgrænse for non food olieafgrøder svarende til 1 mill. ton oliekager (soyakageækvivalenter). Det svarer til ca. 1 mill. ha indenfor EU afhængigt af, hvilken beregningsmodel der anvendes.

Skovbrug

Danmarks skovareal er firdoblet (fra ca. 3 til ca. 12 pct. af Danmarks areal) siden begyndelsen af 1800-tallet, svarende til en fordobling for hver trægeneration.

Regeringen vedtog i 1989 en skovrejsningsmålsætning om over en trægeneration yderligere at fordoble skovarealet. Det svarer til ca. 5000 ha årligt - ialt ca. 500.000 ha over 80-100 år. Skovrejsningen har og vil fortsat foregå i såvel statslig som privat regi. Foreløbig har tilplantningen ikke nået målet på 5.000 ha årligt. I 1994 forventer man at nå op på 3-4.000 ha.

Op til 1960'erne fandt skovrejsning primært sted på mere eller mindre uproduktive hede- og klitarealer, mens den skovrejsning, som i de senere år har taget sin begyndelse, altovervejende finder sted på arealer, som hidtil har været i landbrugsmæssig drift.

Baggrunden for øgningen af skovarealet er også begrundet i ønsker fra miljø-, natur- og friluftinteressernes side. I 1990-91 gennemførte amtskommunerne en udpegning af arealer, hvor skovrejsning er enten ønsket eller uønsket, samt neutrale områder.

Der ydes tilskud til fremme af skovrejsningen. Med henblik på at fremme etableringen af skove med størst rekreativ og landskabsmæssig værdi ydes højere tilskud til løvskov end til nåleskov. Endvidere søges skovrejsning i miljøfølsomme landbrugsområder fremmet bl.a. med henblik på grundvandsbeskyttelse.

Udviklingen i jordbrugets økonomiske situation

Reformerne af landbrugspolitikken har betydelige konsekvenser for landbrugserhvervet og den enkelte landmand. De væsentligste er omlægningen af støtten fra prisstøtte til arealstøtte og kravet om braklægning for at opnå den nævnte støtte.

Værdien af den vegetabiliske produktion faldt i 1992/93 med 22 pct., hvilket især skyldes den dårlige høst, men også et

prisfald på 4 pct. For 1993/94 forventes produktionsværdien at falde yderligere 5 pct., idet der regnes med et gennemsnitligt prisfald for salgsafgrøder på 18 pct., som i nogen grad opvejes af et større høstudbytte.

Braklægningsordningen har betydet, at indtjeningsgrundlaget (dyrkningsarealet) reduceres med ca. 10 pct. samtidig med faldende produktpriser. En del af indtjeningsfaldet kompenseres af arealstøtte og braklægningsstøtte.

Reduktionen af dyrkningsarealet medfører yderligere, at der i en overgangsperiode vil være overskydende maskinkapacitet. Tilsvarende gælder for arbejdsstyrken, som samtidig reduceres yderligere under et fortsat produktivitetspres.

Samtidig har specielt de faldende verdensmarkedspriser for cellulosestrø og den stigende genanvendelse af papir betydet, at skovbruget har været økonomisk trængt. Det har ikke været afsætning for udtyndingstrø, hvilket har vanskeliggjort den nødvendige driftsmæssige pleje i skovbruget. Der har på det seneste kunnet spores en forbedring af konjunkturerne, men det er uvist, om det er en varig tendens.

Miljøforhold

Den internationale og nationale miljø- og ressourcesituation har i de sidste 10-20 år i stigende grad ført til politiske initiativer. Danmark har tilsluttet sig en række internationale konventioner og anbefalinger på området: Brundtland-rapporten, Rio-deklarationerne om Miljø- og Udvikling og Skovdeklarationen samt Klimakonventionen og Konventionen om Biologisk Mangfoldighed.

I Danmark har det miljømæssige fokus i relation til jordbruget været med hensyn til tab af næringsstoffer (kvælstof) og plantebeskyttelsesmidler til grundvand og overfladevand. I den forbindelse er der med Vandmiljøplanen fra 1987 og Pesticidhandlingsplanen fra 1986 indført en række krav, bl.a.:

- * 9 måneders opbevaringskapacitet for husdyrgødning,
- * harmoniregler for husdyrgødning (maksimalt 1,7 dyreenheder for svin, 2,3 for kvæg pr. ha),
- * gylle må ikke udbringes tidligere end 1. november undtagen til arealer, der er bevoksede den efterfølgende vinter, og må ikke udbringes på frosne eller snedækkede arealer,
- * sædskifte- og gødningsplaner,
- * 65 pct. grønne marker,
- * reduktion i forbrug af plantebeskyttelsesmidler og behandlingshyppighed (25 pct. inden 1990 og 50 pct. inden 1997),
- * revurdering af plantebeskyttelsesmidlerne og fjernelse af de farligste midler,
- * uddannelse og sprøjtecertifikat.

Med Handlingsplan for et bæredygtigt landbrug fra 1991 er disse regler skærpet med:

- * obligatorisk gødningsregnskab
- * kvælstofudnyttelse på minimum 45 pct. i svinegylle og 40 pct. i kvæggylle fra 1993 stigende til henholdsvis 50 og 45 pct. i 1997,
- * normer for kvælstofbehov i afgrøder fastlægges i bekendtgørelse,
- * udbringningsforbud for gylle i perioden fra høst til 1. februar undtagen til vedvarende græs og vinterraps, hvor udbringning tillades i september,
- * fast husdyrgødning må ikke udbringes før 20. oktober undtagen til arealer med vintersæd.

Landbruget har i vid udstrækning opfyldt de gældende krav: Det gælder med hensyn til opbevaringskapacitet, hvorved gårdbidraget er elimineret. Udnyttelsesprocenten for husdyrgødningen er hævet fra godt 20 pct. i midten af 1980'erne til ca. 40 pct. Det har sammen med kravet om udarbejdelse af gødningsregnskaber medført et fald i forbruget af handelsgødning i forhold til midten af firserne på ca. 70.000 ton. Faldet skyldes delvist braklægningen, men afspejler samtidig den højere udnyttelse af husdyrgødning. Endelig er ca. 85 pct. af arealet dækket med afgrøder i vinterperioden.

Reformen af EU's landbrugspolitik indeholder en række miljørelaterede elementer. Reformen er således et generelt skridt i retning af mindre intensiv produktion, og braklægningen kan - hensigtsmæssigt udformet - bidrage til at

reducere bl.a. kvælstofudvaskningen. Endvidere støttes miljøforanstaltninger direkte i gennem ledsageforanstaltningerne.

Braklægningsordningen giver imidlertid i den nuværende udformning ikke optimal ressourceallokering. Den indeholder ikke økonomiske incitamenter for jordbrugeren til at forøge hensynet til de samfundsmæssige goder natur, miljø, landskab m.v. Overførsel af brak til særligt miljøfølsomme landbrugsarealer, som udpeges af amterne, kan imidlertid forøge de miljømæssige gevinster.

Bl.a. landbruget har arbejdet for at fremme mulighederne for at placere brakarealerne i de områder, hvor der vil være den størst mulige natur- og miljømæssige gevinst. Amternes og Kommunernes Forskningscenter har endvidere foreslået, at det burde overvejes nationalt at kompensere for det større udtagningskrav ved permanent brak for derved at sikre dens privatøkonomiske attraktion (1).

I EU-regi er vedtaget en Vandmiljøplan, samt et direktiv med hensyn til anvendelse af plantebeskyttelsesmidler.

Et bud på den fremtidige arealanvendelse

Folketingets Teknologinævn afholdt i marts 1994 et seminar med deltagelse af repræsentanter fra landbruget, skovbruget og energisektoren, samt miljø- og natursektoren. På seminaret opnåedes enighed om et bud på den fremtidige anvendelse af Danmarks jord, set i lyset af de nuværende omstændigheder og de fremtidige muligheder. Resultatet, der afvejer såvel hensynet til produktionsinteresserne som hensynet til natur og miljø fremgår af nedenstående tabel.

Et sammenvejet skøn for anvendelsen af Danmarks jord frem mod år 2025. Sidste kolonne udtrykker ændringer i perioden 1995-2025.

1. Inkl. eng, marsk o.l.

2. Inkl. ubevoksede arealer i statskove.

	1995	2005	2025	ændring
	1000 ha			
Jord i omdrift: fødevarer, foder	2.290	2.035	1.770	-520
Non food (enårig/flerårig)	30	150	300	+270
Brak	220	150	0	-220
Vedvarende græs/lavbundsjord ¹	200	325	450	+250
Landbrug ialt	2.740	2.660	2.520	-220
Skov ²	500	550	650	+150
Hede, klit, mose	200	205	210	+10
Hegn, grøfter, markveje	113	123	133	+20
Søer, vandløb	65	75	95	+30
Byer, veje, sommerhuse	460	465	470	+10
Bygninger i landzone	230	230	230	0
Sum Danmark	4.308	4.308	4.308	0

Tabellen er en delvis fremskrivning af kendte tendenser og ønsker. Konturen af 1995 kendes stort set i dag. I 2005 skulle mange resultater allerede være nået på områder som Vandmiljøplanen, Handlingsplan for et bæredygtigt landbrug, Energi-2000 og Trafik 2005. År 2025 er valgt for at have et referencepunkt på længere sigt.

Den generelle tendens er en tilbagegang i landbrugsarealet til fordel for især mere skov og et øget areal med søer og vandløb samt udyrkede arealer. Inden for landbrugsarealet forventes en intern omfordeling væk fra jord i omdrift over mod stigende arealer med vedvarende græs.

Landbrugsarealet rummer med den nye EU landbrugsreform tre arealkategorier: fødevarer/foder, non-food og passiv brak. Hvis braklægningskravet indenfor en årrække ophæves kan man forvente en integreret produktion af fødevarer, foder og non food, hvorfor der ikke vil være den i tabellen angivne opdeling af afgrøderne.

Omdriftsarealet (inkl. brak), der dækker produktionen af fødevarer og foder forventes at falde fra ca. 58 pct. af det samlede areal til ca. 41 pct. Ikke alle udgåede arealer opgives. I stedet forventes det, at de ligger hen som passiv brak eller som non food arealer, alt afhængigt af markedsudviklingen.

Passiv brak udgør i 1995 ca. 220.000 ha., men arealet forventes gradvis at overgå til non-food anvendelse.

Non food arealet er i dag beskedent. I 1993 høstede ca. 18.000 ha non food raps. I 1994 er dette areal fordoblet (ca. 40.000 ha). Hvor non food arealet således på nuværende tidspunkt udgør en mindre del af de udtagne arealer, forventes det, at ville stige til 300.000 ha i 2025. Udviklingen vil dog afhænge af bl.a. EU's landbrugspolitik og de kommende aftaler i regi af WTO (World Trade Organisation). Der vil blive glidende overgange mellem food og non food i en integreret produktion.

Lavbundsgræs uden for omdrift, dvs. med vedvarende græs, udgør ca. 200.000 ha., men hertil kommer ca. 460.000 ha. der er opdyrket. Lavbundsgræsset udgør tilsammen ca. 660.000 ha. Yderligere 250.000 ha. forventes at være trukket ud af omdrift år 2025. Arealerne spænder fra det meget dyrknings sikre til det meget dyrknings usikre, men samtidig tiltagende miljøfølsomme med stigende naturværdi.

Ekstensiveringsordningerne og den varige braklægning er aktuelle på lavbundsarealerne. Pasning og pleje sker bedst ved afgræsning og høst, evt. med en begrænset biomasseproduktion (pil, rør). Områderne har stor miljøinteresse som kvælstofomdannende filtreringsområder for det omgivende agerland.

Skovarealet skal i følge skovrejsningsmålsætningen være øget med 50.000 ha i år 2005 og med yderligere 100.000 ha. år 2025. Hvis denne målsætning skal holde, må de langsigtede finansielle problemer løses.

Heder, klitter og moser forventes kun at stige lidt, men på længere sigt kan ekstensiverede eller opgivne arealer måske udvikle sig henimod sådanne areal typer. Derimod forventes der en noget større stigning indenfor hegn og grøfter, der kan fungere som vigtige reservoirer og spredningskorridorer for den vilde flora og fauna. Hegnene vil også udgøre en omend meget begrænset - biomasseressource.

Søer og vandløb, der i dag dækker ca. 65.000 ha., skønnes at ville vokse med ca. 1000 ha. årligt. Især vil gamle, afvandede og pumpede søarealer, hvor landbrugsøkonomien er ugunstig, blive genoprettet.

Byer, veje, arealudlægninger i byzone og sommerhusbebyggelser udgør i dag 18,6 pct. af det samlede areal og forventes ikke at stige væsentligt.

Udtagningen af arealer fra landbrugsmæssig drift kan få meget betydelige konsekvenser for den animalske produktion - specielt i de egne af landet, hvor husdyrbestanden er meget høj. Harmonireglerne fastlægger krav med hensyn til arealbehov i forhold til husdyrbestanden. Med kravet om udtagning reduceres det areal, hvor der kan udnyttes husdyrgødning, hvilket kan gøre det nødvendigt at reducere husdyrproduktionen, hvis egen jord ikke er tilstrækkelig til at opfylde harmonikravene, og der ikke er mulighed for at indgå aftaler om udspreddning af husdyrgødningen hos andre landmænd.

Dyrkning af non food afgrøder på de udtagne arealer kan derimod medvirke til at opretholde den animalske produktion, og til at sikre en optimal udnyttelse af husdyrgødningen og dermed mindske risikoen for tab af næringsstoffer.

En produktion af non food afgrøder på udtagne arealer skal imidlertid sættes i relation til målene i Vandmiljøhandlingsplanen, Pesticidhandlingsplanen og Handlingsplan for et Bæredygtigt Landbrug.

Vandmiljøhandlingsplanen fra 1987 opstiller mål for en nedbringelse af udledningen af kvælstof og fosfor til vandmiljøet med henholdsvis 50 pct. og 80 pct. I følge Handlingsplan for et Bæredygtigt Landbrug (21) forventes det, at op til 340.000 ha af økonomiske årsager kunne udgå af dyrkning frem mod år 2000. Det skønnes at ville medføre

en nedbringelse af kvælstofudledning fra landbruget på 17.000 - 20.000 ton.

Disse handlingsplaner vil formodentlig blive revurderet, så der kan komme ensartede regler for food og non food produktion, der sikrer vandmiljøet. Derimod kan der komme differentierede betingelser bestemt af arealernes miljøfølsomhed, der skal opfyldes for at opnå miljøstøtte. Dette ses allerede i forbindelse med støtte til eksempelvis skovrejsning og miljøfølsomme områder.

Udviklingen, som den kan aflæses i omstående tabel, afspejler et udbredt ønske om at komme af med braklægningsordningen, der må opfattes som en "produktionspause", og i stedet en kombineret satsning på arealanvendelser, som både er produktions- og miljørelateret og er af mere langsigtet karakter.

Det opfattes som relevant at fremme ordninger, der muliggør ophør med intensiv landbrugsdrift på de godt 125.000 hektar humusrige lavbundsarealer, hvorfra en meget væsentlig del af landbrugets samlede kvælstofforurening kan formodes at komme. I stedet kunne disse arealer anvendes til driftsformer af mere miljø- og naturmæssig skånsom karakter, fx ekstensiv græsning eller energiproduktion.

Økonomien i sådanne omfattende omlægninger i arealanvendelsen er umiddelbart vanskelig at vurdere, men med de tendenser, der for øjeblikket kan aflæses i EU-reformens ledsageforanstaltninger, og formodninger om, at disse ordninger blot er starten på øgede budgetter til landbrugspolitikens strukturordninger (på bekostning af markedsdelen), tegner der sig et realistisk billede af mulighederne i de nævnte omlægninger, såfremt de implanteres og forstærkes fra national side.

