

Jorden - en knap ressource

Fødevareministeriets rapport om samspillet
mellem fødevarer, foder og bioenergi

Dansk potentiale i et internationalt perspektiv

Jorden - en knap ressource

Fødevareministeriets rapport om
samspejlet mellem fødevarer, foder
og bioenergi

Dansk potentiale i et internationalt
perspektiv

ISBN 978-87-92285-69-0

Udgiver:

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug
og Fiskeri

Slotsholmsgade 12
1216 København K
Tlf: 3392 3301
E-mail: fvm@fvm.dk

Fødevareministeriet 2008



Indholdsfortegnelse

Introduktion.....	5
Sammenfatning.....	12

DEL 1

Kapitel 1 Biomassens globale aspekt	20
1.1 Indledning	20
1.2 Den fremtidige globale landbrugsproduktion	21
1.3 Biobrændstofproduktionen og den fremtidige jordanvendelse	26
1.4 Den globale energiefterspørgsel og forsyning	28
1.5 Motivation og overvejelser omkring biobrændstofproduktion	30
1.6 Udvalgte landes erfaringer med biobrændstofproduktion.....	33
1.7 Afrunding	44
Kapitel 2 International markedsanalyse af konsekvenserne ved øget produktion af bioenergi	47
2.1 Indledning	47
2.2 Økonomien bag produktion af biobrændstof	48
2.3 Udviklingen på markedet for landbrugsprodukter	50
2.4 Konsekvenser af øget produktion af biobrændstoffer	56
2.5 Diskussion.....	66
2.6 Afrunding.....	72
Kapitel 3 Sektorøkonomiske effekter i Danmark.....	74
3.1 Indledning	74
3.2 Prisdannelse på landbrugsprodukter	74
3.3 Nye perspektiver for prisudviklingen på landbrugsprodukter?.....	79
3.4 Råvareforsyning.....	80
3.5 Produktion og indtjening i landbruget	82
3.6 Beskæftigelseeffekter	86
3.7 Forslag til en alternativ løsning.....	88
Kapitel 4 Biomasseteknologier til produktion af bioenergi.....	90
4.1 Indledning	90
4.2 Direkte afbrænding til varme og kraftvarme.....	91
4.3 Termisk forgasning	93
4.4 Omsætning af biomasse til brint	95
4.5 Biogas	97
4.6 "Biomass to Liquid" (BtL).....	99
4.7 Ethanol	101
4.8 Rå planteolie	104
4.9 Biodiesel	106
4.10 Hvilken teknologi er så den bedste?	108

Kapitel 5 Ressourcepotentialet for biomasse i Danmark.....	112
5.1 Indledning	112
5.2 Nuværende biomasseudnyttelse i Danmark	112
5.3 Arealgrundlaget i Danmark for udnyttelse af bioenergi	115
5.4 Det biologiske potentiale og muligheder for planteforædling	117
5.5 Et scenarium for øget biomasseleverance fra landbruget	118
5.6 Konklusion.....	124
Kapitel 6 Miljø- og naturmæssige konsekvenser af en øget biomasseudnyttelse i Danmark.....	125
6.1 Indledning	125
6.2 Den samlede drivhusgas- og energibalance for forskellige bioenergisor	126
6.3 Hvad vil en øget produktion af biomasse eller øget udnyttelse af eksisterende biomasse have af miljømæssig betydning?.....	130
6.4 Livscyklusanalyse af biomasseprodukter.....	141
6.5 Beregning af samlet effekt på nitratudvaskning og jordens kulstofindhold af et scenarium for kraftigt forøget bioenergieleverance fra landbruget	144
6.6 Samlet diskussion.....	147
DEL 2	
Kapitel 7 Eksisterende reguleringer med betydning for biomasseområdet	150
7.1 Indledning	150
7.2 Politikker, som berører produktion og udbud af biomasse	150
7.3 Politikker, som berører anvendelse af biomasse	152
7.4. Handelspolitiske aspekter	153
7.5 Overordnede aftaler/målsætninger	157
7.6 Afrunding.....	158
Kapitel 8 Ethiske problemstillinger og biomasse.....	159
8.1 Indledning	159
8.2 Den globale balance og biomasse	159
8.3 Sult og fattigdom.....	162
8.4 Fældning af regnskov.....	165
8.5 Natur og landskab belastes.....	170
8.6 Afrunding.....	171
Kapitel 9 Forsknings- og udviklingsinitiativer	173
9.1 Indledning	173
9.2 Bioteknologisk forskning med fokus på optimeret udnyttelse af biomassen.....	175
9.3 Forskningspolitiske rammer.....	177
9.4 Forskningsmiljøer	178
Ordliste.....	180

Introduktion

Konkurrencen om anvendelsen af landbrugsjorden har mange årsager. Udsigten til klimaforandringer, voksende energiforbrug, miljøbetingede restriktioner på landbrugsproduktionen, befolkningstilvækst og velstandsstigning i f.eks. Kina og Indien er nogle af de store udfordringer, som vil påvirke fremtidens arealanvendelse i landbruget. Ikke mindst den aktuelle debat om biobrændsler baseret på landbrugsafgrøder sætter jordens anvendelse i fokus.

Landbrugsarealet frembringer biomasse på lige fod med de udyrkede arealers plantevækst. Med biomasse forstås den bionedbrydelige del af produkter, som stammer fra planter og dyr. Det vil sige afgrøder og restprodukter fra landbrugsproduktionen, planter, skovbruget samt den bionedbrydelige del af affald fra industri og husholdninger. Denne del kan også kaldes den grønne biomasse, mens den bionedbrydelige del fra havet, dvs. planter og fisk, kan kaldes den blå biomasse.

Den grønne biomasse fra jordbruget har en bred anvendelse. Traditionelt er det især blevet brugt til fødevarer, foder, fiber- og olieprodukter eller som brændsel. Med den teknologiske udvikling de seneste år er der for alvor kommet nye anvendelsesmuligheder til, ikke bare for landbrugsafgrøder, men også for restprodukter som gylle og halm. Anvendelse af fibre og mikroorganismer fra planter i den farmaceutiske industri, brug af halm til kraftvarme og gylle til biogas er blot nogle eksempler på nye anvendelser.

Skovbrugets biomasse bruges udover til tømmer også til energi samtidig med, at skoven ofte er hjemsted for værdifulde økosystemer, stor biologisk mangfoldighed og tjener som både rekreativt område og skovene er et vigtigt led i det globale klima i form af bindingen af CO₂.

Jordens anvendelse – historisk set

Før den industrielle revolution i den vestlige verden blev kun en meget begrænset del af jorden dyrket. Skov og anden uberørt natur var i langt de fleste lande den dominerende ”anvendelse” af jorden. I kølvandet på koloniseringen i 1500 tallet begyndte en global handel med landbrugsråvarer, som tog yderligere fart med den industrielle revolution i slutningen af 1700-tallet. Opdyrkning af ny jord voksede især i Europa og USA og også til en vis grad i Rusland og Sydamerika. Den store fremgang kom imidlertid først i 1900-tallet, hvor befolkningstilvækst, velstandsstigninger, mekanisering og jordreformer (især i Europa) løftede produktionen og produktiviteten betydeligt i de vestlige industrilande. Strukturudviklingen bidrog til både højere produktivitet og mere inddragelse af jord. Produktionen voksede så meget, at især de rige lande i Vesten indførte politisk regulering, først ved at yde subsidier for at kunne øge afsætningen på det globale marked, det indre marked eller opbygge overskudslagre. Dernæst ved at indføre produktionsbegrænsende foranstaltninger som braklægning og diverse former for ekstensiv dyrkning.

Ved slutningen af det 20. århundrede var jordudnyttelsen imidlertid ganske forskellig mellem de rige lande og 3. verdenslandene. Landbrugsarealet nåede sit højeste punkt i i-landene, mens stadig kun en mindre del var udnyttet i den 3. verden. Som illustration af forskellen i jordudnyttelsen kan nævnes Danmark som et eksempel på et i-land og Brasilien som et eksempel på et 3. verdensland.

I Danmark toppede landbrugsarealet i 1950'erne med ca. 3 mio. ha, svarende til ca. 70 % af det danske areal. Siden da er landbrugsarealet faldet til ca. 64 % svarende til, at ca. 300.000 ha siden da er blevet til skov, rekreative områder, veje og byområder. Det er sket, uden at det er gået ud over produktionen, idet produktivitetsstigninger i rigelig grad har kompenseret for det tabte areal.

I Brasilien, derimod, ser billedet anderledes ud, idet alene det afgrødedyrkede areal er steget fra 20 mio. ha i 1975 til at udgøre i alt 62 mio. ha i 2005. Indregner man det betydelige græsareal på ca. 200 mio. ha (som dog ikke udnyttes fuldt ud), er det brasilianske landbrugsareal i dag på ca. 262 mio. ha, hvilket svarer til 31 % af landets samlede areal. Skoven med 52 % udgør stadig hovedparten af det brasilianske areal.

Ser man på skovens andel af jorden, har den været voksende i den vestlige verden siden 1990'erne og faldende i den 3. verden. FAO vurderer, at der i den vestlige verden er tilplantet 8,8 mio. ha med skov i perioden 1990-95, mens der i den 3. verden i samme periode er fældet 65,1 mio. ha skov.

Presset på landbrugsarealet afhænger i øvrigt i høj grad af forholdet mellem vegetabilsk og animalsk produktion. Den animalske landbrugssektor er især vokset siden 2. verdenskrig og dens vækst forudsætter, at en stadig større andel af jorden skal anvendes til at producere foder til dyrene. Der er ikke bare tale om græs, men også om korn og proteinafgrøder (majs, hvede og soja). Animalske fødevarer er således langt mere arealkrævende end vegetabilske fødevarer.

Det animalske fødevarerforbrug er historisk set vokset i takt med befolkningernes velstandstigninger og dette mønster er nu tydeligt i lande som Kina, Indien og Brasilien, hvor middelklassen har fået sin købekraft forbedret betydeligt.

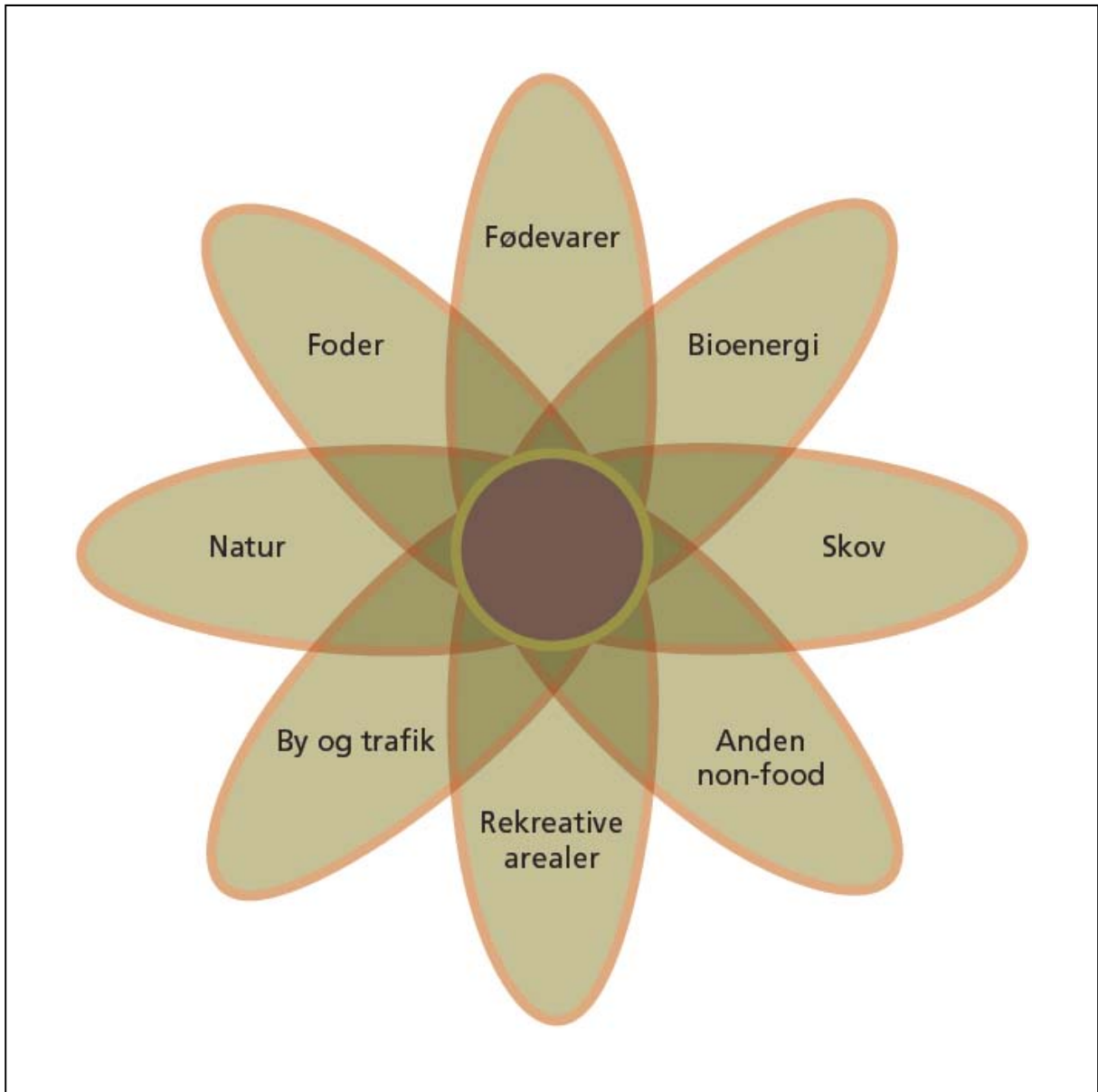
Ovenstående udvikling har ført til, at nogle peger på nødvendigheden af, at især den rige del af den globale befolkning reducerer sit kødforbrug, hvis vi skal kunne holde bedre husholdning med de globale ressourcer. Som yderligere argument herfor peges undertiden også på den animalske sektors miljøbelastninger som f.eks. drivhusgasudledning fra kvæg og problemer med gyllehåndtering ved svineproduktion. Problematikken vedrørende husdyrpro-

duktionens særlige krav til arealanvendelse vil dog ikke blive yderligere belyst i denne omgang.

Jorden – flersidig anvendelse

Jorden har 8 centrale anvendelsesmuligheder illustreret ved ellipserne i figur 1.

Figur 1 Jordens anvendelsesmuligheder



Konflikter og synergi i den flersidige anvendelse af jordressourcerne

Den brune cirkel illustrerer den dyrkbare jords samlede potentiale som leverandør af fødevarer, foder, bioenergi, skov, områder til byer og trafik, natur, rekreative områder og til anden

nonfood, såsom fibre og smøreolie. Overlappene mellem ellipserne illustrerer de potentielle konflikter, der er mellem forskellige formål med arealanvendelsen.

Eksempelvis har dyrkning af afgrøder til foder og fødevarer vist sig at reducere naturarealet på globalt plan. Tilsvarende kan dyrkning af energiafgrøder få indflydelse på produktionen af foder og fødevarer og på alle andre anvendelsesmuligheder. Alle formål har indflydelse på hinanden, afhængig af lokale, regionale, nationale og globale forhold.

Der kan dog også være synergi mellem flere formål, f.eks. kan halm fra kornproduktion anvendes til både foder og energi, mens kornet anvendes til fødevarer. Ligeledes giver anvendelse af energiafgrøder som majs og sukkerrør til ethanol også restprodukter, der kan anvendes til foder.

Fødevareministeriet offentliggjorde i 2006 en bioteknologisk forskningsrapport for nonfood og foder¹, hvor der bl.a. blev sat fokus på de mange anvendelsesmuligheder, der findes inden for nonfood produkter. Forskningsmæssigt er der allerede fokus på anvendelse af biomasse til f.eks. byggematerialer, biopesticider, bioplastik, biosmøremidler, farmaceutiske produkter osv. Teknologiske og kommercielle gennembrud på disse områder kan også på sigt sende mærkbare påvirkninger tilbage på jordens anvendelse.

I et samfund med fri konkurrence vil anvendelsen af jorden til enhver tid drive mod de formål, der giver højest økonomisk udbytte. Hvis dette forrykker balancen mellem anvendelsesmulighederne eller medfører negative konsekvenser f.eks. i form af miljøbelastninger, kan der blive behov for en offentlig regulering. Forud for en sådan regulering må der ske en af-dækning af de konflikter, synergier og dilemmaer, der knytter sig til biomassen.

Bioenergi i fokus

Når man ser på de 8 hovedområder for jordens anvendelse i Figur 1, er bioenergi til især transportbrændstoffer det nyeste element. Bioenergi kan udløse et betydeligt pres på arealanvendelsen i de kommende år. Det globale energibehov er voksende, og der er ønske om at frigøre sig fra de fossile energikilder. Samtidig er der udviklet nogle kommercielle teknologier, som gør at markedskræfterne ikke skal slås med uoverstigelige barrierer for at udvide produktionen af bioenergi. Det er primært et økonomisk og politisk spørgsmål om, hvordan og hvor vidt ekspansionen udvikler sig.

På bioenergiområdet kan man bl.a. se på udviklingen i Brasilien og USA, hvor der investeres massivt i produktionen af bl.a. bioethanol på baggrund af afgrøder som sukkerrør og majs. Ønsket om at gøre sig mindre afhængig af fossile brændstoffer står højt på ønskesedlen, også i Europa. Den vedvarende energi har derfor høj prioritet og der er sat politiske mål, både i

¹ "Værditilvækst og bedre miljø – en bioteknologisk forskningsstrategi for non-food og foder".

USA, EU og Danmark, om øget andel af vedvarende energi inden for el, varme og transportområdet. I Danmark er det senest sket med målsætninger for vedvarende energi i regeringens Energistrategi 2025.

Anvendelsen af biomasse til energi har en række afledte samfunds- og landbrugsmæssige konsekvenser, bl.a. for arealanvendelsen og miljøpåvirkninger, hvilket vidensyntesen vil forsøge at kaste lys over.

Fødevareministeriets vidensyntese

Med henblik på at få skabt klarhed over forholdet mellem de forskellige anvendelsesmuligheder for biomasse, herunder risikoen for, at den nuværende balance mellem dyrkning af fødevarer og afgrøder til andre formål ikke uden videre lader sig opretholde, etablerede Fødevareministeriet i maj 2007 en projektgruppe², der ud fra en helhedsbetragtning skal gøre status på den eksisterende viden om biomasse og jordens anvendelse. Resultatet foreligger nu i form af en denne vidensyntese.

Vidensyntesen fokuserer på den biomasse, der udgår fra jorden og som har en flersidig anvendelse til foder, fødevarer, fibre og nu også bioenergi. Biomasse fra havet og fiskene er formentligt også et stort potentiale, også i relation til bioenergi, men der er endnu begrænset viden på dette område. Biomasse fra skovbruget har altid været anvendt til energiformål, men da dette har mindre indflydelse på fødevareproduktionen, er dilemmaerne mindre. Biomasse fra skovbruget er derfor ikke behandlet indgående i vidensyntesen.

Det centrale omdrejningspunkt er jordens anvendelse til forskellige formål og udviklingen heri. Bliver jorden en knap ressource? Er der plads til både fødevarer, foder, bioenergi, andet nonfood og rekreative arealer? Og hvis der ændres på fordelingen af jordens anvendelse i dag, hvad får det så af økonomiske konsekvenser for produktionen af fødevarer og foder? En ændret arealfordeling kan også få afledte effekter for miljøet, f.eks. for nitratudvaskningen og kulstofbalancen i jorden.

Biodiversiteten og landskabets udformning kan også blive udsat for påvirkninger, som det er nødvendigt at undersøge nærmere.

Som udgangspunkt for analysearbejdet ligger en erkendelse af, at biomasse-diskussionen ikke kan afgrænses til kun at være et nationalt anliggende. Biomassen er først og fremmest

² Projektet har været forankret i Plantedirektoratet med direktør Ole P. Kristensen som projektejer og kontorchef Anders Chr. Jensen som projektleder. I projektets arbejdsgruppe har desuden deltaget konsulent Anders T. Christensen, departementet, specialkonsulent Poul A. Iversen, departementet, fuldmægtig Janne Birk Nielsen, departementet, seniorkonsulent Steen Søndergaard, Direktoratet for FødevareErhverv, fuldmægtig Michael Clausen, Plantedirektoratet og akademisk medarbejder Jannik Elmegaard, Plantedirektoratet.

globalt både i forhold til de kræfter, der påvirker produktionen og anvendelsen og i forhold til de konsekvenser, der opstår i kølvandet på udvidet eller ændret anvendelse af biomassen.

Selv om Danmark således ikke kan påvirke den globale udvikling i særlig grad, har vi ikke desto mindre gode grunde til at beskæftige os med emnet. For det første har vi flere valgmuligheder i forhold til, hvordan vi anvender jorden i Danmark til produktion af biomasse, herunder frembringer et øget bidrag fra biomassen til vedvarende energi.

For det andet har Danmark erhvervsmæssige og forskningsmæssige interesser og potentialer på biomasseområdet, som det kan være relevant at styrke i den globale konkurrence.

For det tredje er Danmark forpligtet i et internationalt samarbejde både i EU og FN, hvor man begge steder forholder sig til biomasseproblematikken og arbejder med internationale regler og aftaler herom.

For det fjerde vedrører biomassen i sidste ende det enkelte menneske både i form af egne eksistensvilkår og holdninger til eksistensvilkår for den globale befolkning og for planeten Jorden. Aspekter som fødevarepriser, bekæmpelse af globalt sult og underudvikling, udledning af drivhusgasser, beskyttelse af natur og biodiversitet er af almen interesse og udstiller ikke mindst de etiske dilemmaer.

Videnssynesens opbygning

Jordens anvendelse er den røde tråd i videnssynesen, som er bygget op i 2 hovedafsnit.

I den 1. del analyseres samfunds- og landbrugsmæssige aspekter af biomassens produktion og anvendelse. Denne del omfatter kapitel 1-6, som er udarbejdet af forskere under Fødevare-økonomisk Institut, Københavns Universitet og Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet. Analyserne og synspunkterne i disse kapitler står alene for de pågældende forskningsinstitutioners ansvar.

Del 1 indledes med en beskrivelse af det globale perspektiv af konkurrencen mellem fødevarer, foder og energi. Dernæst gives en analyse af de internationale økonomiske konkurrenceforhold og hvilken effekt det øgede behov for biomasse får for internationale priser på relevante afgrøder. Ud fra disse scenarier belyses, hvilke sektorøkonomiske konsekvenser det kan få for dansk landbrug.