Den gradvise omlægning af arealanvendelsen skal yderligere ses i sammenhæng med, at amterne i marts 1994 af Landbrugsministeriet blev anmodet om - i det omfang amterne skønner det nødvendigt - at gennemføre en områdeudpegning af på landsplan 350.000 hektar med henblik på anvendelse til EU-reformens ledsageforanstaltninger og som modtageområder for miljørelateret reform-brak. Områdeudpegningen skal ske indenfor tre hovedkategorier af områder, omfattende knap 1 mill. ha:

I Særligt nitratbelastede grundvandsområder (100.000 ha)

II Højt prioriterede naturbeskyttelsesområder (846.000 ha)

* kystnære områder (90.000 ha)

* ferske lavbundsområder 668.000 ha)

* højbundsjord med høj beskyttelsesværdi (88.000 ha)

III Randzoner (16.000 ha)

* omdriftsarealer, som grænser op til søer og vandløb

Der er i første omgang alene mulighed for at finansiere ordningerne på ca. 30 % af de 350.000 hektar. 11 amter har foreløbigt udpeget ca. 190.000 ha som kerneområder.

Afgrødevalget

Produktion af biomasse kan principielt opdeles i tre hovedkategorier af afgrøder: enårige, flerårige og skov. Areal- og dyrkningsmæssige restriktioner, der bunder i natur- og miljømæssige hensyn, kan begrænse afgrødevalget.

Interessegrupperne har hver deres favoritter blandt afgrødetyperne, hvilket fremgik af diskussionerne på Teknologinævnets seminar i marts 1994. Se nedenstående tabel.

De skraverede felter illustrerer, hvilke afgrøder, der i videst muligt omfang opfylder behovene set ud fra en producent, aftager eller miljøsynsvinkel.

Vurdering af afgrødetyperne ud fra en produktions-, anvendelses, samt miljømæssig synsvinkel.

	énårige	flerårige	skov
producent	landbrug		skovbrug

flydende brændstoffer			
faste brændsler			
vandmiljø			
EU regler			
fredsskov/landbrugspligt			
natur/biodiversitet			
luftmiljø, byer			
CO ₂ fortrængning			

Enårige afgrøder er primært knyttet til landbrugsmæssig drift og er favoriserede i EU's landbrugspolitik. Enårige afgrøder er endvidere de bedst egnede råvarer til produktion af flydende brændstoffer med den nuværende produktionsteknologi. Enårige afgrøder vil derfor også kunne få den største effekt på luftmiljøet i byområder ved substitution af fossile brændstoffer.

Dyrkning af enårige afgrøder vil endvidere sikre en stor fleksibilitet såvel med hensyn til fremtidige krav fra anvendelsessiden som for landmanden.

Flerårige afgrøder og skov imødekommer derimod i højere grad de nuværende krav fra elværkerne til faste brændsler på grund af mindre indhold af korroderende stoffer. Det gælder også ud fra hensynet til vandmiljøet på grund af det formodede lavere behov for gødning og andre hjælpestoffer, og de bidrager som afveksling også til en højere biodiversitet end enårige afgrøder på grund af arealernes mere permanente karakter.

Både enårige og flerårige afgrøder samt skov vil kunne reducere CO₂-emissionen ved substitution af fossile energikilder, da der er tale om fornybare ressourcer. Hertil kommer, at skov har en CO₂ lager-effekt i den blivende vedmasse. Den danske skovrejsningsmålsætning om en fordobling af skovarealet (ca. 500.000 ha) vil, hvis og når den er fuldt realiseret, over en årrække kunne opfylde ca. 25 pct. af målet for CO₂-reduktionen i år 2005 og 10 pct. af målet i 2030. Når skovopbygningen er fuldført vil der være bundet ca. 350 mill. ton CO₂, svarende til 5 - 6 års emission. Derefter vil den løbende CO₂ binding falde til 0 efter ca. 150 år.

En afgørende principiel forskel på at dyrke enårige afgrøder i forhold til flerårige afgrøder og skov er landmandens dispositionsmuligheder.

Ved dyrkning af enårige afgrøder kan landmanden nemt og driftsøkonomisk fornuftigt omstille sin produktion i forhold til markedets krav. Hertil kommer, at der er mulighed for at udnytte den eksisterende maskinpark, der indeholder uudnyttet kapacitet.

Dyrkning af flerårige afgrøder og skov vil derimod binde arealerne i årtier - ved skovrejsning i praksis for altid, også uden fredsskovpligt.

Hertil kommer behovet for investeringer i en ny maskinpark ved flerårige afgrøder og skov, samt at dyrkningsperioden rækker udover EU's 1 og 5-årige braklægningsordninger, hvis driften skal være rentabel. Fremtiden for, og varigheden af braklægningsordningerne er uvis, ligesom det globale behov for fødevarer kan medføre ændrede overordnede prioriteringer.

Til dette billede hører, at aftagerne af biomasse stiller krav om langsigtet forsyningssikkerhed. Elværkerne stiller endvidere krav om produkter, der er lette at anvende, billige samt en rationel, løbende forsyning med de betydelige mængder biomasse, der skal til, uden behov for opbygning af ny omfattende lagerkapacitet i tilknytning til elværkerne. Elværkerne har desuden et teknologisk efterslæb i forhold til udviklingen af forbrændingsteknologi, der på nuværende tidspunkt forhindrer en større afsætning af biobrændsler.

Der er mulighed for at anvende biomasse indenfor en række forskellige sektorer: ren energifremstilling på centrale eller decentrale kraft og/eller varmegværker, ren fremstilling af transportbrændstoffer (biodiesel eller ethanol) eller

fremstilling af transportbrændstoffer i en integreret produktion sammen med højværdi produkter og/eller energi. Endelig er der mulighed for en integreret produktion af foder, fødevarer og industrielle råvarer, hvor der også kan ske en energimæssig udnyttelse ved bortskaffelsen.

Generelt vil energimæssig anvendelse give den ringeste aflønning af råvarerne og derfor være mindst attraktiv for producenten. Derfor vil det være væsentligt at satse på råvarer/afgrøder, der giver den bedste mulighed for produktion af højværdi produkter - f.eks. gennem fermentering - eller giver den største fleksibilitet med hensyn til at skifte til andre råvarer. Her vil forskellige enårige afgrøder være bedre egnede end flerårige og træflis.

Disse overvejelser kan kædes sammen med følgende forhold:

- * Landbrugets forventninger om, at den stigende (købedygtige) verdensbefolkning på et eller andet tidspunkt i en overskuelig fremtid igen kan gøre det økonomisk attraktivt at producere korn, raps og ærter.
- * Traditioner og natursyn. Landbrugserhvervets 6.000 år lange tradition for åbne landskaber med en dertil knyttet produktion. En produktion, som har betydet en konstant kamp for at rydde skov og krat for at sikre dyrkbar jord.
- * Den usikre driftsøkonomi i produktion af biomasse fra flerårige afgrøder og skov, herunder betydelige etableringsomkostninger og mange år uden væsentlige indtægter. Et skift fra enårige til flerårige afgrøder eller skov giver en betydelig likviditetsbelastning i et i forvejen gældstynget landbrugserhverv.

Pt. er mulighederne for afsætning af enårige afgrøder til energiformål (bortset fra raps) dog også usikker - og den er uacceptabel for de flerårige. Afgørende for landmandens produktion af især de flerårige afgrøder vil være langsigtede leveringsaftaler med en rimelig prissikkerhed.

Dyrkning af energiafgrøder

Ved anvendelse af energiafgrøder som instrument til at opnå miljømæssige fordele må der foretages en afvejning af fordele og ulemper ved en given brug af indsatsfaktorer og af afgrøder. Dyrkning af energiafgrøder med henblik på reduktion af energisektorens miljøbelastning må ikke medføre en væsentlig belastning af f.eks. vandmiljøet gennem udvaskning af næringsstoffer.

Det lavere prisniveau, der vil være realistisk for energiafgrøder, medfører i teorien en reduktion i forbruget af indsatsfaktorer. Det er imidlertid op til landmandens driftsøkonomiske overvejelser, om han vælger brak i omdrift eller permanent brak, om han vælger at producere med lav-input eller ved normal brug af indsatsfaktorer. Marginale beløb kan blive afgørende for dette valg. Derimod er den miljø- og naturmæssige samt rekreative værdi ved den permanente brak og de flerårige energiafgrøder større end for de enårige.

Enårige afgrøder

Produktion af enårige afgrøder i monokultur er kendt. Det er kendte afgrøder, kendt teknologi, osv. Landmanden bevarer den fleksible dispositions mulighed over dyrkningsjorden, og der er ikke behov for at foretage nye kostbare investeringer. Der er dog mulighed for gennem en forsknings og udviklingsindsats at udvikle nye dyrkningsmetoder for afgrøder til energimæssig eller industriel anvendelse. Dyrkningen vil være anderledes end dyrkning til foder og fødevarer. Bl.a. kan krav til kvalitet og sammensætning være forskellig.

Svingende udbytter fra år til år kan medføre forsyningsusikkerhed. Fra aftagerens side er der yderligere den usikkerhed, der er forbundet med, om producenten af biomasse ser mere attraktive alternativer. Denne usikkerhed er dog kendt fra andre produktionsgrene såsom sukkerfabrikker, kartoffelmelsindustrien og grønttørringsindustrien.

Elværkernes hidtidige forsøg har vist, at afbrænding af halm giver betydelige tekniske problemer i form af korrosion og med hensyn til anvendelse af restprodukterne. Direkte afbrænding af enårige afgrøder i form af helsæd vil formodentlig ikke være forskellig herfra. En løsning af disse problemer vil kræve en flerårig forsknings- og

udviklingsmæssig indsats. Korrosionsproblemerne vil formodentlig være mindre ved afbrænding af kerner alene.

I 1993 høstede ca. 18.000 ha. raps, som eksporteres til fremstilling af flydende brændstoffer (biodiesel) på grund af manglende dansk produktionskapacitet som følge af de uafklarede afsætningsmuligheder. I 1994 høstede over det dobbelte areal. På europæisk plan satses på en betydelig biodieselproduktion. For at sikre en dansk andel af den europæiske non food olivfrøkvote, vil udvikling af et dansk marked være vigtig. Ud over transportbrændstoffer kan raps desuden anvendes til fyringsformål i private oliefyr eller decentral kraft/varme uden en kemisk omdannelse.

Der er endvidere initiativer i gang til etablering af et dansk demonstrationsprojekt, hvor man vil udnytte korn fra 8-9.000 ha non food arealer til produktion af flydende brændstof (ethanol) i samproduktion med højværdi produkter, herunder cellulose samt kraft/varme. Gennem den integrerede produktion kan problemerne med korrosion ved afbrænding af halm formodentlig samtidig reduceres.

Forskningsmæssigt arbejdes der på at fremstille lignocellulosebaseret bioethanol, således at de store internationale biomasseoverskud af træflis, halm og andre afgrødebiprodukter kan finde vej bl.a. til transportsektoren. Dette vil imidlertid kræve en flerårig forsknings- og udviklingsindsats.

Flerårige afgrøder

Som en mulighed mellem enårige afgrøder og skov fremtræder de flerårige i kort rotation som et interessant, men usikkert alternativ. Usikkert, fordi erfaringerne med energipil og elefantgræs, der er typiske repræsentanter for de flerårige, er begrænsede.

Såvel energipil som elefantgræs er afgrøder, hvor man - hvis der skal opnås en fornuftig driftsøkonomi - må regnes med, at arealerne er bundet i mere end 15 år.

Etableringsomkostningerne har hidtil nærmet sig omkostningerne til etablering af skov: 20-30.000 kr pr. ha, men de vil formodentlig kunne reduceres til måske 12-15.000 kr pr. ha, i takt med, at flere landmænd går i gang med de flerårige afgrøder. Med en ny etableringsmetode for elefantgræs forventes etableringsomkostningerne imidlertid at kunne reduceres til ca. 6.000 kr pr. ha.

Energipil (poppel, rødél) vil trives godt på fugtigere arealer, som i forhold til traditionel markdrift balancerer på kanten til det marginale. Elefantgræs trives bedst på sandede jorder.

Flerårige, træagtige afgrøder som energipil betragtes som landbrugsafgrøder, og er ikke omfattet af skovlovens fredskovbegreb.

Forsyningsikkerheden er rimelig på kort og langt sigt. Udbytteerne vil være relativt stabile år for år og afgrødernes omdriftsperiode på 10-30 år giver aftagerne af produktet en høj forsyningsikkerhed. Sygdoms- eller skadedyrsangreb kan dog have alvorlige økonomiske konsekvenser.

Elsam og Elkraft planlægger sammen med land- og skovbruget at opføre et demonstrationsanlæg - støttet af EU's Thermieprogram - til fremstilling af el på basis af træ og pil i Assens. EU lægger vægt på anvendelse af energiafgrøder, herunder pil. Der skal årligt bruges 50.000 ton. 2-3.000 ha planlægges tilplantet med pil.

Skov

Skoven muliggør en flersidighed, som er vanskelig at finde andre steder. Skoven kan producere både gavntre og biomasse til energiformål og samtidig give en række andre samfundsmæssigt efterspurgte værdier: rekreative, naturmæssige, miljømæssige.

Skovbrugets økonomiske grundlag fastlægges i høj grad af internationale forhold - først og fremmest gennem verdensmarkedspriser på træ.

Skovdrift er langsigtet i forhold til den industrielle sektor, da indgreb på et tidspunkt påvirker mulighederne på samme areal i mange år fremover. Til eksempel kan nævnes selve tilplantningen, hvor der skal vælges træart og planteantal pr. arealenhed. Dette valg fastlægger grænserne for udtaget af energitræ de næste 50-150 år.

Med de i dag anvendte plantetal tager det normalt ca. 20 år før en skovkultur er sluttet, og stofproduktionen på arealet dermed maksimal. Der kan ikke fjernes så store mængder energitræ i de første tyndinger, som der ville kunne fjernes ved et større plantetal, uden at dette nedsætter kvaliteten af de blivende træer. Men ved at anvende et højere plantetal opnås en hurtigere plantedækning af arealet og dermed højere produktion. Den første udtyndning vil ske efter 10 år. Der kan således efter en kortere årrække fra tilplantning hentes en betydeligt større mængde energitræ, men tilplantningsomkostningerne vil blive højere.

Flismængderne vil yderligere kunne øges eller fremskyndes, hvis der indblandes hurtigerevoksende træarter i en traditionel skovkultur. Løvtræ (f.eks. bøg og eg) har ofte en forholdsvis lav vækst i starten af bevoksningens liv. Såfremt man anlægger sådanne løvtrækulturer med en integreret energiproduktion for øje kan dette ske ved indblanding af hurtigerevoksende arter som f.eks. elletræer og lærk. Disse hurtigt voksende træer kan på et relativt tidligt tidspunkt fjernes som energitræ.

Ovennævnte eksempel bygger på den forudsætning, at de endelige mål med skovbevoksningerne er produktion af bygningstømmer, møbeltræ mv. Såfremt dette ikke er tilfældet, kan der udtages væsentligt større flismængder direkte fra arealet. Hugsten vil også kunne finde sted på et tidligere tidspunkt. Man kan i virkeligheden forestille sig en række forskellige driftsformer spændende fra den ovenfor skitserede produktion af bygningstømmer, møbeltræ mv. til den rene energiskov, hvor der ikke efterlades blivende træer.