Efterfølgende præsenteres de mest relevante teknologspor i forhold til produktion af bioenergi og der gives et bud på, hvilket ressourcemæssigt potentiale dansk landbrug har for at bidrage til biomasse, der kan anvendes til energiformål. På basis heraf gøres der rede for de

miljømæssige konsekvenser ved en ændret produktion af biomasse i forhold til energibalance, udvaskning, drivhusgasser, jordens kulstofbalance, vandmiljø og pesticidtryk.

I den 2. del gives en beskrivelse af eksisterende politiske instrumenter og etiske problemstillinger vedrørende biomassen samt den forskningsmæssige indsats i Danmark på biomasseområdet. Fødevareministeriets projektgruppe har udarbejdet denne del, som består af kapitel 7-9. Projektgruppen har desuden udarbejdet indledning og sammenfatning samt samlet og redigeret rapporten og forsynet den med en ordliste.

Sammenfatning

Videnssynthesen om biomassen har dokumenteret, at produktion og anvendelse af biomasse er et komplekst område, som i høj grad er præget af globale forhold. Komplexiteten understreges af de mange væsentlige aspekter inden for økonomi, handel, teknologi, miljø og etik, som biomassen er påvirket af. Derfor er den politiske interesse og regulering af biomassen også underlagt mange hensyn, ikke mindst når det gælder den internationale regulering.

Den følgende sammenfatning fokuserer på centrale emner, som Fødevareministeriet anser for at være de væsentligste når biomasse analyseres ud fra en helhedsbetragtning.

Jorden

I de kommende år forventes en globalt stigende efterspørgsel på foder og fødevarer forårsaget af befolkningstilvækst og øget velstand. Den forventede stigning i velstanden kommer især fra en række befolkningsrige lande i den 3. verden som Kina, Indien og Brasilien, hvor der er en betydelig økonomisk vækst. Velstandsstigningen forventes primært at øge forbruget af animalske fødevarer som kød og mælk. Samtidigt forventes der en fortsat stigende anvendelse af biobrændsler produceret på råvarer som majs, sukkerrør, hvede og vegetabiliske olier. I dag beslaglægger afgrøder til denne form for bioenergi ca. 1 % af den globalt dyrkede jord.

Med den stigende efterspørgsel på biomasse forventes en udvidelse af det globale landbrugsareal. Udvidelsen vil dog i nogen grad afhænge af i hvilket omfang en øget produktion kan opnås gennem produktivitetssudvikling i landbruget. I de senere år har den årlige produktivitetstigning på vegetabiliske råvarer været relativ beskedent (1-1,5 %). Det er dog forventningen, at der i 3. verdenslande, dele af Østeuropa og i nogle af de nye lande, der opstod efter Sovjetunionens fald, vil kunne ske yderligere vækst i produktiviteten som følge af bedre infrastruktur (transport og lagerfaciliteter), bedre farm management, mere intensiv dyrkning samt ved forædling af nye sorter.

Internationale politiske aftaler kan også få en vis betydning for presset på jorden. Selv om biobrændstoffer kun har en marginal betydning for jordens anvendelse, kan krav om tvungen anvendelse af biobrændstoffer påvirke arealanvendelsen, så længe biobrændstofferne produceres på den arealkrævende 1. generations teknologi. De internationale handelsbetingelser for bioethanol vil have betydning for i hvilke områder, udvidelsen af jorden bliver størst. En handelsliberalisering af bioethanol vil mindske presset på jord i EU og USA mod til gengæld at øge presset i de sydamerikanske og asiatiske lande, der har en omkostningseffektiv produktion af bioethanol og vegetabiliske olier.

Udover internationale aftaler vil nationale subsidier også spille en rolle for udvidelsen af produktionen af råvarer fra landbruget. Både subsidier rettet mod landbrugsproduktion og subsidier rettet mod bioethanol/biodiesel favoriserer produktionen i bestemte områder. Hovedbegrundelserne for subsidierne til biobrændstoffer er hensynet til større national selvforsyning med energi og hensynet til miljømæssige fordele i form af lavere CO₂-udledning. Sidstnævnte hensyn er imidlertid mere tvivlsomt, idet biobrændstoffer i de fleste tilfælde kun i begrænset grad har positive effekter, hvis man regner hele produktionsfasen med.

Det er svært at forudse hvor meget jord, der bliver brug for i de kommende årtier. I øjeblikket er der på globalt plan ca. 1,5 mia. ha jord i omdrift (afgrødeareal), mens det på baggrund af et skøn vurderes, at der kan inddrages yderligere 0,4 mia. ha jord uden at gøre indhug på skovområder og samtidigt med, at der også er plads til et voksende græsareal til brug for kvægproduktion. Der er relativt store udyrkede områder i lande som f.eks. Argentina, Brasilien, Ukraine, Sydafrika, Nigeria og Kazakstan.

Det skal bemærkes, at selv om EU's landbrugsareal anvendt til bioethanol (majs og hvede) samt biodiesel (raps, solsikke) måtte stige fra 3 mio. ha i 2006 til 17,5 mio. ha i 2020 ifølge et scenarie fra EU-kommissionen, vil det kun i begrænset omfang føre til udvidelsen af landbrugsarealet i EU, men snarere til at den interne produktion af foder og fødevarer i EU reduceres. Det forventes, at ophævelsen af tvungen braklægning kan give nogle få millioner ha ekstra, men at miljørestriktionerne i øvrigt vil lægge en dæmper på både jordudvidelsen og produktivitetsudvidelsen i EU's landbrug som helhed. Konsekvensen af en øget anvendelse af jord til biomasse til energi i EU vil i givet fald være, at en del af produktionen af foder og fødevarer flytter ud af EU.

International prisudvikling på biomasse

Priserne på landbrugets produkter har været kraftigt stigende i 2006-07, hvilket skyldes en række sammenfald af forskellige forhold, som lavere kornhøst, stigende fødevarerefterspørgsel fra bl.a. Kina og Indien og i et vist omfang stigende anvendelse af afgrøder til produktion af biobrændsel. Kornlagrene er de laveste i mange år og dette har i sig selv øget risikoen for prisstigninger.

Priserne på de fleste landbrugsprodukter forventes generelt at holde et højere niveau i de kommende år. Der er imidlertid flere faktorer, der kan føre til ændringer i både den ene og den anden retning og f.eks. biobrændselsproduktionen kan få en vis indflydelse. Efterspørgslen efter især animalske fødevarer og dermed også efter foderarealer kan få fødevarerpriserne til at stige yderligere. Høje oliepriser vil gøre biobrændselsproduktion og andre energiformer relativt mere attraktive og få afgrødepriserne til at stige. Dog kun til en vis grad, fordi stigende priser på de afgrøder, der anvendes til bioethanol og biodiesel også vil forringe rentabiliteten i produktionen af disse biobrændsler. Opretholdelse af eller yderligere skærpelse af

iblandingskrav for biobrændsler i transportsektorens brændstoffer vil ligeledes holde priserne "kunstigt" høje.

Til gengæld vil handelsliberalisering og reduktion af nationale subsidier på især bioethanolområdet give en mere effektiv produktion med faldende priser til følge. Den nuværende toldbeskyttelse af bioethanol bidrager til at beskytte den mindre effektive produktion af bioethanol i USA og EU.

En anden faktor, som kan bidrage til at dæmpe prisstigninger, er produktivitetsudviklingen i både den primær produktion i landbruget og i konverteringen af biomasse til energi. Et skift i teknologien ved produktion af bioethanol fra 1. generation til 2. generation vil alt andet lige mindske jordpresset og dermed også indirekte priserne på afgrøderne.

Set i et samfundsøkonomisk lys er biobrændstoffer i EU og USA indtil nu et dyrt alternativ til de fossile brændsler. Uden statsstøtte og toldbeskyttelse ville produktionen af bioethanol og biodiesel næppe kunne klare sig mod produktionen fra Brasilien og andre 3. verdenslande. Heller ikke miljømæssigt synes USA's og EU's biobrændselsproduktion baseret på 1. generations teknologi at have nogen stor positiv effekt. Ville man opnå en reduktion af CO₂-udledningen kunne den tilvejebringes langt billigere ved enten at importere ethanol produceret på sukkerrør eller ved at øge indsatsen på vedvarende energi gennem brug af restprodukter i kraftvarmeanlæg, som der er tradition for i Danmark. Hermed kunne man reducere brugen af f.eks. kul til produktion af energi.

Prisudviklingen på landbrugsprodukterne er følsom som følge af ovennævnte forhold, og den politiske regulering - især på biobrændselsproduktionen - har en væsentlig indflydelse på de fremtidige priser på foder, fødevarer og biobrændsler.

Biomassen i Danmark

De internationale prisforhold på landbrugsområdet påvirker den danske produktion af landbrugsprodukter. Stigende priser på foder påvirker den animalske sektor, som må klare sig igennem ved yderligere effektivisering og ved, at forbrugerne må betale højere priser for fødevarerne.

Inden for EU, hvor landbrugsvarerne bevæger sig frit og hvor der desuden gælder en fælles landbrugspolitik med forskellige former for subsidier og miljørestriktioner, forventes den danske svineproduktion at være relativt robust og en dansk mælkeproduktion forventes ligeledes opretholdt i det omfang, en mælkekvote tillader det.

En dansk produktion af biobrændstoffer baseret på 1. generations udnyttelse af stivelses- og sukkerprodukter vil næppe være konkurrencedygtig, heller ikke selv om der fortsat i EU op-

retholdes en høj toldbeskyttelse mod import af bioethanol. Der forventes derfor ikke en væsentligt ændret afgrødesammensætning i dansk landbrug, idet hovedparten af afgrøderne fortsat vil blive brugt i den animalske sektor.

Bidraget fra den danske landbrugssektor til bioenergi er allerede relativt højt, idet 12 % af det danske energiforbrug er dækket gennem anvendelse af restprodukter som bl.a. halm, træflis og gylle. Dette skyldes især anvendelse af disse restprodukter i kraftvarmesektoren.

Der er imidlertid i Danmark et større potentiale for biomasse til bioenergi, også uden at det går væsentligt ud over produktionen af foder og fødevarer. Det skønnes muligt at 4-5 doble landbrugets produktion af biomasse til bioenergi ved en større udnyttelse af halm i kraftvarmeanlæg, gylle til biogas, animalsk fedt til biodiesel og ved anvendelse af flerårige energiafgrøder samt græs fra lavbundsarealer. Det vil dog være nødvendigt at inddrage en del af den tidligere braklagte jord til produktion af flerårige energiafgrøder. Der er tale om et teknisk potentiale, som ikke nødvendigvis kan realiseres med de økonomiske rammer, som gælder i dag. Den nuværende elafregningspris fra biogasanlæg er en barriere og det er heller ikke sikkert, at landmændene vil finde fortjenesten ved at udnytte lavbundsarealer tilstrækkelig stor til at gennemføre en høst af denne biomasse.

Miljøeffekter

Biomassen har i høj grad effekt på jordens, vandets og atmosfærens tilstand.

Med hensyn til den traditionelle produktion af landbrugsafgrøder i f.eks. EU er miljøeffekterne velkendte og generelt velregulerede.

Når der tales om biomasse anvendt til bioenergi er der tale om et komplekst og knap så velbelyst forhold, hvor man må forsøge at beregne den bedste ressourceanvendelse ved at se på hele produktionskæden fra råvare til slutprodukt. Energieffektivitet og de samlede miljøeffekter kan være meget forskellige afhængig af hvordan biomassen er produceret og anvendt. Desuden følges energibalance og de enkelte miljøeffekter ikke nødvendigvis ad, men kan være modsatrettede.

I forhold til drivhusgasudledningen viser analyser, at anvendelse af bioenergi giver en positiv effekt i forhold til at anvende fossile brændstoffer. Der er imidlertid afgørende forskelle idet nettoeffekten med 1. generations teknologi baseret på majs, hvede og vegetabiliske olier er beskeden sammenlignet med ethanol produceret på sukkerrør eller lignin-cellulose (2. generations teknologi). Dog under forudsætning af, at sukkerrør til ethanol ikke som konsekvens medfører fældning af regnskov.

Imidlertid har produktion af bioenergi på basis af udnyttelse af restprodukter som halm, gylle, animalsk fedt, græs og flerårige afgrøder en bedre energibalance og miljøeffekt, når det anvendes i direkte forbrænding, biogas eller termisk forgasning.

Øget produktion af biomasse indeholder en risiko for et øget tryk på biodiversiteten og for øget udledning af næringsstoffer, hvis der ikke er en tilstrækkelig effektiv miljøregulering heraf, f.eks. i form af krav om ekstensiv dyrkning.

I videnssynesen anføres det, at der er mulighed for at øge den danske produktion af biomasse og endog få positive miljøeffekter ud af det. Bedre udnyttelse af halm, gylle og animalsk fedt samt udvidet produktion af flerårige afgrøder og anvendelse af slæt fra græs på lavbundsarealer bidrager til Kyoto-aftalen og vandmiljøplanen.

En øget fjernelse af halm fra landbrugsjorden og ophør med gylleudbringning vil imidlertid påvirke kulstofbalancen i jorden negativt, hvilket dog kompenseres ved krav om udvidet anvendelse af efterafgrøder.

Nord-Syd forholdet – og hvad med sulten og regnskoven?

Stigende global efterspørgsel efter biomasse giver grundlag for vækst og ekspansion i landbrugssektoren. En række 3. verdens lande står stærkt i billedet på grund af høj konkurrencedygtighed og adgang til ny jord. Især når det drejer sig om produktion af råvarer til bioethanol og biodiesel har nogle tropiske lande gode forudsætninger for at øge produktionen. Omvendt forventes det, at USA og EU har begrænset mulighed for at inddrage ny jord og derfor vil være afhængig af de produktivitetstigninger, der kan opnås inden for de gældende miljømæssige rammer.

Der er således udsigt til, at stigende produktion af biomasse giver Syd-blokken³ mulighed for at øge sin andel af den globale produktion af biomasse. Det er også her befolkningstilvæksten og velstandstigningerne samtidigt vil give den største stigning i efterspørgslen efter fødevarer.

En meget afgørende faktor i balancen mellem nord og syd på landbrugsområdet er handelspolitikken i form af EU's og USA's importbeskyttelse på bioethanol samt i øvrigt subsidiepolitikken i forhold til national produktion af biomasse, hvor USA og EU også ligger i spidsen.

³ Syd-blokken forstås her primært som 3. verdenslande, mens Nord-blokken primært er Nordamerika, EU og Japan.

Med stigende priser på landbrugsprodukter og evt. øget handelsliberalisering har producenterne i den 3. verden udsigt til større markedsadgang, både når det gælder det nationale marked og det internationale marked. En forbedret rentabilitet vil give øgede forsyninger af landbrugsvarer og samtidigt bedre beskæftigelsesmuligheder i både det primære erhverv og i den forarbejdningsindustri og servicesektor, der følger med, bl.a. i form af handel, lagring og transport. Det er dog en forudsætning, at den nødvendige infrastruktur er til stede, hvilket er en udfordring især når det drejer sig om nye landområder langt væk fra udskibningshavnene.

Øget vækst giver basis for en betydelig udvikling af 3. verdens lande og især af landdistrikter. Det medfører dog ikke automatisk, at gevinsterne kommer hele befolkningen til gode, fordi fordelingen kan være meget skæv. Den afhænger i høj grad af ejendomsforhold og strukturer i jordbruget og forarbejdningsindustrien. Endvidere vil den afhænge af prioriteringen af de (om)fordelingspolitiske instrumenter, som vælges i det enkelte land, f.eks. i relation til adgang til uddannelse, sundhed, landbrugsrådgivning og kreditter. Også styrkeforholdet på arbejdsmarkedet spiller ind, når der skal fastsættes løn- og arbejdsforhold for lønarbejderne i landbruget og de tilknyttede forarbejdningsled.

Udbredt sult er fortsat et globalt problem, navnlig som følge af ekstrem fattigdom for store befolkningsgrupper. I det omfang økonomisk vækst bliver udnyttet til en bredt funderet udvikling kan biomassen få en meget positiv betydning for bekæmpelse af fattigdom og dermed sult.

Det kan dog ikke udelukkes, at prisstigninger på fødevarer udgør en risiko for de mest udsatte befolkningsgrupper i den 3. verden. Hurtige og drastiske stigninger på fødevarer kan være svære for den fattigste og mest marginaliserede del af befolkningen at indhente og vil derfor sænke deres levestandard. Risikoen for øget sult og social uro er til stede, ikke mindst i de lande, som er afhængig af import af både dyrere fødevarer og olie.

I det omfang Syd-blokken får mulighed for at producere en større del af den globale biomasse øges presset på jorden og dermed også på de nuværende naturområder, herunder regnskove. I de seneste 20-30 år har den udvidede landbrugsproduktion ført til rydning af regnskov i bl.a. Brasilien, Indonesien og Malaysia. Selv om der i disse lande er betydelige udyrkede jordarealer til rådighed for ekspansion, vil en fortsat udvidet landbrugsproduktion kræve en betydelig politisk regulering og beskyttelse, hvis regnskoven skal friholdes for yderligere reduktion. Med de nuværende klimabelastninger og især den øgede udledning af drivhusgasser er en bevarelse af regnskoven meget vigtig alene set ud fra et klimamæssigt synspunkt.

Biomassens politikker

Produktion og anvendelse af biomasse er et særdeles reguleret område. Det gælder både i form af internationale politiske aftaler, herunder handelsforhold samt i form af direkte og indirekte subsidier.

Reguleringen har historisk haft stærkest tilknytning til landbrugssektoren, bl.a. i form af EU's fælles landbrugspolitik. Der har været en særlig stærk binding til handelspolitikken, fordi en væsentlig del af EU's og USA's landbrugspolitik har bestået i at beskytte deres landbrug mod udefrakommende konkurrence. Senere har miljøaspektet fået en stærkere placering i reguleringen af landbrugssektoren, f.eks. i form af beskyttelse af vandmiljøet gennem begrænsning af landbrugets udledning af næringsstoffer og anvendelse af pesticider.

Reguleringen af biomassen er i de seneste 5 år yderligere blevet tilført et energipolitisk indhold, primært i kraft af de politiske beslutninger om obligatorisk iblanding af bioethanol og biodiesel i de fossile transportbrændstoffer. Desuden har energipolitikken, især hvad angår hensynet i nogle lande til større national selvforsyning med energi, også ført til betydelige subsidier i USA og EU, hvilket påvirker landbrugsmarkedene.

Den historiske knopskydning i den politiske regulering i biomassen afspejler den dynamiske udvikling i de politiske formål, der har præget reguleringen. Instrumenterne vil fortsat ændres og behovet for en sammenhængende regulering øges. I videnssynthesen nævnes bl.a. bestræbelserne på en øget liberalisering af handlen med bioethanol, samtidigt med at den globale bæredygtighed sikres gennem en koordineret miljøpolitisk indsats. Endvidere er nævnt Kommissionens forslag om et bæredygtighedscertifikat ved produktion og handel med biobrændstoffer.

Den blå biomasse

En videnssynthese vil normalt også afdække videnskæssige huller – og denne videnssynthese er ingen undtagelse. Den indledningsvise afgrænsning, hvor vi så bort fra havet og skoven, peger naturligt nok på at rette fokus mod disse områder.

Den blå biomasse er et meget interessant område, hvor der er behov for at analysere og forske yderligere. For det første fordi potentialet for biomasse kan vise sig at være meget stort, f.eks. i form af alger. For det andet fordi en udnyttelse af den blå biomasse til både fødevarer, foder og evt. bioenergi muligvis bedre kan foregå uden indbyrdes konflikt i modsætning til den grønne biomasse, hvor jordens anvendelse er kritisk, hvis den både skal dække behovet for fødevarer, foder og bioenergi.

For det tredje er der et interessant perspektiv i at finde ud af, om landbrugets affaldsstoffer i form af udledt næringsstof kan vendes til en fordel ved en kontrolleret produktion af blå biomasse med henblik på evt. udnyttelse til bioenergi.

Inden for den grønne biomasse fra landbruget peger videnssynthesen bl.a. på behovet for optimering af planteforædlingen både i relation til stivelses- og celluloseindhold og i relation til at opnå en mindre miljøbelastning.

Når det drejer sig om konverteringsteknologier er direkte forbrænding, biogas og termisk forgasning interessante teknologier, der indeholder væsentlige perspektiver, bl.a. fordi de baserer sig på et råvaregrundlag, der indbefatter landbrugets restprodukter.

Kapitel 1 Biomassens globale aspekt

Birgitte Gersfelt og Hans G. Jensen, Fødevarøkonomisk Institut

1.1 Indledning

Et af tidens centrale emner indenfor landbrugsområdet er den stigende brug af afgrøder til biobrændstofproduktion og den effekt dette har på landbrugsmarkedene. Brug af biomasse til energiformål er ikke et nyt fænomen, men hidtil er langt størstedelen af biomassen gået til direkte afbrænding. Brugen af biomasse til ethanol og biodiesel er imidlertid kraftigt stigende i disse år. Dette har skabt debat bl.a. fordi afgrøder, der bruges til 1. generations biobrændstof, konkurrerer med fødevarer- og foderproduktion om jord og andre produktionsfaktorer. Dette kapitel vil derfor hovedsageligt fokusere på den del af bioenergien, der går til biobrændstoffer.

Biobrændstofsektoren er nært knyttet til den øvrige landbrugssektor, samtidig med den også er linket til energimarkedene. Dette kapitel skitserer derfor indledningsvis udviklingen i den fremtidige landbrugsproduktion og perspektiverne for jordanvendelsen samt sammensætningen i energiforsyningen og udviklingen i energiefterspørgslen. Da produktionen af biobrændstof stadig er koncentreret i nogle få lande, fokuserer sidste halvdel af kapitlet på erfaringerne med og udsigterne for biobrændstofsektoren i henholdsvis EU, USA, og Brasilien, der tilsammen står for langt størstedelen af den globale ethanol- og biodieselproduktion.