Over en omdrift (75-100 år) vil ca. 80 pct. af den totale tørstofproduktion (energiproduktion), inkl. flis, savsmuld, mm. fra træindustrien være aktuel som biomasse til energiformål. I energiplantninger, anlagt som stævningseskove, vil hele hugsten være aktuel som energitræ.

Produktet (flisen) vil sandsynligvis umiddelbart uden tørring og lagring kunne anvendes til elproduktion.

Anvendelse af ledsageforanstaltningerne til skovrejsning på de ikke braklagte arealer eller en lempelse af braklægningsreglerne så plantning af skov med en integreret produktion af energitræ tillades, vil derfor være en måde at opnå en umiddelbar og teknologiafhængig effekt på problemet med det stigende indhold af CO₂ i atmosfæren.

Der vil også være en CO₂ lagereffekt ved dyrkning af energipil, selvom den har en langt kortere omdriftstid. Den har desuden allerede i de første år efter tilplantningen en relativt stor tilvækst.

Regeringen forventes at nedsætte en arbejdsgruppe, som på baggrund af de internationale rammer skal afklare mulighederne for at inddrage skovens CO₂-binding i det nationale CO₂ regnskab. Arbejdsgruppen skal bl.a. komme med forslag til, hvordan dette kan give øget incitament til skovrejsning.

Skovrejsning vil som nævnt i praksis binde arealet i al fremtid, dels fordi det er prohibitivt dyrt at rydde etableret skov, dels fordi skovrejsning under skovrejsningslovens tilskudsmuligheder forudsætter, at arealet underlægges fredskovpligt.

Jordbrugets biomassepotentiale

Jordbrugets biomassepotentiale kan deles op i eksisterende overskudsbiomasse og restprodukter (halm, flis, husdyrgødning) og i egentlige energiafgrøder.

I Energikapitlet er der en vurdering af de eksisterende mængder af overskudsbiomasse. Med *Biomassehandlingsplanen af 14. juni 1993* er der sikret anvendelse af en betydelig andel af mængderne af overskudshalm og træflis når aftalen træder i kraft, hvorimod det stadig kun vil være en meget begrænset andel af potentialet for produktion af biogas der udnyttes.

Hertil kommer mulighederne for dyrkning af energiafgrøder. Antages det samlede landbrugsareal til rådighed for energiafgrøder at være 300.000 ha. bliver det samlede energipotentiale fra landbruget ca. 25 PJ stigende til 70 PJ på længere sigt. Hertil kommer, også på længere sigt, 14 Pj. fra skovbruget. P.t. genplantes og nyplantes ca. 10.000 ha./år. Det bør undersøges, hvordan energiproduktionen på disse arealer kan optimeres.

Økonomi i forbindelse med biomasseproduktion

Økonomien i forbindelse med dyrkning af energiafgrøder omfatter dels de variable dyrkningsomkostninger, en fortjeneste eller risikotillæg samt et beløb til dækning af de faste omkostninger, jord, bygninger mv.

Dyrkningsomkostningerne beregnes i det følgende under forudsætning af fuld omkostningsdækning, hvilket bl.a. omfatter afskrivning og forrentning af maskiner og udstyr. I mange tilfælde beregnes dyrkningsomkostningerne ud fra en marginal betragtning, som forudsætter, at jordbrugeren har ledig maskinkapacitet. Derved bliver omkostningerne lavere. Dette vil især kunne blive aktuelt for de enårige traditionelle afgrøder på kort sigt. På længere sigt skal alle omkostninger imidlertid betales og derfor indregnes. Braklægningspræmien skal ikke modregnes i beregningerne af dyrkningsomkostningerne omkostningsberegningerne, idet beløbet også udbetales når jorden braklægges.

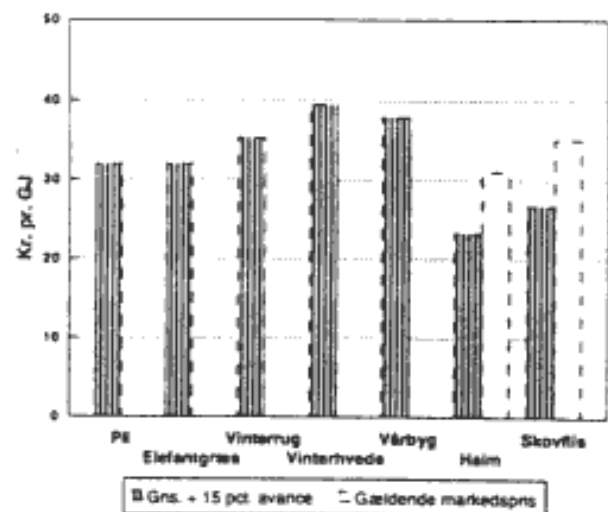
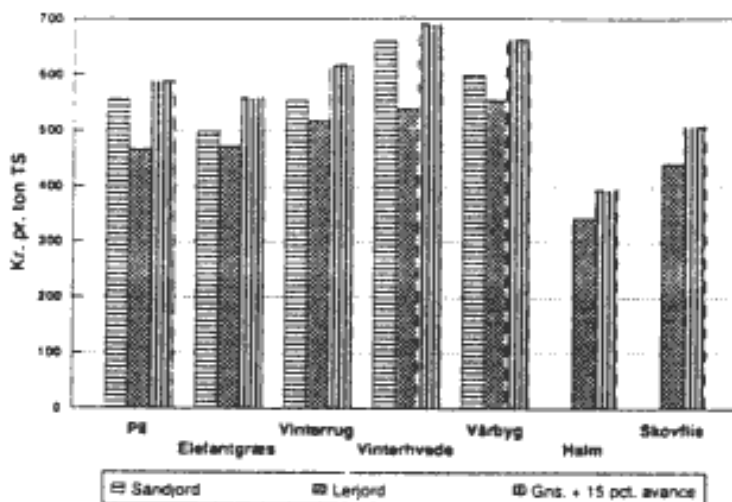
Størrelsen af fortjeneste, eller risikotillæg mv, afhænger bl.a. af afgrøden, hvor traditionelle enårige afgrøder må forventes at have et lavere tillæg end de flerårige. Dertil kommer, at selve markedsprisen naturligvis vil afhænge af udbud og efterspørgsel.

Endelig fremkommer beløbet til dækning af jord og faste installationer normalt som en residual og vil derfor kunne variere betydeligt. Ved dyrkning af energiafgrøder på de udtagne arealer vil braklægningspræmien stort set dække disse omkostninger. Det betyder på den ene side, at energiafgrøder på disse arealer "slipper" for denne omkostning, og på den anden side at energiafgrøder vil blive dyrere uden for de braklagte arealer. Da braklægningsordningen forventes ophørt på længere sigt, betyder det, at energiafgrøderne generelt vil blive dyrere. Et skøn for den gennemsnitlige langsigtede jordrente for planteavl er 1.000- 2.000 kr. pr. hektar, svarende til

200 kr. pr. ton ved et udbytte på 10 ton pr. hektar.

Dyrkningsomkostninger

Dyrkningsomkostningerne omfatter etablering, pleje, høst, lagring og transport samt afvikling, som især vil være af betydning for de flerårige afgrøder. Dyrkningsomkostningerne er beregnet under forudsætning af en realrente på 4 pct. For de enårige afgrøder viser resultaterne omkostningerne idag for god dyrkningspraksis og god udnyttelse af maskiner og udstyr. For de flerårige afgrøder er der først beregnet en nuværdi af de samlede omkostninger over den forventede omdriftsperiode (20 år), hvorefter nuværdien er omregnet til et gennemsnitligt årligt beløb for at gøre disse afgrøder sammenlignelige med de enårige afgrøder. Resultatet af beregningerne er vist i nedstående figur, som kr. pr. ton tørstof og kr. pr. GJ, og som reference er vist omkostningerne ved levering af overskudshalm og skovflis.



Figuren viser dyrkningsomkostninger for en række energiafgrøder.

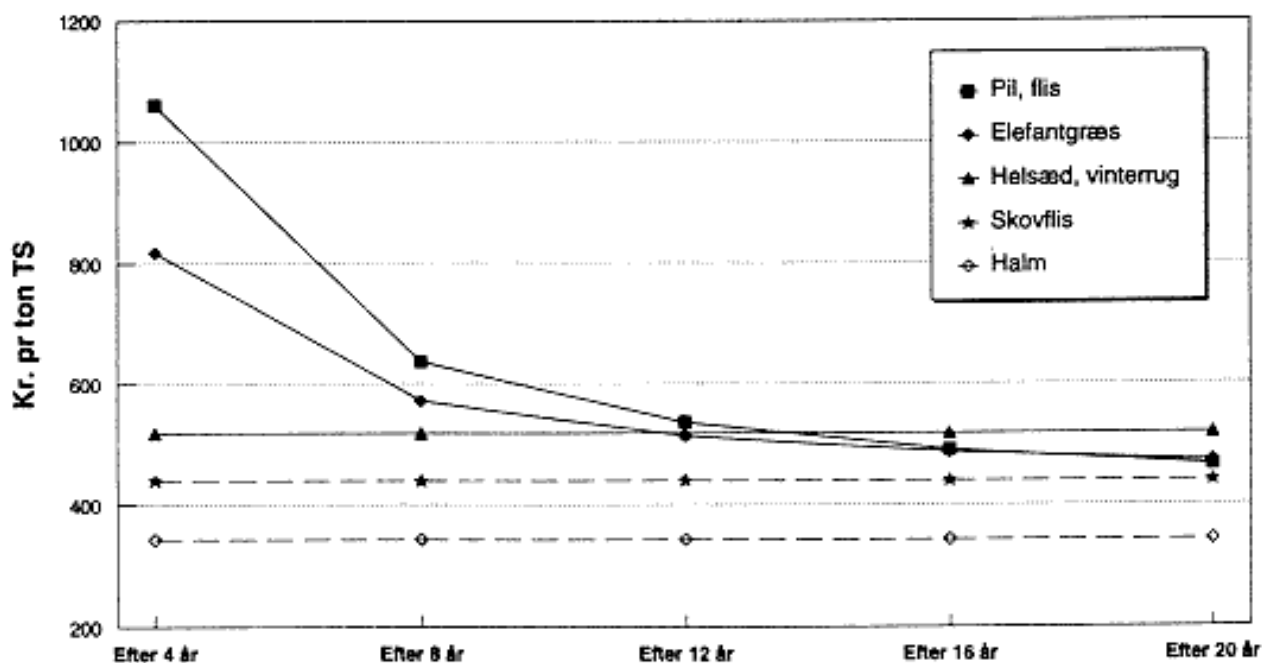
Figuren viser, at dyrkningsomkostningerne vil ligge i området 400 - 600 kr. pr. ton tørstof. Den laveste omkostning er beregnet for pileflis høstet og leveret direkte hele året som våd afgrøde. Denne metode forudsætter imidlertid, at der anvendes mere kvælstofgødning end normalt forudsat for pileydrkning. Metoden kan i en vis udstrækning også anvendes for elefantgræs. De gennemsnitlige omkostninger svarer til en råvareomkostning på godt 425 kr. pr. ton omregnet til 15 pct. vandindhold.

Det er højere end de beregnede omkostninger for overskudshalm, men lavere end de aktuelle afregningspriser for halm til varmeværker. Dette indikerer dels at dyrkeren indregner en "fortjeneste bl.a. til dækning af risiko, ulempe og usikkerhed samt betaling for råvaren, og dels at omkostningerne i mange tilfælde er højere end de beregnede teoretiske omkostninger, bl.a. fordi maskinomkostningerne er højere end

ved rationel stordrift og bjergningsbetingelserne (markstørrelse, -form og -beliggenhed) ikke i alle tilfælde er lige gode.

Ovenstående indikerer, at markedsprisen bliver højere end de i figuren beregnede omkostninger.

En væsentlig forudsætning for omkostningsberegningerne for de flerårige afgrøder er forudsætningen om, at omdriftstiden er 20 år. Betydningen af kortere omdriftstider er illustreret i nedenstående figur.



Figuren viser omdriftstidens betydning for dyrkningsomkostningerne.

Det fremgår af figuren, at gennemsnitsomkostningerne for de flerårige afgrøder først er konkurrencedygtig med de enårige afgrøder ved en omdriftstid på over 12 år. De flerårige afgrøder er således mere økonomisk følsomme overfor alvorlige sygdoms- eller skadedyrsangreb, hvor der ved de enårige afgrøder blot "tabes" et enkelt år, og der næste år vil kunne vælges en anden afgrøde. Følsomheden omfatter også de politiske og markedsmæssige betingelser for produktionen, som let vil kunne ændres i løbet af en 20-årig periode.

Miljømæssige forhold omkring dyrkning af biomasseafgrøder

Dyrkning af jorden medfører altid påvirkninger af miljøet. Det gælder med hensyn til den vilde flora og fauna i de dyrkede arealer, men også det omgivende miljø. Landbruget og miljømyndigheder/naturinteresseorganisationer er ikke altid enige i vurderingen af de miljømæssige forhold og af effekten og mulighederne i de handlingsplaner, der er iværksat på området.

Gødning

Et af de væsentligste problemer i forbindelse med moderne landbrugsdrift er tab af kvælstof til vandmiljøet. Med gennemførelsen af Vandmiljøplanen og de senere politiske opfølgninger i forbindelse med Handlingsplanen for bæredygtigt Landbrug er det søgt at reducere landbrugets udledninger af kvælstof. Der er indført skærpede krav til udbringning af husdyrgødning, således at en større andel udbringes på voksende afgrøder, og der er indført krav med hensyn til minimumsudnyttelse af kvælstoffet i husdyrgødningen.

På arealer med reformbrak må der ikke tilføres gødning. Derimod tillades gødskning af non food afgrøder. Ved dyrkning af enårige energiafgrøder som f.eks. helsæd og raps på brakarealerne må man af hensyn til energiudbyttet acceptere anvendelse af kvælstof.

Dyrkning af energiafgrøder behøver imidlertid ikke at medføre unødigt udvaskning. Gennem dyrkning af afgrøder med reduceret input af indsatsfaktorer vil påvirkningen af omgivelserne kunne reduceres.

Udvaskningsrisikoen afhænger af afgrødernes evne til at opbruge den i jorden tilgængelige næringsstoffpulje og dermed reducere udvaskningsrisikoen i nedbørsrige perioder. Det vil afhænge af længden af planternes vækstsæson, deres rodnet, m.v. Især de flerårige energiafgrøder, især pil og skovtræer, er p.gr. af deres dybtgående rodnet, lange vækstsæson og lange omdrift i stand til at optage store mængder kvælstof.

Der er iværksat undersøgelser ved Statens Planteavlsvforsøg, i første række med hensyn til dyrkning af lav input raps. Men som anført i bl.a. energiafsnittet vil det medføre, at der samtidig sker en ganske betydelig reduktion i den mængde fossil energi, der kan substitueres, ligesom omkostningerne vil blive højere. Såfremt målet ensidigt er en fastlagt reduktion af CO₂ emissionen gennem substitution af fossile brændsler/brændstoffer med biomasse vil det stille krav om stigende arealer jo mere ekstensivt energiafgrøderne ønskes dyrket.

En halvering af kvælstoftilførslen til korn i et enkelt dyrkningsår vil kun give begrænset udbyttereduktion - måske 20-30 pct. Det er imidlertid vigtigt at bemærke, at det ikke vil gælde på arealer i flerårig udtagning, da afgrøderne her ikke fortsat kan udnytte jordens gode næringsstofforsyning. Derfor vil udbyttetabet blive større. Den forholdsvis begrænsede nedgang i det fysiske udbytte kan imidlertid få stor indflydelse på landmandens økonomiske udbytte, da dyrkningsomkostningerne vil være næsten uændrede, mens det lavere udbytte kan reducere indtjeningen markant.