Sammenfattende viser analysen:

- Prognosen for landbrugsproduktionen over de næste 10 år lægger ikke op til en kraftig udvidelse af landbrugsarealet selv om udbytterne for nogle hovedafgrøder ikke forventes at vokse lige så hurtigt som de tidligere har gjort. Dog er det vigtigt at bemærke, at biobrændstofproduktionen mange steder påvirkes betydeligt af subsidier og regulering. En ændring i de politiske målsætninger for biobrændstofsektoren kan derfor have markant indvirkning på biobrændstofproduktionen, og den mængde ressourcer denne lægger beslag på.
- Konkurrencen om jorden vil også blive påvirket af den teknologiske udvikling, idet 2. generations biobrændstoffeknologier antages at gøre det muligt at producere mere energi på mindre jord end de nuværende 1. generations teknologier.
- Landbrugsarealet i ulandene vil fortsat blive udvidet, specielt i Afrika og Syd- og Mellemerika. Da biobrændstofproduktion i tropiske områder baseret på sukkerrør og palmeolie har en komparativ fordel i forhold til biobrændstofproduktion fra landbrugsprodukter i tempererede områder, kunne dette skabe større indtjeningsmuligheder for landbefolkningerne, såfremt den fremtidige handelspolitik på området muliggør en større international handel med biobrændstof.

- Den globale produktion af ethanol er koncentreret i USA og Brasilien, mens den for biodieselen vedkommende er koncentreret i EU. Støtte i form af subsidier og regulering har spillet en stor rolle for udviklingen af biobrændstofproduktionen i alle disse områder.

1.2 Den fremtidige globale landbrugsproduktion

Produktion af biobrændstof er nært forbundet med andre typer landbrugsproduktion og konkurrerer med fødevarer-, foder- og anden nonfood-produktion om jord og andre produktionsfaktorer. Efterspørgslen efter fødevarer og foder til fødevarerproduktion afhænger i vidt omfang af befolkningstallet og indkomstniveauet, og udviklingen i landbrugsproduktionen er derfor nært knyttet til udviklingen i disse variable.

OECD-FAO har i den seneste af deres årlige prognoser for den fremtidige landbrugsproduktion estimeret produktionsstigningerne for en række landbrugsvarer i perioden 2007-2016.⁴

Som det fremgår af tabel 1.1, forventes befolkningstallet og indkomsten at stige med henholdsvis 11% og 35% i løbet af denne periode, mens udviklingen i produktionen (der omfatter produktion til både fødevarer, foder, og nonfood inklusiv biobrændstof) varierer meget på tværs af sektorer. Hvedeproduktionen forventes f.eks. kun at stige med 7%, mens planteolieproduktionen forventes at stige med 28%. For alle varer undtagen hvede forventes produktionen at stige mere i lande uden for OECD end inden for OECD.

OECD-FAO har også estimeret forbruget pr. indbygger på globalt plan for en række af disse fødevarer ved begyndelsen og slutningen af perioden. Forbruget pr. indbygger er stigende for stort set alle de analyserede produkter (herunder specielt planteolie, sødmælkspulver og smør). Undtagelserne er ris (hvor forbruget pr. indbygger er stort set uændret), hvede og skummetmælkspulver (hvor forbruget pr. indbygger falder en smule).

Der er tre kilder til vækst i produktionen af afgrøder. For det første kan størrelsen af de dyrkede arealer udvides, og for det andet kan intensiteten i dyrkningen øges (ved f.eks. at reducere den tid jorden ligger brak), hvilket i begge tilfælde vil føre til en udvidelse af det høstede areal. Den tredje kilde til vækst i afgrødeproduktionen er stigninger i udbyttet pr. ha.⁵ Da landbrugsjord er en knap faktor i flere verdensdele, er spørgsmålet så, i hvilket omfang de forventede stigninger i landbrugsproduktionen kan gennemføres indenfor de eksisterende landbrugsarealer.

⁴ OECD-FAO (2007). Agricultural Outlook 2007-2016.

⁵ Bruinsma, Jelle (ed) (2003). World Agriculture: Towards 2015/2030 – An FAO Perspective. London: Earthscan Publications Ltd. <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4252E/Y4252E00.HTM>

Tabel 1.1 OECD-FAO's prognose for perioden 2007-2016, (%)

	Gnsn. årlig vækstrate over perioden	Samlet vækst over perioden		Gnsn. årlig vækstrate over perioden	Samlet vækst over perioden
Befolkning og indkomst:					
Befolkning	1,08%	11,3%			
Indkomst	3,05%	35,0%			
Produktion af:					
Hvede	0,7%	7,2%	Oksekød	1,5%	16,1%
Ris	0,9%	9,4%	Svinekød	1,7%	18,4%
Foderkorn ⁶	1,2%	12,7%	Kylling	1,9%	20,7%
Oliefrø	2,1%	23,1%			
			Mælk	1,8%	19,5%
Planteolier	2,5%	28,0%	Smør	2,2%	24,3%
Sukker	1,8%	19,5%	Ost	1,3%	13,8%
			Skummet- mælkspulver	1,0%	10,5%
			Sødmælks- pulver	2,4%	26,8%

Kilde: Gennemsnitlige årlige vækstrater (mindste-kvadraters-metode) fra OECD-FAO (2007) Agricultural Outlook 2007-2016, s 18, 26; samlet vækst over perioden er egne beregninger baseret på de gennemsnitlige årlige vækstrater.

* Indkomst er BNP opgjort i US\$ i faste (2000) markedspriser.

Ifølge OECD-FAO vil der være en tendens til større arealer med foderkorn. Det tilvejebringes gennem omallokering af jord, der hidtil har været brugt til andre afgrøder i store OECD producentlande som Australien, Canada og USA; ved inddragelse af brakjorde i EU eller jord fra det såkaldte *Conservation Reserve Program* i USA; eller ved opdyrkning af ny jord i mange ulande, specielt i Syd- og Mellemamerika. I den senere del af fremskrivningsperioden forventes det imidlertid, at en stor del af produktionsstigningen tilvejebringes gennem øget produktivitet i jordanvendelsen. Udvidelsen i det globale høstede areal for hvede, foderkorn, ris, oliefrø, og sukker vil i henhold til OECD-FAO's prognose ligge i størrelsesordenen 40 mio. ha mere i 2016 end i 2006, alt afhængig af udviklingen i udbytte for disse

⁶ Den gennemsnitlige årlige stigning i produktionen af foderkorn til foderbrug ligger ifølge prognosen på 1%, hvilket er mindre end produktionsstigningerne i de animalske sektorer. Dette skal imidlertid sammenholdes med at det som følge af udviklingen i priserne på majs og oliefrøsbaseret proteinfoder (jf. kapitel 2) bliver relativt mere profitabelt at anvende oliefrøsbaseret proteinfoder. Derudover indebærer ethanolproduktion på majs også et biprodukt, der kan anvendes til foder, hvilket ikke mindst er relevant i USA hvor ethanol i vidt omfang produceres på majs. Endvidere kan en forbedret foderudnyttelse i den animalske produktion øge den mængde kød, der kan produceres ved et givent foderforbrug.

afgrøder. Prognosen viser imidlertid ikke hvor stor stigningen vil være i høstede arealer for andre afgrøder end de her nævnte.

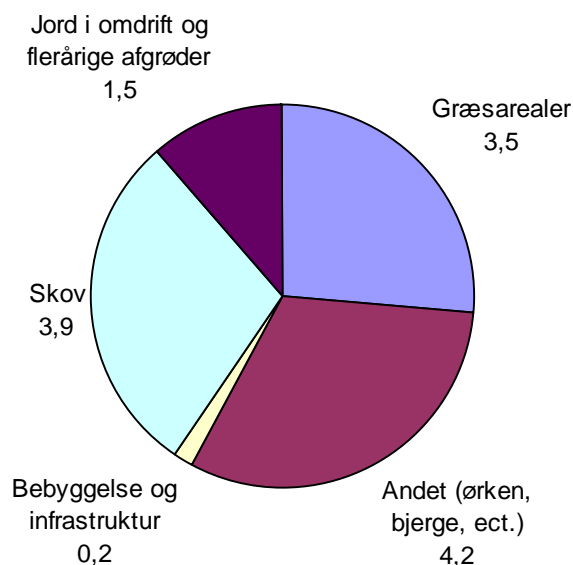
Det bemærkes, at prognosen ikke eksplicit analyserer udviklingen i biobrændstofsektoren, men i stedet baserer beregningerne på udefragivne antagelser om udviklingen i produktionen i en række lande. Prognosen vil endvidere i sagens natur kunne påvirkes af en lang række faktorer, herunder det forhold at produktion af biobrændstof gør landbrugsmarkedene mere følsomme overfor udviklingen i energipriserne og energipolitikken. I en lang række lande er produktion af biobrændstof endnu ikke profitabel uden offentlig støtte. Ændringer i sådanne støtteordninger og politikker kan derfor have markant indvirkning på produktion af biobrændstof og den deraf afledte efterspørgsel efter landbrugsvarer, herunder især korn.

To nyere initiativer er således EU's målsætning om 10% biobrændstof i transportsektorens brændstofforbrug i 2020 og det amerikanske "Twenty in Ten"-forslag om at erstatte 15% af benzinformbruget i USA med biobrændstof i 2017. Begge programmer bygger på en antagelse om, at 2. generations biobrændstofteknologi vil kunne anvendes kommercielt indenfor programmernes tidshorisont, og EU's målsætning indbefatter endvidere import af biobrændstof. Ifølge OECD-FAO vil disse tiltag ikke desto mindre kunne føre til væsentlig større forbrug af korn og andre råvarer end antaget i prognosen.⁷

For at vurdere betydningen af de udvidelser af høstede arealer, som OECD-FAO's analyse lægger op til, må man sammenholde med den nuværende globale arealanvendelse og mulighederne for at udvide landbrugsarealet. Den nuværende globale arealanvendelse ses i figur 1.1.

⁷ Produktionen af biobrændstof i udvalgte lande og regioner i OECD-FAO's prognose præsenteres i kapitel 2.

Figur 1.1 Nuværende arealanvendelse, mia. ha



Kilde: Bergsma m.fl. 2006 s 25 baseret på UNEP GEO data (<http://geodata.grid.unep.ch/>)⁸

Ud af et samlet jordareal på lidt over 13 mia. ha bruges ca. 1,5 mia. ha til produktion af fødevarer, foderafgrøder, og industriafgrøder, mens yderligere 3,5 mia. ha bruges til græsning. Hvis den forventede stigning i det høstede areal for hvede, foderkorn, ris, oliefrø og sukker på ca. 40 mio. ha alene tilvejebringes gennem en udvidelse af det dyrkede areal – dvs. ved uændret intensitet i produktionen – ville dette således medføre en udvidelse af arealet til disse afgrøder på knap 5%, svarende til en udvidelse af det samlede areal under omdrift og flerårige afgrøder på mindre end 3%.

Mens størrelsen af omdriftsarealet i i-landene har været nogenlunde stabil siden 1970'erne, er omdriftsarealet i ulandene vokset og vil ifølge FAO-prognoser også vokse fremover. FAO har således estimeret at mængden af jord i omdrift i ulandene vil være forøget med 120 mio. ha i 2030 i forhold til niveauet i 1997-99, hvilket svarer til en stigning i det globale omdriftsareal på omkring 8%. Heraf vil Afrika tegne sig for 60 mio. ha, mens Syd- og Mellemamerika samt Caribien tegner sig for 41 mio. ha.⁹ Ifølge UNEP vil denne udvidelse af landbrugsarealet stamme enten fra yderligere omdannelse af skov til landbrugsjord eller ved inddragelse af sårbare jorde i områder med begrænset nedbør, hvilket i begge tilfælde giver

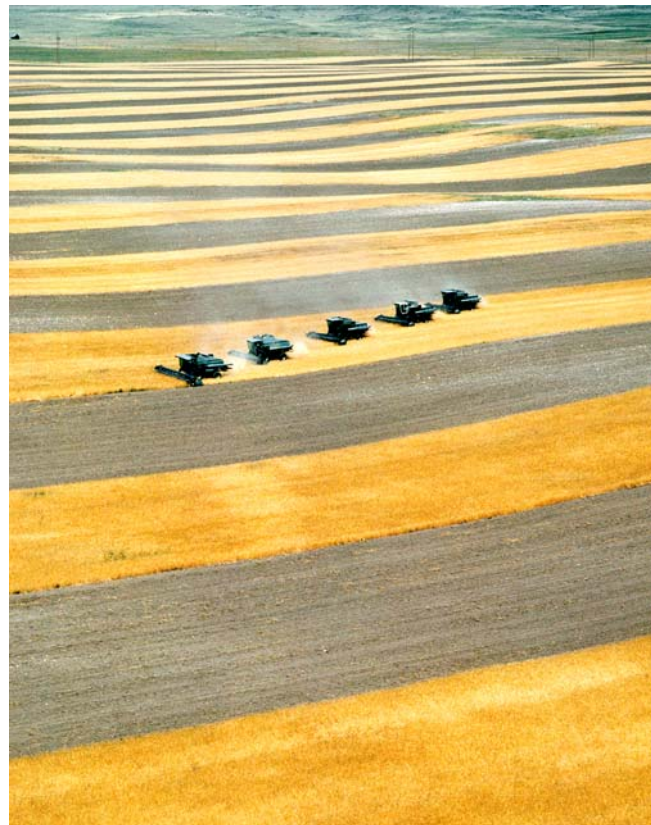
⁸ Bergsma, Geert, Bettina Kampman, Harry Croezen, og Maartje Sevenster (2006). Biofuels and their global influence on land availability for agriculture and nature – A first evaluation and a proposal for further fact finding. Report by CE Delft commiss. by Unilever. <http://www.agobservatory.org/library.cfm?refID=97439>.

⁹ Bruinsma, Jelle (2003), idem.

anledning til miljømæssige forbehold.¹⁰ Der vil også være mulighed for at øge landbrugsproduktionen i bl.a. Rusland og Østeuropa, hvor der ifølge FAO er en del uudnyttet jord og samtidig også en betydelig mulighed for at øge produktiviteten ved at reducere spild og øge afgrødeudbytterne.¹¹

Stigende afgrødeudbytter har været kilden til størstedelen af væksten i afgrødeproduktionen i de forgangne 40 år.¹² OECD-FAO's prognose peger på at stigende afgrødeudbytter fortsat vil være en vigtig kilde til vækst i produktionen, også selv om udbyttevækstraterne ikke nødvendigvis bliver så høje som de har været i tidligere perioder. Ifølge Wiebe viser FAO data, at mens det globale kornudbytte voksede med ca. 2,5% om året i perioden fra 1961 til 1990, så var væksten i 1990'erne kun 1,1% om året, og væksten i kornudbyttet skulle forventes at aftage til 0,8% om året i de næste årtier.¹³ I OECD-FAO's prognose for 2007-2016 forventes det globale hvedeudbytte at stige med 0,75% årligt, mens foderkornudbyttet ventes at stige med 0,9% om året. Den årlige stigning i oliefrøudbyttet forventes tilsyneladende at ligge omkring 1,2-1,3%.

Stordrift i landbrugsproduktionen



Kilde: Fotosearch

En lang række faktorer gør det imidlertid vanskeligt at forudsige udviklingen i udbytternes vækstrate. Dels er der muligheden for produktivitetsstigninger eller –spring som følge af

¹⁰ UNEP(2002). Global Environment Outlook 3 – Past, present, and future perspectives. http://www.unep.org/geo/geo3/english/pdfs/chapter2-2_land.pdf

¹¹ FAO (2002). World agriculture: towards 2015/2030 – Summary report. <http://www.fao.org/docrep/004/y3557e/y3557e00.htm#TopOfPage>

¹² Bruinsma, Jelle (2003), idem.

¹³ Wiebe, Keith (2006). Global Resources and Productivity. Kapitel 3.5 i Keith Wiebe og Noel Gollehon (eds) (2006): Agricultural Resources and Environmental Indicators, 2006 Edition. Report from the Economic Research Service (ERS), United States Department of Agriculture (USDA). http://www.ers.usda.gov/publications/arei/eib16/eib16_3-5.pdf

teknologiske landvindinger, inklusiv bioteknologiske fremskridt. Dels er der mange steder betydelig forskel mellem potentielle og realiserede afgrødeudbytter. Selv ved anvendelse af kendt teknologi er der således et potentiale for at øge afgrødeudbytter og dermed produktionen. Hvorvidt disse potentialer vil blive udnyttet afhænger bl.a. af udviklingen i de reale priser på landbrugsprodukterne,¹⁴ om end en række mere institutionelle forhold kan være med til at begrænse produktivitsudviklingen og væksten i produktionen. Der knytter sig følgelig en betydelig usikkerhed til skøn over den fremtidige produktivits-udvikling.¹⁵ Udover produktivitsstigninger i afgrøde- og husdyrproduktionen samt øget intensitet i jordudnyttelsen er der i visse områder også et væsentligt potentiale for at øge den produktion, der faktisk realiseres fra en given mængde jord, gennem mere effektiv høst, lagring og forarbejdning af afgrøderne med henblik på at reducere svindet.

Sammenfattende kan det konstateres, at OECD-FAO's prognoser for landbrugsproduktionen i perioden 2007-16 kun indbefatter en mindre stigning i det høstede areal, da den resterende del af produktionsstigningen dækkes ind af produktivitsstigninger. Prognoserne peger endvidere på en stigning i fødevareforbruget pr. indbygger for en række større fødevare-grupper. Det skal her bemærkes, at en stigning i det gennemsnitlige fødevareforbrug naturligvis ikke er ensbetydende med, at fødevarerne rent faktisk er optimalt fordelt på tværs af befolkningsgrupper og lande. OECD-FAO prognosen er ikke baseret på en eksplicit analyse af udviklingen i biobrændstofsektoren, men bygger derimod på udefra-givne antagelser om udviklingen i biobrændstof produktionen i en række lande. Det konkluderes ikke desto mindre i prognosen, at biobrændstoffer er en af hoveddrivkræfterne i prognoserne, og at biobrændstoffer understøtter afgrødepriserne og indirekte også priserne på animalske produkter, jf. kapitel 2 i denne rapport.

1.3 Biobrændstofproduktionen og den fremtidige jordanvendelse

Ifølge det Internationale Energi Agentur (herefter IEA) anvendes på nuværende tidspunkt ca. 14 mio. ha til produktion af biobrændstof, hvilket svarer til rundt regnet 1 % af den globale jord i omdrift.¹⁶ Omkring 1 % af det globale brændstofforbrug er udvundet af biomasse. Spørgsmålet er så, hvor meget jord der i fremtiden vil være til rådighed for produktion af biomasse til energiformål.

¹⁴ FAO (2002), idem.

¹⁵ Klimaforandringer kan også påvirke produktiviteten, men Jørgen E. Olesen fra Forskningscenter Foulum vurderer, at mindre klimaændringer (<2) næppe vil give anledning til væsentlige ændringer i den globale fødevareproduktion.

¹⁶ IEA (2006). World Energy Outlook 2006.

Doornbosch og Steenblik (2007) præsenterer estimater for, hvor meget ekstra jord der vil være til rådighed for biomasseenergiproduktion i 2050 på globalt plan.¹⁷ Som det fremgår af tabel 1.2, vurderes det, at der ud af det samlede jordareal på 13,4 mia. ha maksimalt kan anvendes 3,3 mia. ha til uvandet afgrødedyrkning, idet de resterende jordarealer enten er for kolde, for tørre, for stejle, eller har for dårlige jordbundsforhold. Trækkes herfra de jordarealer, der er dækket af skov eller allerede i omdrift samt det øgede behov for jord til produktion af fødevarer, beboelse og infrastruktur, vil der være rundt regnet 0,7 mia. ha jord tilbage, der kunne anvendes til biomasseenergiproduktion i 2050 (da det forudsættes at eksisterende skov ikke fældes). Størstedelen af de 0,7 mia. ha jord bruges imidlertid på nuværende tidspunkt til græsning for husdyrproduktion. Tendensen til øget efterspørgsel efter kødprodukter vil alt andet lige øge efterspørgslen efter græsningsarealer. Omvendt vil tendensen til husdyrhold i store intensive produktionssystemer, hvor foderet i vidt omfang købes fra lavprisproducenter på de internationale markeder, lette efterspørgslen efter græsningsarealer.

Tabel 1.2: Mængden af global jord potentielt til rådighed for biomasseenergiproduktion i 2050

	Mia. ha
Samlet globalt jordareal	13,4
Jordareal der kan anvendes til uvandet afgrødedyrkning	3,3
heraf jord dækket af skov	0,8
jord allerede i omdrift	1,5
fremtidig behov for øget jord til fødevarerproduktion, beboelse og infrastruktur	0,3
Brutto- jordareal til rådighed for øget biomasseproduktion	0,74
Netto-jordareal til rådighed for øget biomasseproduktion (efter justering for øget jord til græsning)	0,44

Kilde: Doornbosch, Richard og Ronald Steenblik (2007) s 13. Biofuels: Is the Cure Worse Than the Disease. OECD Round Table on Sustainable Development. (<http://media.ft.com/cms/fb8b5078-5fdb-11dc-b0fe-0000779fd2ac.pdf>).

Doornbosch og Steenblik vurderer derfor, at der maksimalt vil være 0,44 mia. ha regnvandet jord til rådighed for energiafgrødeproduktion i 2050. Potentialet for udvidelsen af biomasseproduktionen forefindes primært i Afrika og Syd- og Mellemamerika, da mere end 80% af de nye dyrkbare arealer findes i disse områder. Der er imidlertid en række institutionelle faktorer bl.a. i Afrika syd for Sahara, der kan vanskeliggøre udnyttelsen af dette jordpotentiale. Doornbosch og Steenblik anfører derfor også, at de 0,44 mia. ha skal ses som en ”tek-

¹⁷ Doornbosch, Richard og Ronald Steenblik (2007). Biofuels: Is the Cure Worse Than the Disease. OECD Round Table on Sustainable Development. <http://media.ft.com/cms/fb8b5078-5fdb-11dc-b0fe-0000779fd2ac.pdf>

nisk” øvre grænse for mængden af jord, der kan anvendes til biomasse-energiproduktion i 2050. Inddragelsen af 0,44 mia. ha ekstra jord til bioenergi-produktion ville svare til en udvidelse af det nuværende samlede omdriftsareal på knap 30% eller alternativt ca. en 30-dobling af arealet, der på nuværende tidspunkt bruges til produktion af biobrændstof.

1.4 Den globale energiefterspørgsel og forsyning

Produktionen af biobrændstof afhænger ikke blot af udviklingen i produktion og efterspørgsel efter landbrugsvarer, den afhænger også af udviklingen i produktion og efterspørgsel efter energi. Ifølge IEA(2006), er den globale primærenergifterspørgsel steget med 54% fra 1980 til 2004 og forventes i deres basisscenarium at stige med 53% fra 2004 frem til 2030.¹⁸ Beregninger fra EIA viser ligeledes, at det samlede globale forbrug af markedsført energi i 2004 lå på 447 peta-Btu (svarende til omkring 420 exajoules) og forventes at stige med omkring 57% frem til 2030.¹⁹ Over 75% af denne stigning i energiforbruget vil finde sted udenfor OECD. Gruppen af ikke-OECD lande i Asien tegner sig for 50% af stigningen i det globale energiforbrug. Denne gruppe lande omfatter bl.a. Kina og Indien, der på grund af stærk økonomisk vækst og store befolkninger vil blive store energiforbrugere.