Hertil kommer spørgsmålet om betydningen af andre drivhusgasser (N₂O). Der er endnu ikke nogen sikker korrelation mellem mængden af kvælstofgødning og lattergasemissionen, men derimod synes emissionen i høj grad at være afhængig af fugtigheden og indholdet af organisk stof. Det betyder, at emissionen formodentlig vil være høj fra fugtige lavbundsgrøder.

Sprøjtemidler

Flerårige afgrøder forventes at have en positiv effekt på forbruget af ukrudtsbekæmpelsesmidler sammenlignet med de enårige. Med de prisniveauer, der umiddelbart er udsigt til, vil der imidlertid også for enårige afgrøder kun være basis for en yderst beskedne anvendelse af plantebeskyttelsesmidler. Hertil kommer, at de fleste non food anvendelser vil være langt mindre krævende med hensyn til kvalitet og præsentation af afgrøderne end til traditionelle fødevarer, hvilket kan reducere forbruget yderligere.

Hvor lavt behovet vil være, er imidlertid som for kvælstoffets vedkommende afhængigt af landmandens driftsøkonomiske overvejelser og det aktuelle prisniveau for afgrøder og sprøjtemidler. Som eksempel kan nævnes, at det nu ikke længere er økonomisk rentabelt at gennemføre bekæmpelse af svampesygdomme i raps.

Der er usikkerhed omkring behovet for anvendelse af pesticider til bekæmpelse af svampe og insekter ved dyrkning af flerårige afgrøder. Anvendelse af et ensartet plantemateriale (en eller få pilekloner) kan medføre et forøget behov for bekæmpelse ved angreb af skadevoldere.

I det træproducerende skovbrug er anvendelsen af sprøjtemidler kun aktuel i få år omkring tilplantning. Når skovkulturen er i god vækst vil den hurtigt selv kunne kvæle evt. "ukrudt". Det samme er gældende ved dyrkning af pil i kort rotation.

Forskning

Under Landbrugsministeriets non food forskningsprogram (1993-97) er igangsat en række forskningsprojekter, bl.a. med hensyn til produktion af en- og flerårige afgrøder til energiformål. Der er imidlertid behov for igangsættelse af yderligere undersøgelser.

Biomasse til industriel og bioteknologisk anvendelse

Biomasse kan også anvendes til industrielle formål. Anvendelse af biofibre fra hør, halm og træ er under fortsat udvikling, og det industrielle gennembrud kan ventes indenfor en overskuelig fremtid. Emballager baseret på stivelse og lignocellulose, samt produktion af mælkesyre ved fermentering af afgrøder er ligeledes områder, hvor der pågår en international forsknings- og udviklingsaktivitet.

Når det egentlige industrielle gennembrud har ladet vente på sig, er det på grund af kompleksiteten i den industrielle fremstillingsmetode, og fordi de petrokemiske råvarer har været og vil være tæt bundet til råolieprisen, der er historisk lav. Biomasse til industriel anvendelse får øjensynligt et langsomt gennembrud, da dette område mere styres af markedskononomiske kræfter og forbrugerønsker.

På langt sigt kan det tænkes, at det agro-industrielle område (stivelse, sukker og proteiner) skal omstilles i retning af mere højteknologiske virksomheder, der producerer året rundt, og er orienteret mod flere produkter, højværdi-, mellemværdi- og biprodukter, mens restprodukterne anvendes til procesenergi. Idégrundlaget for disse egentlige bioraffinaderier er under udvikling flere steder i Danmark.

Arealbehovet til disse produktioner kan på langt sigt (næste årti) komme til at spille en ikke uvæsentlig rolle. Et skud vil være 10-50.000 ha eller mere, hvis det lykkes at producere ethanol til konkurrencedygtige priser og andre produkter som mellemværdiprodukter.

Det er væsentligt at få diskuteret arealanvendelsen til skov, natur og biomasse-afgrøder, da der ellers kan opstå en unødvendig kamp om arealressourcerne. Det ville være ønskeligt, hvis der kunne skabes konsensus allerede ved begyndelsen til den store landskabstransformation, der er lagt op til med handlingsplanerne for det åbne land, og med de store landbrugsreformer som landbruget skal tilpasse sig efter EU og GATT forligene.

Fordele for landdistrikter og lokalsamfund

Land- og skovbrug er stadig de vigtigste erhverv i landdistrikterne, og selv om lokalsamfundets økonomi i dag er betydeligt mindre bundet til jordbruget end tidligere, har den økonomiske krise i disse erhverv haft en betydelig afsmittende effekt på landdistrikternes økonomiske, sociale og kulturelle situation, der i dag nærmest må karakteriseres som stagnerende.

Anvendelse af biomasse til energiformål er forbundet med en lang række samfundsmæssige og samfundsøkonomiske fordele for lokalsamfundet ud over de snævert miljø- og energipolitiske. Beslutningen om at anvende store arealer og offentlige tilskud til biomasseproduktion må derfor træffes på et grundlag, der i størst muligt omfang fremmer disse fordele og dermed har størst mulig spredningseffekt til sektorer udenfor den egentlige energiproduktion. Disse spredningseffekter må indgå som et naturligt led i en eksternalitetsberegning for biobrændsler.

De væsentligste interessegrupper med tilknytning til det åbne land er:

- * de primære erhverv: landbrug, skovbrug, gartneri og fiskeri,

- * de lokale håndværks-, industri-, handels- og servicevirksomheder, herunder turisterhvervet,
- * den lokale befolkning,
- * "tilflytterne",
- * de naturmæssige og rekreative interesser, repræsenteret ved f.eks. Danmarks Naturfredningsforening, jagt- og fiskeriforeningerne og Friluftsrådet.

Anvendelsen af store arealer til egentlig produktion af biomasse til energiformål kan skabe konflikter mellem disse interessegrupper. Men det vil samtidig - afhængigt af valg af afgrøder og driftsformer - kunne bidrage til en løsning af lokalsamfundenes problemer som følge af ændrede landbrugsstrukturer, økonomisk stagnation og miljømæssige problemer.

De primære erhverv er afhængige af en fortsat aktiv og produktiv arealanvendelse. Politiske og økonomiske, såvel som juridiske og handelspolitiske bindinger har udhulet den traditionelt frie dispositionsret over arealerne. Samtidig giver biomasseproduktion og tilskud til naturgenopretning og miljøskånsomme driftsformer nye indtægtsmuligheder.

Dyrkning af energiafgrøder kan, især hvis brakarealerne samles i større lokale, bæredygtige enheder, medvirke til at løse landbrugets harmoniproblemer, modvirke handel med brak over store afstande og dermed en uheldig regional koncentration af braklægning og marginalisering.

Biomasseafgrøder kan - igen afhængigt af valg af afgrødetype og driftsform - medvirke til at landbruget bliver i stand til at leve op til Vandmiljøplanens og Pesticidhandlingsplanens krav til reduktion i kvælstofnedslivning og i anvendelsen af sprøjtemidler. Afgrøderne vil kunne indgå som led i den generelle og specifikke naturgenopretning. Hermed kan det politiske pres mod en ekstensivering af landbrugsproduktionen blive lettet. Det vil kunne blive en økonomisk fordelagtig metode til nedbringelse af kvælstof- og pesticidforbruget som sidegevinst til den egentlige biomasseproduktion. En reduktion i kvælstofnedslivningen vil desuden skabe bedre vilkår for fiskeriet i især de indre farvande.

Biomasseproduktion vil, alt andet lige, bedre beskæftigelsessituationen i jordbrugerhvervene og i lokalsamfundet som helhed. Den præcise effekt er imidlertid vanskelig at vurdere.

Danmarks Statistik og Statens Jordbrugsøkonomiske Institut angiver som skønnede gennemsnitsberegninger, at dyrkning af enårige afgrøder medfører et samlet arbejdskraftforbrug på ca. 20 timer pr. ha (inkl. de afledte beskæftigelsesvirkninger, såsom reparation og vedligeholdelse af maskiner). Det direkte arbejdskraftforbrug ved dyrkning og høst skønnes at være 14-16 timer pr. ha (29).

Flerårige energiafgrøder og skov forventes at have et lavere arbejdskraftforbrug end enårige afgrøder.

Det direkte dyrkningsrelaterede arbejdskraftforbrug vil formentlig først og fremmest have den effekt at fastholde den arbejdskraft braklægningen og den almindelige produktivitetsudvikling har overflødiggjort. Landmændene vil formentlig i vid udstrækning selv forestå dyrkningen, i det mindste så længe de kan udnytte eksisterende maskinkapacitet og i det omfang der ikke er behov for specialmaskiner. Det kan modvirke, at de søger over i andre erhverv og/eller stiller op i arbejdsløshedskøen.

Beskæftigelseseffekten vil blive større, jo mere flersidig en driftsform og jo mere integreret anvendelse, der satses på. Naturgenopretning og -pleje vil endvidere have en beskæftigelsesmæssig effekt.

Energistyrelsen anslår beskæftigelseseffekten på halmfyrede kraftvarmeværker til ca. 0,4 mandår pr. 1000 MWh el pr. driftsår. Det er 3 gange mere end tilsvarende naturgasbaserede anlæg.

Ethanol fremstilling angives i Frankrig at skabe 8 jobs pr. tusind ton olieækvivalenter, hvor anvendelse af træ forventes at give 4,5 jobs.

Der vil være en vis merbeskæftigelse i transportsektoren. Den vurderes til 2,7 beskæftigede pr. 1 mill. kr i bruttofaktorindkomst i transportsektoren (29).

Herudover vil en produktion af energiafgrøder og energiskov bidrage positivt til beskæftigelsen i **lokalsamfundet**.

Beskæftigelseseffekten vil afhænge af biomassens forarbejdningsgrad, slutanvendelse og af om den indgår som led i en egentlig industriel anvendelse (bioraffinaderier).

En forøget økonomisk aktivitet vil have afsmittende virkninger på de lokale **håndværks- og servicevirksomheder**, der er afhængige af en fastholdelse af det lokale befolkningsgrundlag.

Landboturismens fremtid er afhængig af et aktivt landbrugserhverv i attraktive omgivelser med mange rekreative muligheder. Hvis der finder et målrettet valg af afgrøder og en bevidst udformning af biomassearealerne sted, kan disse indgå som led i udviklingen af det lokale turisterhverv. Omvendt kan en tilfældig udvikling få uønskede landskabelige konsekvenser, der gør områderne mindre attraktive ud fra en turistmæssig synsvinkel.

Opretholdelsen af **lokalbefolkningens** traditionelle livsformer og kulturelle udviklingsmuligheder er afhængig af en opretholdelse af de lokale sociale institutioner og netværk. En væsentlig del af lokalbefolkningens aktiviteter knytter sig til anvendelsen af det åbne land (jagt, fiskeri, vandreture). Men på længere sigt er lokalsamfundenes overlevelse betinget af deres evne til at tiltrække nyttilflyttere. Samfundsøkonomisk vil det kunne bevirke en nedsættelse af statens, amternes og kommunernes subventionering af infrastruktur og institutioner i lokalområdet, samtidig med at der spares udgifter til de tilsvarende institutioner og strukturer i de større byer. Attraktive naturlige omgivelser og gode rekreative muligheder er væsentlige faktorer i lokalsamfundets markedsføring.

Naturfrednings- og friluftorganisationernes interesser i det åbne land er ikke umiddelbart forenelige med de jordbrugsmæssige interesser. Generelt ønsker de mere ekstensive og miljøvenlige driftsformer. Samtidig har de en klart udtrykt interesse i vedvarende energi og i opretholdelsen af et kulturlandskab præget af jordbrugsmæssige aktiviteter. De braklagte og marginaliseringsstruede områder udgør et potentiale, hvor disse organisationers interesser kan udvikles i kombination med en erhvervmæssig produktion af biomasse til energi.

Den samlede effekt af biomasseproduktion i lokalsamfundet vil være størst ved en kombineret arealanvendelse, der tilgodeser flest mulige af førnævnte interesser. For at opnå det må produktionens placering og art på forhånd underkastes en nøje planlægning. Det vil ganske vist være i modstrid med landbrugets traditionelle ønske om dispositionsfrihed. På den anden side vil energisektorens krav til forsyningssikkerhed og landmandens krav om økonomisk sikkerhed i forbindelse med især flerårige afgrøder alligevel gøre flerårige leveringskontrakter nødvendige. En fortsat ydelse af statstilskud til produktionen vil rent politisk kunne gøres mere "spiselig", hvis den gøres afhængig af overholdelsen af krav til miljø, natur, rekreative muligheder, etc.. I forhold til de nuværende udsigter for anvendelse af de braklagte og marginaliseringsstruede arealer vil den enkelte landmand derfor i realiteten kunne få højere grad af dispositionsfrihed ved en planlagt kombineret arealanvendelse. Styringsproblematikken vil være et væsentligt emne til diskussion før en beslutning om en storstilet biomasseproduktion.

Folketinget vedtog derfor i efteråret 1993 en Handlingsplan for Landdistrikterne med det formål at forbedre erhvervs- og bosætningsmulighederne, ikke blot for landbruget, men for landdistrikterne generelt. En sikring og forbedring af private som offentlige servicetilbud, fremme af traditionelle erhverv som f.eks. landbruget gennem udvikling af bioenergi, alternativ produktion og landboturisme, fremme af de rekreative muligheder. Udbredelse af informations- og transportteknologi, mv. ønskes ligeledes fremmet gennem en række initiativer og tilskudsmuligheder.

Bilag

EU's landbrugspolitik og non food produktion

Produktionsrammerne og dermed også det økonomiske grundlag for landbruget fastlægges i høj grad af de internationale forhold - først og fremmest gennem EU's fælles landbrugspolitik.

Ministerrådet vedtog den 30. juni 1992 en reform af EU's landbrugspolitik. Et af hovedformålene med reformen var at mindske produktionen. Dette søges for de vegetabiliske produkter opnået ved at garantipriserne sænkes, således at afgrødepriserne gradvist nærmer sig verdensmarkedspriserne. Som kompensation for indkomstabene i forhold til den tidligere produktionsafhængige støtte udbetales nu en hektarpræmie direkte til landmanden. For korn gennemføres

prisfaldet over en tre årig periode. Hektarpræmierne fremgår af tabel 1.

På bedrifter, hvor det samlede areal med *reformafgrøder*: korn, olieafgrøder (raps) og proteinafgrøder (ærter) overstiger 17,6 ha, er modtagelse af arealpræmien for reformafgrøderne betinget af, at der braklægges en del af arealet. Fra 1994 er der mulighed for at braklægge såvel indenfor omdrift som udenfor omdrift. Ved braklægning indenfor omdrift, hvor det samme areal kun må braklægges hvert 6. år, er braklægningsprocenten 15. Ved braklægning udenfor omdrift er den generelle braklægningsprocent 20 indenfor EU, men på grund af den danske miljøpolitik er den i Danmark 18 pct.

Der er mulighed for at overføre braklægningsforpligtelsen mellem landmænd mod en tillægsprocent på 3. Generelt kan braklægningsforpligtelsen overføres indenfor en afstand på 20 km. Dette gælder dog ikke, hvis overførslen sker til særligt udpegede miljøfølsomme områder. På den enkelte bedrift må der maksimalt braklægges et areal svarende til halvdelen af det areal der søges hektarstøtte til.