Størstedelen af den globale energiefterspørgsel dækkes på nuværende tidspunkt af fossile brændstoffer, herunder ikke mindst olie. Som det fremgår af figur 1.2, udgjorde olie 35% af verdens samlede primær energiproduktion i 2004, mens vedvarende energi derimod kun udgjorde 13%. Biomasse og affald tegner sig for størstedelen af den vedvarende energi, idet disse kilder udgjorde 10 % af den globale primær energiproduktion. Af det globale endelige energiforbrug (der ikke inkluderer elektricitets- og varmeproduktion samt andre transformationer) tegnede industrien og transportsektoren sig ifølge IEA for henholdsvis 33% og 26% i 2004, mens husholdningerne, serviceerhvervene og landbruget anvendte 38%.

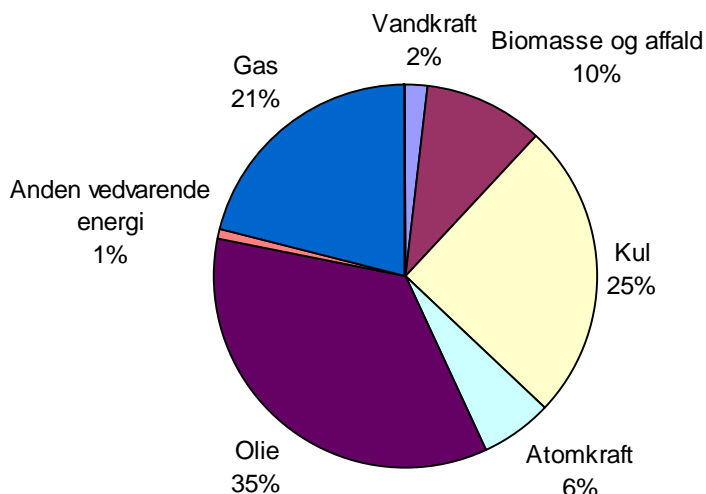
Bioenergi omfatter en lang række forskellige energiressourcer. Kilderne til bioenergi er primært restprodukter fra landbruget, energiafgrøder og naturlig vegetation, og i modsætning til olie kan bioenergi derfor produceres i stort set alle lande. I udviklingslandene afbrændes biomasse hovedsageligt af landhusholdningerne i forbindelse med madlavning og opvarmning, og bioenergi udgør i ulandene omkring 33 % af energiforbruget. I i-landene anvendes biomassen fortrinsvis til elektricitet og varme som brændsel i centrale og decentrale anlæg, og bioenergien udgør kun omkring 3-4 % af det samlede energiforbrug.²⁰

¹⁸ Det amerikanske energiministeriums *Energy Information Administration*

¹⁹ Energy Information Administration (2007). *International Energy Outlook 2007*.
<http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>

²⁰ Hazell, Peter og R. K. Pachauri (2006). Overview. Brief no. 1 i Hazell, Peter og R. K. Pachauri (eds.) (2006). *Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges*. International Food Policy Research Institute.
<http://www.ifpri.org/2020/focus/focus14/focus14.pdf>

Figur 1.2 Sammensætning af den samlede globale primær energiproduktion i 2004



Kilde: IEA (2006). World Energy Outlook 2006 s 66

Flydende biobrændstof til transport, i form af ethanol og biodiesel, udgør stadig kun en meget lille del af det samlede forbrug af benzin og diesel. Som nævnt ovenfor er kun ca. 1% af det globale brændstofforbrug udvundet af biomasse, og det produceres kun i et begrænset antal lande. Brug af biomasse til energiformål er således ikke et nyt fænomen, men hidtil er langt størstedelen af biomassen gået til direkte afbrænding. Brugen af biomasse til ethanol og biodiesel er imidlertid kraftigt stigende i disse år.

Verdensmarkederne for benzin og diesel afgør, hvor stort markedet for biobrændstof potentielt kan blive. Det globale forbrug af benzin og diesel var i 2004 på henholdsvis 1,2 milliarder liter og 0,76 milliarder liter. Som det fremgår af tabel 1.3 er forbruget af benzin og diesel meget ujævnt fordelt over de forskellige regioner.

Tabel 1.3 Fordeling af det globale benzin- og dieselforbrug i transportsektoren, 2004 (%)

	USA	EU	Japan	Kina	Resten af verden
Globalt benzinforbrug	43	13	5	5	34
Globalt dieselforbrug	20	27	4	7	42

Kilde: Kojima m.fl. 2007 s 30-31

USA tegner sig således for 43% af det globale benzinforbrug og 20% af dieselforbruget, mens de samme tal for EU er henholdsvis 13% og 27%. Disse landes målsætninger for andelen af biobrændstof i det samlede brændstofforbrug har derfor en vis indflydelse på det globale forbrug af både fossile brændstoffer og biobrændstoffer.

Givet størrelsen af de globale benzin- og dieselmærker i 2004 er det muligt at beregne, hvor meget ethanol og biodiesel, der skal til for at erstatte en given andel af benzin og dieselforbruget med biobrændstof i dette år.²¹ Baseret på en antagelse om en samlet energimæssig omregnings-faktor på 0,8 for ethanol og 0,95 for biodiesel estimeres det således, at der for at erstatte 5% af det globale benzin- og dieselforbrug i 2004 skulle bruges ca. 73 mia. liter ethanol (svarende til et område på 21 mio. ha majs i USA eller 12 mio. ha sukker i Brasilien) og 40 mia. liter biodiesel (svarende til et område på 44 mio. ha oliefrø i EU).²²

Til sammenligning estimeredes den globale produktion af biobrændstof i starten af 2006 til at være over 35 mia. liter, hvilket svarer til mindre end en tredjedel af den mængde biobrændstof, der skulle til for at erstatte 5% af det globale benzin- og dieselforbrug i transportsektoren i 2004.

1.5 Motivation og overvejelser omkring biobrændstofproduktion

Som det er beskrevet i de foregående afsnit, er efterspørgsel og produktion af biobrændstof påvirket af udbuds- og efterspørgselsforholdene i to forskellige sektorer – landbrugssektoren og energisektoren. I de kommende år vil befolkningstilvæksten og stigende levestandarder føre til øget efterspørgsel efter både fødevarer og energi. Samtidig øges presset på miljøet også, både med hensyn til behovet for at begrænse udledningen af drivhusgasser, forhindre udpining af jorden og skovrydning, bevare biodiversiteten etc. Produktionen af biobrændstof

²¹ Kojima, Masami, Donald Mitchell og William Ward (2007). Considering Trade Policies for Liquid Biofuels. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), World Bank.

http://siteresources.worldbank.org/INTOGMC/Resources/Considering_trade_policies_for_liquid_biofuels.pdf

²² Arealet der kræves for at producere en given mængde ethanol i USA og Brasilien er beregnet ud fra konverteringskoefficienterne fra majs og sukkerrør til ethanol (hhv. 396 l/t og 85 l/t) og høstudbytte for disse afgrøder i USA og Brasilien i 2004 (hhv. 8,88 t/ha og 71,42 t/ha). Arealet der kræves for at producere en given mængde biodiesel i EU er beregnet ud fra konverteringskoefficienten fra planteolie til biodiesel (1048 l/t) samt udtrækskoefficienten fra oliefrø til planteolie og høstudbyttet for oliefrø i EU15 i 2004 (hhv. 0,28 T/t og 3,08 t/ha). Disse parameter er taget fra OECD (2006): Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels. <http://www.oecd.org/dataoecd/58/62/36074135.pdf>.

påvirkes derfor af en lang række faktorer, der både omfatter markeds kræfter og politiske målsætninger. Ifølge OECD-FAO (2007) falder motivationen for politisk støtte til biobrændstofproduktion typisk indenfor en eller flere af følgende kategorier:

- a) Hensynet til forsyningsikkerhed
- b) Hensynet til miljøet
- c) Muligheden for at udvikle nye markeder for landbrugsprodukter og dermed øge indtjeningen for landmændene

Udviklingen af biobrændstofsektoren bliver således formet af mindst fire forskellige politikområder; energipolitikken, miljøpolitikken, landbrugspolitikken, og handelspolitikken. Udsigten til øget produktion af biobrændstof har ført til diskussioner om i hvilket omfang biobrændstofproduktionen vil konkurrere med fødevarerproduktionen og føre til en ringere grad af fødevarerforsyningsikkerhed for verdens fattige befolkning. Forholdet mellem biobrændstofproduktion og fødevarerforsyningsikkerhed er imidlertid komplekst og afhænger i vidt omfang af den enkelte husholdnings karakteristika. Ifølge UN-Energy kan udvidelsen af biobrændstofproduktion således påvirke fødevarerforsyningsikkerheden på husholdnings-, nationalt, og globalt niveau på fire overordnede planer: udbud, adgang, stabilitet, og udnyttelse.²³

Udbuddet af fødevarer kan blive påvirket af biobrændstofproduktionen, hvis jord, vand og andre produktionsfaktorer bliver trukket ud af fødevarerproduktionen. Manglende sikkerhed i fødevarerforsyningen er imidlertid et resultat ikke kun af manglende fødevarerudbud, men også af fattigdom. Ifølge UN-Energy er sult i udviklingslande ofte koncentreret i landområder. Hvis produktion af biobrændstof kan føre til højere indkomster for småbønder og landarbejdere – enten ved at de selv producerer biobrændstof eller ved at priserne på deres andre afgrøder stiger – så kan disse gruppers adgang til fødevarer og dermed deres fødevarerforsyningsikkerhed blive forbedret. Derimod vil stigende fødevarerpriser være et problem for den fattige bybefolkning, hvis disse ikke på anden vis får del i overskuddet fra den lokale landbrugsproduktion. Ifølge UN-Energy forventes verdensmarkedspriserne på fødevarer at stige på det korte til mellemlange sigt som følge af den øgede biobrændstofproduktion. Der er således allerede observeret prisstigninger på en række af de store biobrændstofråvarer som sukker, majs, rapsolie, palmeolie og sojabønner.

Øget biobrændstofproduktion vil ikke blot have en indvirkning på prisniveauet for fødevarer, det kan også medføre øget ustabilitet i fødevarerpriserne på grund af forbindelsen mellem

²³ UN-Energy (2007). Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers. <http://esa.un.org/un-energy/pdf/susdev.Biofuels.FAO.pdf>. "Udnyttelse" handler om folks evne til at optage næringsstofferne i mæden, hvilket afhænger af sundheds- og ernæringsfaktorer såsom adgangen til rent vand og medicin og lægehjælp. Dette emne vil ikke blive yderligere belyst her.

oliepriserne og priserne på biobrændstofafgrøder. Ifølge UN-Energy kan øgede prissvingninger være mere problematisk for fødevareforsyningssikkerheden end den langsigtede pris-trend, idet de fattige ofte har mindre mulighed for at tilpasse sig disse udsving på kort sigt. En del af prissvingningerne kan imidlertid imødegås gennem øget international handel med biobrændstof, og det er følgelig vigtigt at sikre en hensigtsmæssig handelspolitik på biobrændstofområdet.