Til de arealer der braklægges udbetales en præmie. I 1993 var den 2109 kr pr. ha. stigende til 2781 kr fra 1994 uanset hvilken braklægningsform der vælges.

Reformen tillader, at arealerne i stedet for braklægning anvendes til produktion af afgrøder til non food formål. Der må kun dyrkes de i tabel 2 anførte afgrøder. Som det ses omfatter den såvel enårige traditionelle afgrøder som korn, raps, ærter og kartofler som flerårige fiber/energi afgrøder som elefantgræs og korttids skovrotationer såsom f.eks. pil. Egentlig skovrejsning og produktion af juletræer og pyntegrønt er ikke tilladt. Braklægningsstøtten udbetales uanset, om arealet anvendes til dyrkning af f.eks. energiafgrøder eller den braklægges - dog udbetales ikke braklægningsstøtte til arealer med non food sukkerroer.

I reformen er også fastlagt, hvilke slutprodukter non food afgrøderne må anvendes til. Der må ikke produceres noget, der primært anvendes til foder eller fødevarer, men det er tilladt at anvende biprodukter hertil, når blot værdien af non food produkterne overstiger værdien heraf. Der må ikke produceres noget, der i forvejen er omfattet af markedsordninger. Det betyder, at et potentielt marked som anvendelse af stivelse fra korn eller kartofler til produktion af biologisk nedbrydelig plast ikke er tilladt. Det er tilladt at anvende afgrøderne til produktion af motorbrændstoffer såsom ethanol og rapsolie samt derivater heraf. EU forordningen tillader også afbrænding af afgrøderne i kraftværker, dog tillades enårige afgrøder ikke anvendt i individuelle fyr (gårdfyr).

Tabellen angiver hektarpræmier for reformafgrøder*.

Afgrøde	kr pr. ha
Korn 1993	1172
1994	1708
1995-	2195
Raps 1993-	3839
Ærter 1993-	3172
Brak 1993	2109
1994-	2781

* Støttesatsen i kr afhænger af kursen pr. 1. juli.

Tabellen angiver afgrøder, der tillades dyrket på udtagne arealer

hurtigtvoksende skovtræer med en primær produktionstid på højst 10 år
stauder, f.eks. *Mischanthus sinensis*
andre frilandsplanter, f.eks. *Kenaf hibiscus cannabinus*
kartofler
sukkerroer
ærter valskbønner
kommen
spelt, blød hvede og blandsæd, rug, byg, havre, majs, tritikale, boghvede, hirse
sojabønner, raps, rygs, jordnødder, hørfrø, solsikkefrø, bomuldsfrø, ricinusfrø, sesamfrø, sennepsfrø
bitterlupin
planter og plantedele (herunder frø og frugter), som hovedsageligt anvendes til
fremstilling af parfumer, farmaceutiske produkter, insektbekæmpelsesmidler,
afsvampningsmidler o.lign., dog ikke lavendel, lavendin og salvie
vegetabiliske materialer, der anvendes til kurvemagerarbejder og andre flettede
arbejder, som stoppematerialer eller børstenbinderarbejder.

I 1993 var ialt braklagt ca. 205.000 ha. I 1994 er arealet ca. 260.000 ha. De netop afsluttede GATT forhandlinger om en liberalisering af verdenshandelen kan imidlertid medføre, at et større areal braklægges.

Med GATT aftalen er ligeledes indgået en oliefrøaftale mellem EU og USA. Den indebærer en overgrænse for oliefrøproduktionen på brakarealer svarende til 1 mill. ton oliekg. Det svarer til ialt ca. 500.000 ha raps indenfor EU eller op imod en mill. ha olieafgrøder ved et varieret olieafgrødevalg (solsikke, vinter- og vårraps, m.v.).

Ledsageforanstaltningerne

I tilknytning til reformen er vedtaget en række ledsageforanstaltninger, der også skal bidrage til at nedbringe produktionen: miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger (ekstensivering), ophørsordning (førtidspensionering for landmænd, der er fyldt 55 år), og skovrejsning.

Ekstensiveringsordningen

Indenfor ekstensiveringsordningen gives der tilskud til foranstaltninger, der kan medvirke til at fremme en miljøvenlig og ekstensiv drift af landbrugsarealerne, samt påvirke grundvandsressourcerne mindst muligt. Ordningen administreres af Jordbrugsdirektoratet.

Der gælder følgende ordninger:

- * reduktion af kvælstoftilførslen
- * sprøjtefrie randzoner
- * omlægning af agerjord til græsarealer uden for omdrift
- * opretholdelse af græsarealer uden for omdrift
- * udlæg af italiensk rajgræs i kornafgrøder
- * 20 årig udtagning

Ordningerne kan generelt anvendes af landmænd overalt i landet på arealer, der ikke er udlagt med reformbrak. Dog kan ordningerne med tilskud til sprøjtefri randzoner og til 20 årig udtagning kun anvendes indenfor særligt følsomme landbrugsområder (SFL-områder), som udpeges af amterne i løbet af 1994. Tilskud til 20 årig udtagning bliver i første omgang kun tilbudt til jordbrugere i de tre nordjyske amter Viborg, Århus og Nordjylland med henblik på at beskytte særligt nitratbelastede grundvandsområder.

For de øvrige ordninger gælder, at der udbetales et tillæg til det normale tilskud, såfremt området ligger indenfor SFL-områderne.

Generelt kan der ikke gives tilskud til mere end en miljøvenlig jordbrugsforanstaltning på det samme areal, dog kan

tilskud til nedsættelse af kvælstoftilførslen, tilskud til etablering af sprøjtefri randzoner og tilskud til udlæg af italiensk rajgræs i kornafgrøder gives til samme areal.

I nedenstående tabel er der en oversigt over de gældende tilskudssatser.

Årlige tilskud, kr pr. ha.

udbetalingsår	1995	1996 og fremefter
nedsættelse af kvælstoftilførslen	525	400
sprøjtefrie randzoner	1,75 kr pr. meter	1,75 kr pr. meter
omlægning af agerjord til græs, niveau 1	810	615
niveau 2	1.400	1.100
opretholdelse af græs niveau 1	375	375
niveau 2	575	550
italiensk rajgræs	275	250
20-årig udtagning	2.110	1.015

Ligger arealerne indenfor SFL-områder, der er udpeget specielt med henblik på anvendelsen af en given ordning, kan der udbetales et tillæg som angivet nedenfor.

Tillæg for arealer indenfor SFL-områder.

udbetalingsår	1995	1996 og fremefter
Nedsat kvælstoftilførsel		
hidtidig udbytte, hkg/ha 0-44,9	600	500
45,0-59,9	700	600
60,0 og derover	800	700
Omlægning, niveau 1		
hidtidigt udbytte, hkg/ha 0-44,9	1.010	815
45,0-59,9	1.310	1.115
60,0 og derover	1.610	1.415
Omlægning, niveau 2		
hidtidigt udbytte, hkg/ha 0-44,9		
45,0-59,9		
60,0 og derover		
Opretholdelse, niveau 1	625	600
Opretholdelse, niveau 2	875	850
Italiensk rajgræs	425	400

Natur og miljø

Den stigende koncentration af drivhusgasser i atmosfæren og de mulige følger for klimaet er et af de største globale miljøproblemer. Anvendelsen af biomasse, herunder energiafgrøder, i stedet for fossile brændsler kan bidrage til at reducere den heraf følgende drivhuseffekt. Ud fra et miljøsynspunkt er det væsentligste argument for en omfattende dyrkning og anvendelse af energiafgrøder.

Men dyrkning og anvendelse af energiafgrøder og håndtering af restprodukterne har også andre væsentlige konsekvenser for miljøet og naturen. Et af formålene med demonstrationsprojekterne er bl.a. derfor at foretage en samlet vurdering af effekten på natur og miljø i form af en livscyklusanalyse eller eksternalitetsvurdering, hvor fordele og ulemper i hvert enkelt led opgøres. Princippet om flersidighed i arealanvendelsen og fremme af de miljø- og naturmæssige kvaliteter i landskabet må fastholdes som overordnet princip.

Effekten på natur og miljø afhænger dels af lokalisering, afgrøde (hvor der skelnes mellem enårige, flerårige i kort rotation og skov) og det tilhørende produktionssystem, dels af afgrødens anvendelse og af restproduktet.

I de kommende år vil der, som nævnt i jordbrugsafsnittet, formentlig blive udtaget op imod 300.000 ha. landbrugsjord i Danmark, og der vil i løbet af en trægeneration blive rejst skov på op til 500.000 ha. Det drejer sig om jord, som hidtil har været anvendt til landbrugsproduktion.

Braklægningsordningen giver mulighed for at forbedre naturværdier, landskab og miljøforhold. Braklægningsordningen indeholder også mulighed for dyrkning af enårige og flerårige non-food afgrøder på de udtagne arealer. Dyrkning af disse non-food afgrøder og forbedring af naturværdier m.v. kan, såfremt driften tilrettelægges herefter, i et vist omfang være forenelige på samme tid og sted.

Mens braklægningsordningen er EU's svar på problemet med overskudsproduktion, er det op til medlemsstaterne at varetage miljøhensynet hermed. I Danmark er det således forbudt at sprøjte, vande og gødske på de udtagne jorder. Dette forbud gælder imidlertid ikke, når der dyrkes non-food-afgrøder på de udtagne arealer.

Det er således ikke tilstrækkeligt kun at tage hensyn til de dyrkningsmæssige og energimæssige forhold i biomasseproduktionen. De natur- og miljømæssige forbedringer vil ikke blive realiseret, såfremt der satses ensidigt på energiafgrøder. Derimod skønnes der at være gode muligheder for at tilgodese begge hensyn gennem en afbalanceret løsning. Produktionspotentialet i jordbrugsafsnittet er således beregnet ud fra en arealfordeling, som bygger på denne forudsætning.

Det forudsættes heri, at de mest følsomme arealer udlægges til naturformål, og at grundvands- og naturinteresser sikres på andre arealer, eksempelvis gennem skovrejsning eller dyrkning af særlige afgrøder og med reduceret brug af indsatsfaktorer. Andre betydelige arealer vil - under forudsætning af at problemet med udvaskning af gødning og pesticider løses tilfredsstillende jvf. vandmiljø- og pesticidhandlingsplanen - kunne dyrkes med energiafgrøder uden væsentlige negative konsekvenser for naturen og miljøet.

Med braklægningsordningen er der fokus på de braklagte arealer; men på lidt længere sigt må det forventes, at det samlede land- og skovbrugsareal indgår i overvejelserne om at lade jordbruget bidrage yderligere til landets energiforsyning. Der er således perspektiv i at satse på en forenet og flersidig jordbrugsproduktion, hvor der samtidig med en integreret og flersidig produktion af biomasse til energi og industrielle formål samt fødevarer eller gavntræ tages hensyn til miljø, natur, landskab, friluftsliv mv.. Det vil være en væsentlig opgave for demonstrationsprojekterne at finde frem til sådanne afbalancerede løsninger.

Det amerikanske teknologinævn, OTA (Office of Technology Assessment) anbefaler i en rapport fra 1993 om "Energiafgrødernes potentielle miljømæssige virkninger", at der opstilles retningslinier for miljørigtig dyrkning og udnyttelse af energiafgrøder. Disse retningslinier skal omfatte regler for hvor, hvornår og hvordan, det skal være tilladt at dyrke energiafgrøder, så der tages mest muligt hensyn til grundvandsressourcer, fugle- og dyreliv, landskab, etc..

Rapporten understreger, at den positive virkning på miljøet ikke kommer af sig selv. En overintensiv udnyttelse af

landbrugsjorden for at opnå så højt udbytte af energiafgrøder som muligt, vil være mere til skade end til gavn for miljøet. Dyrkes og anvendes de derimod bæredygtigt under en form, hvor hensynet til naturen vejer tungt, har de en række miljøfordele, der tilsammen betyder en mindre belastning af miljøet, end de traditionelle landbrugsafgrøder. Rapporten nævner mindre input af gødning og pesticider, forbedring af jordstrukturen og øgning af den biologiske diversitet.

Mål og virkemidler

Samfundsmæssigt set er det en overordnet interesse, at naturen vedblivende kan tjene så mange formål som muligt: Jordbrugsmæssige, miljømæssige, naturmæssige, rekreative og kulturhistoriske foruden æstetiske og psykologiske.

Denne balance kan bl.a. understøttes og udbygges gennem en koordinering af de forskellige virkemidler, som administreres af Landbrugsministeriet, Miljøministeriet og amtskommunerne. Det gælder ikke mindst de forskellige tilskudsordninger, der kan bidrage til at sikre en arealanvendelse, der fremmer beskyttelse af den biologiske mangfoldighed, vandmiljøet, landskabet mv.

Der bør derfor være størst muligt samspil mellem tilskudsordninger til arealer, som fortsat skal anvendes til en rationel og relativ intensiv landbrugsdrift, til arealer der ønskes opretholdt i en ekstensiv landbrugsmæssig drift (som værdifulde naturtyper), til arealer, hvor der ønskes produktion af energiafgrøder eller som skal braklægges, og til de arealer, der med al sandsynlighed vil gå helt ud af landbrugsmæssig drift. Hertil kommer et balanceret samspil med virkemidler til skovrejsning og naturgenopretning.

Balancen mellem hensynet til forskellige interesser og samspillet mellem ordninger, der regulerer arealanvendelsen, kan understøttes og udbygges ved at dyrkningen af energiafgrøder sker på et bredt samfundsøkonomisk fornuftigt grundlag. Eksisterende og potentielle overskudsmængder af biomasse bør således anvendes forud for en ny og omfattende produktion af biomasse til anvendelsesområder, hvor overskudsmængderne kan benyttes. Og på baggrund af livscyklus-analyser bør de produktions- og anvendelsesformer foretrækkes, der under hensyntagen til naturen og miljøet iøvrigt giver størst muligt energieffektivitet og billigst og størst mulig reduktion af drivhusgasser og andre skadelige emissioner.

Det kræver samtidig et udbredt samarbejde mellem de interessegrupper og offentlige myndigheder, der har naturen som virkefelt: landbrugets- og skovbrugets organisationer, de naturbeskyttende og rekreative organisationer, Landbrugsministeriet, Miljøministeriet, amter og kommuner.

I forbindelse med dyrkning af energiafgrøder på braklagte og marginaliserede arealer må der derfor, ud over jordbrugserhvervets økonomi og struktur, inddrages perspektiver, konsekvenser og virkninger på landskab, natur, miljø og befolkningens rekreative muligheder. Hertil kommer kulturhistoriske forhold.

Ud fra en landskabsmæssig og æstetisk synsvinkel bør det flersidige og varierede prioriteres fremfor det ensartede. Skovbruget sigter allerede nu mod det flersidige og varierede landskab, ligesom landbruget i de seneste år har gjort en indsats for at forbedre naturindholdet på de dyrkede jorder gennem oprettelse af småbiotoper som vandhuller, remiser, levende hegn osv.. Det bør bemærkes, at et område, der landbrugsmæssigt set er marginalt, ikke behøver at være marginalt ud fra en landskabsmæssigt synsvinkel - og omvendt.

Ud fra en naturmæssig synsvinkel skal sårbare og sjældne arealer, planter og dyr, samt samfund af disse beskyttes og reetableres. Som eksempler på sådanne arealer kan nævnes fugtige lavbundsjorder som enge, ådale, sø-landskaber og naturskove.

Ud fra en miljømæssig synsvinkel skal der tages hensyn til specielt belastningen af vand- og luftmiljøet. Der kan f.eks. peges på problemstillingen omkring anvendelsen af gødning og pesticider.

Ud fra en friluftsmæssig synsvinkel bør de rekreative interesser varetages. Her tænkes både på opfyldelsen af befolkningens behov og på værdien i turistmæssig henseende.

Ud fra en kulturhistorisk synsvinkel er det åbne land et kulturlandskab, præget af fortidens og nutidens økonomiske og

produktionsmæssige vilkår og kulturhistoriske levn. Anlæg af biomassearealer må tage hensyn til disse historiske elementer. Et særligt hensyn må tages til de jordfaste fortidsmindesmærker. Landskabet skal stadig bevare et præg af at være et aktivt anvendt kulturlandskab, med mere eller mindre urørte åbne arealer eller skove ind imellem.

Internationale og nationale aftaler

Globalt som nationalt forarmes naturen som følge af befolkningstilvækst og øget økonomisk aktivitet. Dyre- og plantearter trues af udryddelse, fordi deres levesteder og økosystemer påvirkes. Den største påvirkningsfaktor er jordbruget, især landbruget, der er den største arealforvalter. Påvirkningen af den biologiske mangfoldighed er øget i takt med den generelle intensivning af fødevareproduktionen.

Danmark har gennem en række internationale aftaler forpligtiget sig til at arbejde for en bevarelse af den biologiske mangfoldighed: Biodiversitetskonventionen (26) fra Rio 1992, Ramsar-konventionen (37) om beskyttelse af vådområder, EF's Fuglebeskyttelsesdirektiv (9), Bern-konventionen (3) (Den Europæiske Naturbeskyttelseskonvention), EF's Habitatsdirektiv (9a) (svarende til Bern-konventionen) og Bonn-konventionen (9a) (mellestatslig beskyttelse af vandrende og trækkende arter af vilde dyr og fugle).

På det nationale plan udmøntes Biodiversitetskonventionen i en national strategi for bevarelse af den biologiske mangfoldighed. Af virkemidler kan nævnes dels planlovgivningen og den amtslige og kommunale planlægning, der skal tage naturbeskyttelseshensyn, dels Naturbeskyttelsesloven, der virker gennem en generel og specifik biotopbeskyttelse og beskyttelseslinier, suppleret med naturpleje og naturgenopretning samt artsbeskyttelse ved Jagtloven.

Af særlig betydning for biomasseproduktionen kan nævnes:

- * at en række naturtyper (moser, heder, enge m.v.) bl.a. efter Naturbeskyttelsesloven af hensyn til det naturlige dyre- og planteliv er beskyttet mod ændringer. Disse forbud omfatter etablering af energiafgrøder,
- * at der efter Naturbeskyttelsesloven er forbud mod skovtilplantning inden for en række områder, herunder områder omfattet af strandbeskyttelseslinien (300 m), sø- og åbeskyttelseslinien (150 m) og beskyttelseslinien omkring registrerede fortidsminder (100 m) samt en lang række fredninger. Disse tilplantningsforbud omfatter efter Skov- og Naturstyrelsens opfattelse tillige højt voksende, flerårige energiafgrøder som elefantgræs, pil og poppel,
- * at der i regionplanerne er udpeget områder, hvor skovrejsning er uønsket, de såkaldte minusområder. Inden for disse områder vil etablering af flerårige, højt voksende energiafgrøder som pil og elefantgræs have samme uønskede effekt som skovrejsning. Dette er ikke tilfældet med enårige energiafgrøder.
- * at etablering af flerårige energiafgrøder som pil og elefantgræs samt skov vil være uønskede inden for alle EF's fuglebeskyttelsesområder, der ikke er udpeget af hensyn til skovfugle.

I alt er 15-20 % af landets areal pålagt beskyttelsesbestemmelser (fredninger, bestemte naturtyper og beskyttelseslinier) efter Naturbeskyttelsesloven. Ofte er et areal beskyttet efter flere bestemmelser.

Ud over de områder, hvor der i forvejen er tilplantningsforbud efter Naturbeskyttelsesloven, indebærer minusområderne at der ikke kan plantes skov med offentlig støtte på ca. 5% af det åbne land. Udpegningen af "minus"-områder er sket med henblik på at varetage væsentlige biologiske, kulturhistoriske, geologiske og landskabelige hensyn.

Skovloven sikrer gennem fredskovsplikten skovenes fortsatte eksistens, foruden at den yder særlig beskyttelse til egekrat og småbiotoper.

Naturskovsstrategien til bevarelse af genressourcerne for træarter og for skovenes dyre- og planteliv tilstræber inden år 2040, at mindst 10% af det nuværende skovareal (40.000 ha.) skal udgøres af naturskov, hvor det antages at gensemæssningen er af mere oprindelig karakter, herunder urørt skov (6-8.000 ha.), stævnings- og græsningskov

(6.500 ha.) og højskov. 1/4 af det samlede skovareal skønnes at have naturskovskarakter (5).

For at forbedre naturgrundlaget og sikre en fremtidig national forsyning af gavntre foretages en omfattende skovrejsning: skovarealet skal fordobles over en periode på 80-100 år, svarende til en tilplantning på ca. 5.000 ha. om året. Nye skove må plantes, hvor de ud over produktionsværdier samtidig giver den bedste beskyttelse af grundvand og de største rekreative værdier.

En stor del af de kommende års investeringer i naturgenopretning og skovtilplantning vil fortsat ske på de marginale landbrugsarealer. Skovrejsning vil dog også finde sted på de bedre jorder.

Desuden vil naturgenopretning de næste 10-20 år på typisk de marginale landbrugsarealer føre til genskabelse af tidligere vådområder. Disse investeringer skal supplere de driftstilskud til natur- og miljøvenlige driftsformer, som landmændene kan få - delvist finansieret af EU. "Lov om jordfordeling" er revideret, så naturgenopretning i større samlede områder gennem jordfordeling er blevet mulig.

Landbrug, skovbrug, fiskeri og råstofindvinding er i følge lovgivningen forpligtiget til at tage natur- og miljøhensyn.

På landbrugsområdet kommer miljøhensynet desuden ind gennem EU's landbrugspolitik, hvor de 5-årige braklægningsaftaler sikrer relativt artsrige brakmarker, og hvor især Landbrugspolitikens ledsageforanstaltninger rummer hensyn til natur og miljø i form af tilskud til miljøvenlige jordbrugsforanstaltninger (ekstensiveringsordningerne), der omfatter tilskud til

- * reduktion af kvælstoftilførslerne,
- * sprøjtefri randzoner,
- * omlægning til og opretholdelse af græsarealer uden for omdrift,
- * skovrejsning.
- * 20-årig udtagning af agerjord indenfor højt prioriterede beskyttelsesområder, m.m.. På disse arealer kan naturgenopretning finde sted.

Disse foranstaltninger kan kun gennemføres på arealer, der ikke er udlagt med reformbrak eller non-food, herunder energiafgrøder. Danmark udnytter ikke disse ordninger fuldt ud.

Staten kan fastsætte særlige regler og sanktioner i forbindelse med dyrkning af energiafgrøder på brakarealer. Som eksempel kan nævnes, at der ikke må dyrkes non-food afgrøder, når brakjord overføres uden afstandskrav til særlige følsomme landbrugsområder (SFL-områder).

Den danske natur og biomasseproduktionen

Dyrkning af jorden vil altid påvirke miljøet. Men landbrug og skovbrug er gennem dette århundrede blevet intensiveret i en grad, så virkningen er blevet større og nu har nået et omfang, der har gjort, at uønskede virkninger søges reduceret.

Ifølge Danmarks Miljøundersøgelser er tabet af næringsstoffer og kemiske stoffer, herunder pesticider, fra de dyrkede arealer til omgivelserne hovedårsagen til en række af de væsentligste nationale miljøproblemer: eutrofiering af overfladevande, kontaminering af grundvandsressourcer og tab af biodiversitet (7). Men samtidig er agerlandet med dets skakbræt af forskellige afgrøder og dyrkningsmetoder et væsentligt landskabsæstetisk element.

Skovene, de vedvarende græsarealer, heder, moser og øvrige småbiotoper har en positiv indvirkning på miljøet gennem f.eks. sikring af grundvandsressourcernes kvalitet. Hertil kommer skovens CO₂-binding. Disse arealers artsrigdom er samtidig med til at sikre den biologiske mangfoldighed i det vilde danske dyre- og planteliv.

For turisme og friluftsliv har specielt skovene stor betydning. Men den øgede efterspørgsel efter egnede arealer til de forskellige former for friluftsliv øger presset på arealressourcerne og på plante- og dyrelivet. Ofte er der konflikt mellem de forskellige friluftslivsinteresser. Udpegning af egnede arealer til de mest forstyrrende former for friluftslivsaktiviteter vil kunne lette presset på de mere sårbare områder. Produktion af biomasse vil kunne indgå i forbindelse med mange af disse arealer.

Biotoper og arter

Samlet set er biotoper i stort tal forsvundet eller forringet de sidste 100 år som følge af menneskelig aktivitet (7):

Tilbagegangen i agerlandets småbiotoper i perioden 1884-1974 (7)

Søer og damme	69 %
Moser	60 %
Grøfter og vandløb	60 %
Hegn og diger	41 %
Veje inkl. markveje	28 %

De i øjeblikket dominerende signaler og udviklingstendenser i landbruget indikerer måske en udvikling mod en ændret arealanvendelse. Der er tegn på marginalisering og interesse for f.eks. privat skovtilplantning i de midt- og vestjyske områder og på Djursland. En række lavbundsarealer i disse områder, f.eks. i ådale og på strandenge, opgives og gror gradvist til i disse år. Endvidere er der genskabt en række vandområder og sammenhængende spredningskorridorer i landskabet, ligesom naturbeskyttelsesloven har medført skærpede beskyttelseskrav for en række arealtyper.

Der er dog modsætningfyldte tendenser på området. Men det må fremhæves, at mere end 100 års tilbagegang for halvkultur- og naturarealet i Danmark trods alt er ved at stoppe her kort før årtusindskiftet som følge af reguleringer og tilskud til en ændret arealanvendelse. Vi har med andre ord allerede i dag en række brugbare virkemidler, når det gælder en sikring af naturindholdet i landskabet.

Agerlandets småbiotoper

Tilbagegangen i agerlandets småbiotoper, ophør af græsning på overdrev og enge og opfyldning og eutrofiering af vandhuller har ført til forskydninger i artssammensætning og nedgang for mange arter: 353 plante- og dyrearter er forsvundet fra Danmark siden 1850; 34 % af de tilbageværende arter er beskyttelseskrævende. Medvirkende hertil har været landskabets fragmentering i isolerede biotoper. Det har nedsat arternes spredningsmuligheder og øget den genetiske isolation. Som følge heraf er mange arter forsvundet lokalt.

De tre hovedkategorier af afgrøder: enårige traditionelle landbrugsafgrøder, flerårige afgrøder i kort rotation som pil og elefantgræs og skov med integreret produktion af energitræ, har hver især forskellige konsekvenser for landskabets udseende og naturindhold. Anlægs måder og driftsformer er væsentlige for bedømmelsen af de naturmæssige konsekvenser.

Der er et større naturindhold og flere rekreative værdier i varierede skove med den dertil hørende bundvegetation og fauna end i monotone kulturer og flerårige afgrøder i kort rotation. Og der er som afveksling et større naturindhold i de flerårige afgrøder i kort rotation end i enårige, f.eks. kornafgrøder, hvor markerne kultiveres årligt. Under alle omstændigheder kan der kompenseres for monokulturernes negative virkninger, hvis biomassearealerne anlægges med størst muligt naturindhold for øje: uberørte bræmmer, korridorer, skovbryn, vandhuller og lignende småbiotoper.

Ud fra et natur- og miljømæssigt synspunkt er det - når der ses bort fra miljømæssige perspektiver ved slutanvendelsen - vanskeligt at se fordelene ved en massiv, traditionel dyrkning af enårige non-food afgrøder. På den anden side er netop de enårige afgrøder mange steder et markant og væsentligt landskabsæstetisk element.

Under alle omstændigheder er det vigtigt, at der anvendes et velegnet og veltilpasset plantemateriale, som ikke er "aggressivt", dvs. spreder sig ukontrolleret i landskabet.

De seneste års begyndende marginalisering og naturgenopretning har ført til genoprettelse af mange småbiotoper i agerlandet og til skabelse af nye. Hensigtsmæssig anlæg og drift af især skove og flerårige energiafgrøder vil yderligere kunne accelerere denne udvikling og medvirke til at binde biotoperne sammen i større netværk.

Vandløbene

Vandløbene er mange steder påvirket af mindsket vandføring, ligesom stigende forurening har betydet færre arter i vandløbene.

Under forudsætning af rigtig placering i landskabet og hvis afgrøderne ikke kunstvandes, hvilket prisforholdene taler imod, vil flerårige energiplantninger af en vis størrelse kunne fungere som renseanlæg og "svamp", bl.a. for landbrugets drænvand. Den senere langsomme frigivelse af vandet vil have en gunstig virkning for vandløbene.

Efter Naturbeskyttelsesloven er der tilplantningsforbud inden for åbeskyttelseslinien (150 m), ligesom der er dyrkningsforbud nærmere end 2 m. fra bredden langs naturlige eller i regionalplanlægningen højt målsatte vandløb.

Skovene

Det danske skovareal er 4-doblet siden skovlovens vedtagelse i 1805 og udgør i dag ca. 500.000 ha. eller ca. 12% af arealet (inkl. ubevoksede statsskovarealer). Der er kun få genetiske efterkommere tilbage af den skov, der stod dengang. I statsskovene ca. 1800 ha., mens det anslås, at der ialt er omkring 30.000 ha. inden for det samlede skovareal. Danmark er stadig et skovfattigt land i international sammenhæng.

Med den første skovlov blev grunden lagt til, at det primære driftsformål i skovene skulle være træproduktion. Resultatet blev på grund af de barske klimatiske vilkår for datidens tilplantninger et stort antal nåletræsplantager. Mange af disse er som biotoper betragtet meget lidt værdifulde.

Den seneste skovlov lægger, ud over træproduktion, for hele det danske skovareal vægt på landskabelige, natur- og kulturhistoriske og miljøbeskyttende hensyn samt hensyn til friluftslivet. Ud over at der således, som en overordnet målsætning, tages flersidige hensyn ved driften af alle skovarealer, udøves der som nævnt en særlig indsats for at bevare genressourcerne for træarter og skovens dyre- og planteliv gennem Naturskogsstrategien.

Anlægges de kommende skove med artsvariation og stort indhold af småbiotoper som vandhuller, enge og skovbryn vil den gavnlige effekt på plante- og dyrelivet kunne blive betragtelig. Hertil kommer den generelle effekt, binding af store mængder CO₂ har på det globale klima. Den danske målsætning om at fordoble skovarealet vil kunne fiksere CO₂, der over en 100-årig periode svarer til ca. 1/4 af det nuværende mål for CO₂ reduktion på 20%.

Der kan i det nationale CO₂-regnskab ved skovtilplantning med fredsskovspligt medregnes en internationalt anerkendt CO₂-reservoir funktion, der svarer til den mængde CO₂, der i gennemsnit over tid og rum bindes i skoven.

Med et udtrykt ønske om en øget skovrejsning og naturgenopretning kan det ud fra et skovbrugsmæssigt synspunkt forekomme paradoksalt, at skovtilplantning ifølge EU-reglerne ikke tillades på brakarealer, hvor piledyrkning med 20-årig omdrift er tilladt. I den nuværende braklægningsordning forudsættes, at arealerne bevares som agerjord, hvorved der i relation til de nationale ønsker om øget skovrejsning og naturgenopretning ikke er en tilstrækkelig tilskyndelse til at lade arealerne udgå helt af landbrugsproduktionen og lade dem overgå til disse anvendelser. Landbrugspolitikken ledsageforanstaltninger rummer støttemuligheder for skovrejsning.

Eutrofiering

Forøget tilførsel af næringsstoffer (kvælstof, fosfor og organisk stof) medfører, især i søer, kystnære områder og i havet, forøget tilvækst af planktonalger med forringet sigtedybde og evt. iltsvind til følge. Bundens plantevækst og dyrebestand reduceres og artssammensætningen ændres.

Eutrofieringen af det danske vandmiljø har været stærkt stigende som følge af det kraftigt forøgede gødskningsniveau. Over 70% af de danske kvælstoftilførsler fra land til det marine miljø stammer fra landbruget, heraf omkring 69% af tilførslerne fra land gennem vandløb og direkte udledninger, medens 25% af den atmosfæriske deposition angives at stamme fra landbruget (ammoniakfordampning). 60 - 80% af tilførslerne til vandløb og søer kan tilskrives landbrugets dyrkningsarealer. I alt tilskrives landbruget 81 % af tilførslerne til vandløb og søer (7). Der kan ikke konstateres nogen nedadgående tendens i udledningen eller i tilstedeværelsen af kvælstof i søer og vandløb. Tværtimod viser målinger af udvaskning fra rodzonen og afstrømningen i vandløb en svagt stigende tendens, som dog helt eller delvist kan tilskrives klimatiske variationer.

Udvikling i kvælstofbelastningen til de marine områder i perioden 1989-92 (kvælstof (tot-N), ton pr. år).

	Vandløb	Direkte udledninger	Ialt
År 1989	61.883	16.659	78.542
År 1990	97.058	14.890	111.948
År 1991	78.468	13.494	91.962
År 1992	91.721	12.459	104.180

Vandløbenes tilstand påvirkes især af udledningen af organisk stof og ændringer i den fysiske tilstand gennem f.eks. udretninger og grundvandssænkning, mens kvælstof (og fosfor fra især husholdningsspildevand) især påvirker søer, kystnære områder og det åbne hav. Kvælstofkoncentrationen i de 6 største danske vandløbssystemer er fordoblet siden 1898. Målinger i Skjern Å, Gudenåen og Odense Å siden 1967 viser sammenfald mellem udviklingen i kvælstofforbrug og kvælstofudvaskning (7). Miljøtilstanden i mange søer er ringe med udbredt forekomst af planktonalger og ringe sigtddybde.

Landbruget har igennem snart 10 år gjort en stor indsats for at opfylde NPO-planens og Vandmiljøplanen regelsæt:

* Gårdbidraget er nedbragt med 15.000 t. og i det store og hele elimineret.

* Ammoniakfordampningen er reduceret med 15.000 t.

* Arealet med vintergrønne marker er nu (92/93) oppe på ca. 84%, brakarealerne inklusive, mod kravet om 65 % (43a).

* 88% af husdyrbrugene opfyldte i oktober 1992 de gamle krav til opbevaringskapacitet for husdyrgødning. De strammere regler for udbringning fra dec. 1991 har dog medført skærpede krav til opbevaringskapacitet, som kun 53 % i oktober 1993 mener at kunne opfylde. Mange skal nu for anden gang investere i forøget opbevaringskapacitet (28).

* Over 70% af gyllen udbringes nu om foråret, hvor udnyttelsen er størst og udvaskningen mindst. Udnyttelsesprocenten for husdyrgødning er følgelig stigende og nærmer sig de 40%. Målet er 45% for svinegylle, 40 % for kvæggylle for 1993, stigende til hhv. 50 og 45% fra 1997 (28).

* I følge Danmarks Miljøundersøgelser gødskes hovedparten af markerne efter normerne. På ca. 20% af landbrugsarealet er der dog tilført gødningsmængder, som ligger 30% over den økonomisk optimale mængde. For 10% af arealet er overgødsningen helt oppe på 80%. Tilsvarende overgødsning er påvist ved tidligere undersøgelser (31).

De afstrømningskorrigerede tal for arealafstrømningen af N viser, at Vandmiljøplanen ikke har haft nogen påviselig effekt på kvælstofudvaskningen, selv ikke, når det altså er forsøgt at tage højde for klimatisk bestemte variationer i afstrømning.

Afstrømningskorrigeret arealafstrømning af nitratkvælstof (kg. N/ha/år) i perioden før Vandmiljøplanens vedtagelse og i perioden derefter. (7).

Region	1979-1987	1988-1992
Vestjylland	12,7	13,3
Østjylland	16,0	17,7
Fyn	18,8	19,5

Gødningstilførslen til de dyrkede marker er, ligesom udbyttet, fordoblet de sidste 30 år. Med Vandmiljøplanens vedtagelse 1987 forventedes et fald i handelsgødningsforbruget på 130-145.000 tons N. Det reelle fald har - korrigeret

for variationer i afgrødevalg - været på ca. 30.000 tons (31).

Det manglende resultat skyldes især, at udnyttelsen af husdyrgødningen og gødningsplanlægningen endnu ikke har nået de opstillede mål (31); at der derfor skønsomt i forhold til afgrødesammensætning bruges 100.000 t. N mere i form af kunstgødning end forudsat i flg. Vandmiljøplanen; at der stadig finder en ikke ubetydelig, omend svagt faldende, overgødsning i størrelsesordenen 30.000 tons sted (31), samt at sammensætningen af de grønne marker ikke har medført den forventede opslugning af kvælstof, fordi de ikke i tilstrækkeligt omfang rummer de ugødede efterafgrøder, der var forudsat i Vandmiljøplanen.

For at opfylde målsætningen for Vandmiljøhandlingsplanen må udvaskningen fra landbruget fremover højst udgøre 130.000 ton kvælstof, svarende til i gennemsnit 50 kg kvælstof pr. ha, når der regnes med, at det dyrkede areal udgør ca. 2,7 mill. ha. Skal dette nås, vil det være nødvendigt med yderligere tiltag med henblik på at nedbringe udledningen fra de dyrkede arealer (7). Især er det nødvendigt med en kraftig reduktion fra de husdyrgødede arealer. Hertil medvirker allerede Handlingsplan for et Bæredygtigt Landbrug. Den gennemsnitlige udvaskning fra plantebrug opfylder isoleret set målsætningen.

Handlingsplanen forventede et fald i landbrugsarealet på 340.000 ha., især som følge af EU's landbrugspolitik. Det forventes, at udvaskningen på disse arealer bliver reduceret med 35-65 kg./ha., afhængig af jordbundstype, til niveau med udvaskningen på naturarealer. Samlet forventes udvaskningen hermed reduceret med 17 - 20.000 t (28).

Braklægning er altså et af virkemidlerne til reduktion af kvælstofudvaskningen og dermed i opfyldelsen af miljøkravene i Handlingsplan for et Bæredygtigt Landbrug.

Ved dyrkning af energiafgrøder må - og kan - der stilles krav om, at den i Handlingsplan for et Bæredygtigt Landbrug forventede udvaskningsreduktion fra brakarealet ikke mindskes.

Handlingsplanen foreslår at øge udtagningens miljøeffektivitet ved at målrette den mod bestemte arealtyper og/eller at supplere med ekstra tilskud til yderligere miljømæssige foranstaltninger. En sådan kunne være at tilrettelægge afgrødevalg og drift mod en udnyttelse af de naturlige denitrifikationsprocesser.

Omvendt kan en øget udvaskning fra de braklagte arealer som følge af energiafgrøder, såfremt målsætningen i Vandmiljøplanen og Handlingsplanen for et Bæredygtigt Landbrug ønskes opretholdt, medføre krav om yderligere reduktion i udvaskningen fra de ikke-braklagte arealer.

Det kan forventes, at virkemidlerne i Vandmiljøhandlingsplanen og Handlingsplan for et Bæredygtigt Landbrug revurderes med henblik på at nå Vandmiljøhandlingsplanens mål, men at målsætningen opretholdes. I den forbindelse må der forventes ensartede regler for kvælstofudvaskning, uafhængigt af om afgrøderne anvendes til non-food formål eller ej. Reglerne kan blive gradueret efter arealtype, så de bliver mest restriktive i særligt følsomme områder.

Det er tilladt at tilføre gødning til energiafgrøder på brakarealer, men ikke alle afgrøder udnytter gødningen lige godt. Ved nedsat gødningsniveau kan udvaskningen reduceres. Modelberegninger estimerer, at udvaskningen ved 1/2 gødningsniveau vil kunne reduceres med 30%. Udbyttenedgangen vil være ca. 20%. (29).

Dyrkning af flerårige energiafgrøder vurderes ikke at indebære en øget udvaskningsrisiko i forhold til braklægning. Forudsætningen er dog, at kvælstofbehovet og -tilførslen er forholdsvis lille og at arealerne i hele dyrkningsperioden er beplantet uden at jorden kultiveres, således at den tilførte kvælstof bliver optaget. Det permanente rodnet sikrer en løbende N-optagelse gennem hele vækstsæsonen. Men der er usikkerhed om, hvor stor kvælstoftilførslen skal være for at nå de forventede produktionstal for pil og elefantgræs. Udvaskningen fra braklagte arealer forventes at svare til udvaskningen fra skov- og naturarealer, mellem 5 og 10 kg kvælstof pr. ha afhængigt af, om det er nåletræ eller løvtræ.

Gødning påvirker ikke blot vandmiljøet, men også dyre- og plantelivet. Artssammensætningen ændres, hvilket f.eks. har medført tilbagegang i bestanden af visse sommerfuglearter.

Pesticider

Der findes i stigende omfang pesticider fra dyrkede marker, skovbruget og udyrkede arealer som banelegemer og gårdspladser i drikkevandsboringer over hele landet. Det har vakt betydelig opmærksomhed og påkaldt en politisk reaktion. 7 kendte ukrudtsmidler er blevet forbudt med omgående virkning og listen udvides formentlig snart under modstand fra kemikalieindustrien. EF's drikkevandsdirektiv fastsætter en grænseværdi for pesticider i drikkevand på 0,1 mikrogram/l, den (i 1980) lavest målelige koncentration, hvilket i realiteten er udtryk for, at der slet ikke må kunne konstateres pesticider i drikkevandet. Dette forsigtighedsprincip er stadig dansk politik på området.

Pesticiderne genfindes også i vandløbene, især i perioder, hvor sprøjteintensiteten er størst. Der mangler viden om de mulige langtidsvirkninger på området.

På de dyrkede marker har brugen af pesticider betydning for antallet af især fugle, idet ynglens fødegrundlag forringes. Især agerhønsbestanden har været ramt. Forsøg med sprøjtefri randzoner har vist sig at have en gunstig virkning. Økologiske landbrug har større bestande af ynglefugle end konventionelle.

Pesticidhandlingsplanen tilsigter en nedbringelse af forbruget af aktive stoffer og behandlingshyppigheden, ligesom brugen af dem reguleres gennem obligatorisk undervisning og krav om sprøjtejournal. Udviklingen viser et lavere forbrug målt i aktivt stof uden et tilsvarende fald i behandlingshyppighed. En del af forklaringen er, at de nyere pesticider er aktive i meget lave doser.

Anvendelsen af pesticider i landbrugsafgrøder bygger primært på udbytteoptimering. Derfor kan der kun forventes et lavere pesticidforbrug ved dyrkning af energiafgrøder, såfremt afgrødeprisen er væsentlig lavere end til food-anvendelse. Hertil kommer, at kvalitetskravene til biomasseafgrøder vil være ganske andre og af sekundær karakter i forhold til de krav, der stilles til foder og fødevarer. Hvordan kravene vil stille sig ved en integreret produktion er der ikke her taget stilling til.

Under alle omstændigheder vil dyrkning af energiafgrøder medføre en øget anvendelse af pesticider på arealet frem for ved en braklægning, hvor der med de nuværende regler højst må sprøjtes én gang med herbicider inden arealet tages ind i dyrkning igen.

Ved dyrkning af flerårige afgrøder som pil og elefantgræs er der behov for ukrudtsbekæmpelse i etableringsårene og evt. efter høst. Behovet for sygdoms- og skadedyrsbekæmpelse i elefantgræs og pil er ikke tilbunds gående undersøgt, men forventes at være relativt lille. Specielt kan anvendelsen af et snævert genetisk materiale (få kloner) gøre afgrøderne sårbare, såfremt der er sygdoms-/skadedyrsangreb, hvilket kan resultere i et stort bekæmpelsesbehov.

Der bør af den grund sættes på resistente sorter og kloner, og gennem forædling arbejdes med kloner/sorter, som ikke kræver intensiv plantebeskyttelse. Ligesom der ved dyrkning af flerårige afgrøder ikke bør sættes på et for snævert genetisk materiale (for få kloner).

I skovbruget er anvendelsen af sprøjtemidler kun aktuel i få år omkring tilplantning. Når først skovkulturen er i god vækst, vil den hurtigt selv kunne kvæle evt. kommende "ukrudt".

Grundvand

99% af Danmarks vandforsyning er baseret på grundvand. Denne i international sammenhæng usædvanligt store andel trues i stigende grad af forureningskilder som lossepladser, deponering og spild fra industriproduktionen, samt jordbrugets gødnings- og pesticidforbrug. Overudnyttelse i forhold til grundvandsdannelsen er en anden trussel. Regionalt og lokalt er der mange steder knaphed på vand i en grad, så Vandrådet i 1992 og Miljøstyrelsen i 1993 har påpeget behovet for en landsdækkende strategi for vandindvinding og en prioriteret indsats over for truslerne mod grundvandet.

Forurening med nitrat udgør en væsentlig trussel mod grundvandet. Årsagen hertil er primært kvælstofudvaskning fra landbrugets arealer. Ca. 22% af vandprøverne fra overvågningsområderne viser et nitratindhold over den vejledende værdi for drikkevand på 25 mg. NO₃/l, mens ca. 13% ligger over den højst tilladelige værdi på 50 mg./l. Især er betydelige dele af de jyske grundvandsmagasiner truet af nitratnedsvivning. Det har ikke været muligt at påvise fald i grundvandets nitratindhold efter Vandmiljøplanens vedtagelse (31). I Østjylland og på øerne er der påvist en

begrænset, men statistisk signifikant stigning i nitratindholdet i de øvre, sandede grundvandsmagasiner (31).

Handlingsplan for et Bæredygtigt Landbrug tilsigter på grundvandsområdet en særlig beskyttelse af 50.000 ha. sårbare vandindvindingsområder i Nordjyllands, Århus og Viborg amter. Landmændene i området tilbydes kompensation mod at gennemføre miljøvenlige foranstaltninger.

På grund af den generelt meget lave nitratnedsivning under skov vil en tilplantning af de sårbare vandindvindingsområder med et plantevalg og en dyrkningsform, der beskytter vandressourcerne, være en nærliggende mulighed.

Generelt giver dyrkning af vedvarende græs, flerårige afgrøder (under forudsætning af moderat anvendelse af hjælpestoffer) og skov den bedste beskyttelse af grundvandet mod kvælstof og pesticider. Anvendes arealerne samtidig til filtrering af dræn- og spildevand vil de kunne få positiv indvirkning på selve grundvandsdannelsen, idet det forudsættes, at afgrøderne ikke kræver kunstvanding.

Lattergas

Ved omsætning af jordens indhold af kvælstof dannes lattergas, N₂O. Lattergas er en meget aggressiv drivhusgas med en effekt 270 gange større end CO₂. Den samlede lattergasemission fra natur- og landbrugsområder angives til 20.000 t. N₂O pr. år, svarende til ca. 5,4 mio. t. CO₂. Den præcise mængde afhænger af tilførslen af kvælstof, men tallene er meget usikre: fra 0,05 til 5% af den tilførte kvælstofgødning (4a). Emissionens omfang synes også at have nær sammenhæng med jordstruktur, mikroklima, fugtighed, osv. (24). Lattergasemissionen er mindst fra natur- og skovarealer og størst på dyrkede landbrugsjorder. Der pågår undersøgelser, der nærmere skal belyse hele dette emne.

På grund af tallenes store usikkerhed: der angives en gennemsnitlig emission pr. ha. landbrugsjord på mellem 1 og 10 kg., svarende til 270 - 2.700 kg. CO₂-ækvivalenter (29), er det vanskeligt præcist at angive den enkelte biomasseproduktionens CO₂-effekt. Den skal sammenlignes med den CO₂-fortrængning, der opnås ved substitution af kul med biomasse. Erstatte kul til kraft/varme produktion med biomasse fra helsød, pil eller elefantgræs kan der forventes en nettofortrængning på 14 - 15.000 kg CO₂/ha/år.

Ved produktion af rapsmethylester forholder det sig anderledes: "Hvis biprodukterne ikke indregnes i CO₂-balancen opnås der kun en nettofortrængning på knap 1.000 kg. CO₂/ha/år, og den reducerende indflydelse på drivhuseffekten kan elimineres af N₂O-emissionen fra rapsproduktionen. CO₂-fortrængningen vil således blive ophævet, hvis blot 2 kg. N/ha. afgives som lattergas (24). Udnyttes tillige energien i rapshalm, glycerin og rapskage er nettofortrængningen dog næsten 8.000 kg. CO₂/ha/år., således at der totalt set er positiv indflydelse på drivhusbalancen." (24).

Under alle omstændigheder er usikkerheden omkring lattergasemissionen stadig så stor, at der er grund til at anvende forsigtighedsprincippet ved valg af afgrødetype, dyrkningsform og anvendelse. En fortsat kortlægning indgår derfor i demonstrationsprojekterne.

Afbalancerede hensyn til natur og miljø

De natur- og miljømæssige forbedringer, der følger af braklægningsordningerne, vil ikke blive realiseret, såfremt der satses ensidigt på energiafgrøder. Derimod skønnes der som nævnt at være gode muligheder for at tilgodese begge hensyn gennem en afbalanceret løsning, når arealerne med et mere naturpræget indhold øges og der tages hensyn til natur og miljø på de arealer, hvor der dyrkes energiafgrøder.

Med braklægningsordningen er der fokus på de braklagte arealer, men på lidt længere sigt må det forventes, at braklægningsordningen ophører og at det således er det samlede land- og skovbrugsareal, der må indgå i overvejelserne om at lade jordbruget bidrage yderligere til landets energiforsyning. Der er således et videre perspektiv i at satse på en forenet og flersidig jordbrugsproduktion, hvor der samtidig med en forenet produktion af biomasse til energiformål og fødevarer eller gavntræ tages hensyn til miljø, natur, landskab, friluftsliv mv.

Den konsensus, der blev opnået ved Teknologinævnets konference, bygger på, at det overordnede princip om flersidighed i arealanvendelsen opretholdes. Herigennem tilgodeses så brede interesser i forbindelse med anvendelsen af Danmarks jord som muligt. Begrebet flersidighed skal forstås dels i relation til det enkelte areal (en mark, en skovbevoksning m.v.), dels i relation til det danske landskab, hvor der på bekostning af eksisterende arealer med pløjejord må ske en omfordeling mod naturområder og skov.

Flersidigheden kan fremmes gennem koordination mellem de forskellige tilskudsmuligheder handlingsplaner og gennem valg af de under hensyn til natur og miljø og samfundsøkonomi mest energieffektive dyrknings- og anvendelsesteknologier.

Flersidigheden kan sikres ved forskning i totale kredsløbs- og output/input undersøgelser, samt i en beregning af de totale samfundsøkonomiske konsekvenser, herunder også en vurdering af de ikke-prissatte konsekvenser for natur, miljø og friluftsliv.

Etiske aspekter

Der stilles i stigende grad fra samfundets side krav til erhvervslivet om at etiske overvejelser skal indgå i de enkelte virksomheders dispositioner. Advokatstanden, bankvæsnet, m.fl. udarbejder etiske retningslinjer, ligesom flere industrivirksomheder er begyndt at udsende etiske regnskaber.

I landbruget har etikdebatten udmøntet sig i oprettelsen af Det Dyreetiske Råd, der oplyser og vejleder i spørgsmål vedrørende dyrevelfærd. Et nyt planteetisk råd er på vej under opbakning fra planteforædlingsindustrien, Landsudvalget for Planteavl og Miljøstyrelsen ([23a](#)).

Det etiske spørgsmål indgår allerede i den politiske debat om dyrkning og anvendelse af biobrændsler i forbindelse med afbrænding af korn. Imidlertid må spørgsmålet ses i et meget bredere arealanvendelsesperspektiv.

Etik kan ikke fastlægges entydigt. Således vil etik i relation til dyrkning og anvendelse af biomasse til energiformål afhænge af, hvilken interessepart, der spørges, og hvilke alternativer, der holdes op over for hinanden.

Diskussionen om afbrændning af korn og helsæd er bragt til ende. Men begrebet fødevarer har stadig i sig selv en etisk status, der påkalder en særlig moral i omgangen med dem. Man omgås (på trods af nutidens smid-væk mentalitet) stadig fødevarer med en vis respekt. Begrundelsen har bred folkelig opbakning. Der er nu givet tilladelse til forsøgsvis afbrænding af helsæd.

Braklægning, dvs. udtagning af arealer fra fødevarereproduktion til ingen nytte, betragtes af mange landmænd som et stort etisk problem, som af dem selv oftest sættes i relation til fødevarer manglen i den 3. verden. At de samme landmænd gerne ser en produktion af korn til afbrænding kan ses som et etisk dilemma, der på én gang er resultatet af de krav, økonomien kræver opfyldt for at sikre landbofamiliens fortsatte eksistens og det krav om dyrkning og nyttiggørelse af jorden, der er en grundpille i landmandsetikken.

Omvendt betragter natur- og miljøorganisationerne den **tiltagende forringelse af den biologiske diversitet** som følge af den intensive landbrugsproduktion som mere uetisk end permanent brak. Det må ikke glemmes, at ærefrygt for livet og respekt for skaberværket = den biologiske diversitet indgår som et af de oprindelige motiver for oprettelse af naturfredningsbevægelsen. Ønsket om i mindst mulig grad at gribe ind i naturens egen udvikling følger heraf. Derfor lægges der stor vægt på først at udnytte de eksisterende ressourcer før en udbredt dyrkning finder sted på de arealer, der som alternativ overlades til naturen og braklægges.

På den anden side er rovdrift på de begrænsede energiressourcer og påfølgende lokal og global klimaforværring og miljøødelæggelse uetisk, ikke blot på grund af hensynet til os selv, men også af hensyn til vore efterkommere. Dyrkning og anvendelse af biobrændsler fremstår som etisk positiv, såfremt de dyrkes **miljømæssigt forsvarligt**.

Det etiske spørgsmål i forbindelse med biomasseproduktion hænger således i sidste instans sammen med hele den måde, vi anvender vort naturgrundlag på, og de vilkår vi sætter for den befolkning, der lever af det.

Referencer og noter

- (1) AKF, Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut, 1993. Kirsten Mohr: Braklægning - landbrugsøkonomi, samfundsøkonomi og miljø.
- (2) ALTENER programmet. EF's særlige aktioner til fremme af de vedvarende energikilders markedsindstrængning. Bruxelles den 29. juni 1992.
- (3) Bern-konventionen af 19. september 1979 om beskyttelse af Europas vilde dyr og planter samt naturlige levesteder ratificeret i DK 5. juli 1982.
- (3a) Biomassehandlingsplanen af 14. juni 1993. Aftale mellem regeringen, Det Konservative Folkeparti, Venstre og Socialistisk Folkeparti om øget anvendelse af biomasse i energiforsyningen og til industrielle formål. 14. juni 1993.
- (4) Brundtlandrapporten Vores Fælles Fremtid. Brundtland-Kommissionensrapport om miljø og udvikling (1987). Skive: FN-forbundet & Mellempøkeligt Samvirke.
- (4a) Danmarks Naturfredningsforening 1993. Biobrændsler af hensyn til natur og miljø. November 1993.
- (5) Danmarks Naturfredningsforening kontakt nr. 1, 1992 "Naturskøvsstrategien".
- (6) De Danske Landboforeninger, 1993. "Miljøindsatsen i landbruget".
- (7) Danmarks Miljø Undersøgelser 1993. "Miljø- og Samfund - en status over udviklingen i miljøtilstanden i Danmark."
- (8) Danmarks Naturfredningsforening-kontakt, 1/1992.
- 9) EF's Fuglebeskyttelsesdirektiv. Rådets direktiv 79/409/EØF af 2. april 1979 om beskyttelse af vilde fugle. Det Europæiske Fællesskabs Miljølovgivning, bind 4 Natur. Luxembourg: Kontoret for de Europæiske Fællesskabers publikationer, 1994.
- (9a) EF's Habitatsdirektiv (svarende til Bern-konventionen) og Bonn-konventionen (mellestatslig beskyttelse af vandrende og trækkende arter af vilde dyr og fugle). Bonn-konventionen/Konventionen om beskyttelse af vandrende arter af vilde dyr. Blev vedtaget i 1979, men Bonnkonventionen af 23. juni 1979 om beskyttelse af migrerende arter af vilde dyr ratificeret i DK 5. juli 1982.
- (10) Energiafgrødernes potentielle miljømæssige virkninger, OTA, 1993.
- (11) Energi 2000, Energiministeriet, 1990.
- (12) Energiministeriet 1993. Energi 2000 opfølgningen - En ansvarlig og fremsynet energipolitik. November 1993.
- (13) Energistyrelsen 1994. Halmressourcer i Danmark på længere sigt. ELSAM, ELKRAFT, De danske Landboforeninger, Biomasseinstituttet, Statens Jordbrugsøkonomiske Institut.
- (14) Energistyrelsen 1993. Energiudviklingen frem til år 2005. Oplæg til konference 14.-15. juni 1993 om opfølgningen på Energi 2000, juni 1993.
- (15) Energistyrelsen 1992. Energistatistik.
- (16) EU direktiv for plantebeskyttelsesmidler, 1991/414/EØF af 15 juli 1991 om markedsføring af plantebeskyttelsesmidler. EF tidende nr. L230 af 19 august 1991.
- (17) EU vandmiljøplan. Rådets direktiv af 12 december 1991 (91/676/EØF) Om beskyttelse af vand mod forurening forårsaget af nitrater, der stammer fra landbruget.
- (18) Fenger, J. & Niels A. Kilde. 1994. Landbrugets bidrag til drivhuseffekten. Jord & Viden nr. 17.

- (18a) Forskningscenter for Skov og Landskab. Pers. komm.
- (19) Gatt-aftalen af 15 december 1993.
- (20) Grønbogen 1992. Flydende brændstoffer af biomasse-muligheder i Danmark. Statens jordbrugsøkonomiske Institut, Landbrugsraadet, Energistyrelsen, Forskningsudvalget for Biomasseenergi. September 1992.
- (21) Handlingsplan for Bæredygtigt Landbrug
Bæredygtigt landbrug. Landbrugsministeriet, 1991.
- (22) Handlingsplan for Landdistrikterne
Landdistrikterne - ændrede vilkår. Indenrigsministeriet, 1992
- (22a) Hakon Mosbech, ELKRAFT i IEA 1994
- (23) IEA 1994. Environmental Impacts of Bioenergy. IEA Bioenergy Agreement Seminar, Snekkersten, 20 - 21. september 1993.
- (23a) Information, 5/10 1994.
- (24) Jord & viden nr. 11, 1993 "Er der mere energi i landbruget"
- (25) Jørgensen, Uffe. 1994. Elefantgræssymposiet, Statens Forskningscenter for Skov og landskab, Foulum.
- (26) Konventionen om biologisk mangfoldighed, 1992 er underskrevet i Rio i 1992, derefter ratificeret i de enkelte lande, derefter trådt i kraft i 1994
- (27) Klimakonventionen.
De Forenede Nationers rammekonvention om klimaændringer, 1992.
- (28) Landbrugsministeriet 1991. Bæredygtigt Landbrug. En teknisk redegørelse.
- (29) Landbrugsministeriet 1994. Kortlægning af virkningerne ved anvendelse af energiafgrøder. Rapport fra en interministeriel arbejdsgruppe. September 1994.
- (30) Miljø og Samfund, Niels Christensen,; Henrik Paaby; John Holten - Andersen (red.) (1993): Miljø og samfund - en status over udviklingen i miljøtilstanden i Danmark. Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser nr.93. Miljøministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser.
- (31) Miljøstyrelsen 1993. Vandmiljø-93.
- (32) Naturbeskyttelsesloven.
Lov om naturbeskyttelse, Miljøministeriet, 1992-01-03-Lov nr. 9.
- (33) "Natur og Miljø" 3, 1992 "Sådan kan vi bidrage til livets mangfoldighed".
- (34) NPO-redegørelsen.
Tilførsel af kvælstof, fosfor og organisk stof til grundvand, fersk og marint overfladevand: Virkningen af denne tilførsel: Forslag til afhjælpende foranstaltninger.
- (35) Pedersen, H. Ørsted. Indlæg på elværkernes orientering om biomasseaktiviteterne. Landstingssalen 2. februar 1994.
- (36) Miljøministerens handlingsplan for nedsættelse af forbruget af bekæmpelsesmidler, miljøministeriet, december 1986
- (37) Ramsar-konventionen om beskyttelse af vådområder
Ramsar-konventionen/ Konventionen om beskyttelse af vådområder af international betydning. Trådte i kraft i 1975.

- (38) Rio deklARATIONEN juni 1992.
- (39) Rosén, K. 1994. Bioætanol - muligheder og metoder. Indlæg på kursus for kunsttørringsindustrien 3. marts 1994.
- (40) Shell 1994. Råoliepriser 1973-93. Dansk Shell.
- (41) Statens Jordbrugsøkonomiske Institut, 1993. Forslag til Handlingsplan for forskning, udvikling og demonstration vedrørende anvendelse af biomasse til motorbrændstoffer i Danmark. Statens Jordbrugsøkonomiske Institut, Landbrugsraadet, De Danske Spritfabrikker, Dansk Teknologisk Institut, Energistyrelsen, Forskningsudvalget for Biomasseenergi. August 1993.
- (42) SkovdeklARATIONEN, 1992 - ikke juridisk forpligtende.
- (43) Skovrejsningsplan.
- Vejledning fra Planstyrelsen: Skovrejsning og områder, hvor skovtilplantning er uønsket, maj 1990.
- (43a) Statistiske Efterretninger, Miljø, Danmarks statistik 1994.
- (44) Trafikministeriet 1993. Trafik 2005.
- (45) Trafikministeriet 1990. Transporthandlingsplan.
- (46) Vandmiljøhandlingsplan
- Beretning om vandmiljøplanen, Miljø- og Planlægningsudvalget den 30. april 1987. Optrykt i "Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5, 1987".
- (47) Videnscenter 1992. Videnscenter for halm og flisfyring 1992. Halm til energiformål - teknik, miljø, økonomi.
- (48) Videnscenter 1993. Videnscenter for halm og flisfyring 1993. Revurdering af samfundsøkonomiske halmpriser.