Den nuværende generation af biobrændstofteknologi får stort set udelukkende råvarer fra fødevareafgrøder, og på globalt niveau er fødevareproduktion og biobrændstofproduktion derfor substitutter under den nuværende teknologi. Ifølge UN-Energy kan moderne bioenergi-systemer dog alligevel være med til at forbedre den lokale fødevareproduktion, idet visse biobrændstofafgrøder kan inkorporeres i afgrøderotation på en sådan måde, at systemets produktivitet forøges.²⁴ Endvidere findes der også råvarer for den nuværende biobrændstofproduktion, der ikke konkurrerer direkte med fødevareproduktion. Den uspiselige plante jatropha kan således bruges til produktion af biodiesel, og denne afgrøde, der er tørkeresistent, kan gro på marginale jorde og medvirke til genopretning af sådanne jorde. Ifølge Kojima m.fl. (2007) tyder erfaringerne indtil videre dog på, at jatropha ikke kan dyrkes på marginale jorde på kommerciel basis.

Et andet vigtigt aspekt er udviklingen af 2. generations biobrændstofteknologi, idet produktion af biobrændstof baseret på ligno-cellulose²⁵ eller affaldsmaterialer vil have andre implikationer for fødevaresikkerheden end den nuværende biobrændstofproduktion. Dertil kommer at en kommerciel udvikling af ligno-cellulose-baseret ethanol vil medføre et langt større potentielt råvaregrundlag, hvoraf en del ville kunne anvendes til biobrændstofproduktion. Beregningerne af energipotentialet fra biomassen efter introduktion af 2. generations teknologi svinger meget, men antyder generelt at der et stort potentiale for bioenergi produceret på en brøkdel af den jord, der er nødvendig under 1. generations teknologier.²⁶ Effekten af 2. generations teknologierne på den globale energiforsyning vil dog i sagens natur afhænge af den teknologiske udvikling samt hvilke politikker sektoren bliver underlagt.

Effekten af biobrændstofproduktionen på fødevaremarkederne og jordanvendelsen vil også afhænge af de handelspolitikker, der er på området. Ifølge Hazell har verden den fornødne kapacitet til producere den mængde fødevarer, der er behov for, samt en stor mængde bio-

²⁴ UN-Energy (2007). Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers. <http://esa.un.org/un-energy/pdf/susdev.Biofuels.FAO.pdf>

²⁵ Ligno-cellulose biomasse er biomasse som hovedsageligt består af lignin og cellulose, såsom alle typer træer, græsser, restprodukter fra landbrugsproduktion såsom stængler og blade fra majs, bagasse fra sukkerrør, halm etc. (jf. http://en.wikipedia.org/wiki/Lignocellulosic_biomass)

²⁶ Jf. IEA (2006), idem.

masse til energiproduktion, men dette er ikke tilfældet i alle lande og regioner.²⁷ Handel er en effektiv måde at få udbredt fordelene ved denne globale kapacitet, samtidig med at handel gør de enkelte lande i stand til at fokusere på produktionen af de typer fødevarer-, foder-, og energiafgrøder, hvor de er mest konkurrencedygtige.

1.6 Udvalgte landes erfaringer med biobrændstofproduktion

Produktionen af bioethanol og biodiesel er på nuværende tidspunkt koncentreret i nogle få lande. Ifølge IEA (2006) stod Brasilien og USA for henholdsvis 48% og 44% af den globale ethanolproduktion i 2005,²⁸ mens EU stod for 87% af den globale biodieselproduktion. Produktion af biodiesel er mere arealkrævende end produktion af ethanol, og på nuværende tidspunkt er den globale ethanolproduktion væsentlig større end biodieselproduktionen. I 2005 udgjorde ethanol således omkring 85% af biobrændstofproduktionen, mens biodiesel tegnede sig for cirka 15%.

Da der er stor forskel på de enkelte landes erfaringer med produktion og brug af biobrændstoffer vil den resterende del af kapitlet fokusere på landestudier af de tre store biobrændstofproducenter – EU, USA, og Brasilien – samt enkelte andre producenter i andre dele af verden. Estimaterne for biobrændstof produktion, der præsenteres i disse afsnit, er primært hentet fra Kojima m.fl. 2007.²⁹ Det skal dog bemærkes at produktionsestimaterne varierer en del fra kilde til kilde (sammenlign f.eks. Kojima m.fl. 2007 og IEA 2006).

EU

I EU er biodieselsektoren væsentligt større end ethanolsektoren, og EU er på nuværende tidspunkt førende indenfor udviklingen af biodieselsektoren.³⁰ I 2005 producerede EU 3,2 mio. ton biodiesel (svarende til cirka 3,6 mia. liter), hvilket udgjorde en betydelig stigning i forhold til produktionen i 2004 på 1,9 mio. ton. I EU produceres biodiesel primært på basis af rapsolie, men der bruges også solsikkeolie og sojaolie. Brugen af sojabønner, herunder også importerede sojabønner, ventes at stige i Tyskland, Portugal og Spanien i de kommende år. EU's produktion af ethanol svarede til cirka 1,6 mia. liter i 2006, hvilket også udgjorde en væsentlig stigning i forhold til produktionen i 2004 og 2005 på henholdsvis 0,5 og 0,9 mia. liter. Ifølge IEA (2006) udgjorde EU's produktion af biodiesel i 2005 som nævnt 87% af verdensproduktionen, mens EU's produktion af ethanol kun udgjorde knap 3%.

²⁷ Hazell, Peter (2006). Developing Bioenergy: A Win-Win Approach That Can Serve the Poor and the Environment. Brief no. 12 i Hazell, Peter og R. K. Pachauri (eds.) (2006). Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges. International Food Policy Research Institute. <http://www.ifpri.org/2020/focus/focus14/focus14.pdf>

²⁸ Estimater fra OECD-FAO (2007) antyder at USA allerede producerede mere ethanol end Brasilien i 2005.

²⁹ Kojima, Masami, Donald Mitchell, og William Ward (2007), idem

³⁰ OECD (2006). Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels. <http://www.oecd.org/dataoecd/58/62/36074135.pdf>

De største biodieselproducenter i EU er Tyskland, Frankrig og Italien der producerede henholdsvis 2,7, 0,7 og 0,4 mio. ton i 2006.³¹ De største ethanol producenter i EU er Tyskland, Spanien, og Frankrig, der alle producerede 200 mio. liter eller mere i 2006.³²

EU's biobrændstofproduktion er forholdsvis ny i den forstand, at produktionen først for alvor kom i gang i starten af 1990'erne. 1992-reformen af den fælles landbrugspolitik introducerede således braklægning, men tillod landmændene at dyrke nonfood afgrøder på brakjord. I 2003 reformen af den fælles landbrugspolitik blev de direkte støttebetalinger dernæst afkoblet fra produktionen og afgrøder, der tidligere kun havde været støtteberettigede under nonfood-regimet på brakjord, kunne nu dyrkes på alle jorde uden tab af støttebetalinger. Endvidere blev der i 2003-reformen også introduceret et specielt energiafgrødetilskud.

Ifølge Kojima og Johnson er der to faktorer, der har bidraget til at gøre EU førende indenfor biodiesel produktion.³³ Den ene er 1992 reformen af den fælles landbrugspolitik, og den anden er de høje brændstofafgifter i EU, der har muliggjort indirekte subsidiering af biobrændstofproduktion gennem hel eller delvis fritagelse fra disse brændstofafgifter. Historisk set har økonomien i den europæiske biobrændstofproduktion resulteret i store skattesubsidier i de EU lande, der har haft aktive biobrændstofprogrammer. Beregninger antyder også, at omkostningerne ved ethanolproduktion er relativt høje i EU. Ikke desto mindre konkluderer Henniges og Zeddies imidlertid, at da EU allerede er nettoimportør af planteolie, som er den primære råvare for biodiesel, så må den fremtidige vækst i biobrændstofproduktionen formentlig komme i form af øget ethanolproduktion.³⁴

Produktion af biobrændstof er stærkt subsidieret i EU. Afgiftssatserne varierer på tværs af medlemslandene, og afgiften på biobrændstof sammenlignet med afgiften på fossile brændstoffer varierer således fra 0% til 45%.³⁵ I nogle medlemslande har regeringerne introduceret kvoter for, hvor stor en mængde biobrændstofproduktion, der kan drage fordel af f.eks. afgiftsfritagelse. Regler om tvungen iblanding af biobrændstof i fossilt brændstof anvendes også i nogle medlemslande. Som nævnt ovenfor kan afgrøder til biobrændstofproduktion også modtage støtte under 2003 reformen af den fælles landbrugspolitik, og råmaterialer fra landbruget, der bruges til biobrændstofproduktion, nyder også godt af den generelle landbrugsstøtte, der gives til traditionelle fødevarer afgrøder. En væsentlig del af den generelle

³¹ European Biodiesel Board statistics. <http://www.ebb-eu.org/stats.php#>

³² Kojima, Masami, Donald Mitchell, og William Ward (2007), idem.

³³ Kojima, Masami og Todd Johnson (2005). Potential for Biofuels for Transport in Developing Countries. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP), Joint UNDP / World Bank. http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2006/01/05/000090341_20060105161036/Rendered/PDF/ESM3120PAPER0Biofuels.pdf

³⁴ Henniges, Oliver og Jurgen Zeddies (2006). Bioenergy in Europe: Experiences and Prospects. Brief no. 9 i Hazell, Peter og R. K. Pachauri (eds.) (2006). Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges. International Food Policy Research Institute. <http://www.ifpri.org/2020/focus/focus14/focus14.pdf>

³⁵ Doornbosch og Steenblik (2007), idem.

landbrugsstøtte er dog som nævnt er blevet afkoblet fra produktionen som følge af 2003 reformer.

EU's nuværende handelspolitikker indebærer, at markedet for ethanol er beskyttet, mens markedet for biodiesel er rimelig åbent.³⁶ For at illustrere omkostningseffektiviteten af de offentlige biobrændstofs subsidier præsenterer Doornbosch og Steenblik (2007) estimater for, hvor store subsidier der er knyttet til at erstatte en liter fossilt brændstof med biobrændstof i udvalgte lande. For EU angives subsidiet for biodiesel at være 0,77-1,53 \$/liter fortrængt diesel, mens subsidiet for ethanol ligger i størrelsesordenen 1,64-4,98 \$/liter fortrængt benzin. Det skal dog bemærkes, at disse kvantificeringer af subsidieniveauer er behæftet med en vis usikkerhed på grund af datas beskaffenhed, og det fremgår ikke direkte hvad der er indregnet i subsidieberegningen.

I 2003 udstedte EU et Biobrændstof Direktiv, som indebar at hvert medlemsland skulle formulere nationale indikative mål med henblik på at sikre en minimum andel af biobrændstof og anden vedvarende energi på deres markeder. En reference-målsætning blev fastsat til 2% af benzin og diesel til transport ved udgangen af 2005 og 5,75% ved udgangen af 2010. Selvom målsætningen for 2005 ikke blev nået, og målsætningen for 2010 sandsynligvis heller ikke bliver det, vedtog EU's ministre alligevel i februar 2007 at andelen af biobrændstof i transportsektoren skulle øges til 10% i 2020.³⁷

EU Kommissionen har udarbejdet en analyse af implikationerne for landbrugssektoren af kravet om minimum 10% biobrændstof i 2020, herunder også hvilke konsekvenser dette vil have for jordanvendelsen i EU (jf. tabel 1.3).³⁸ Som det fremgår af tabel 1.4 var biobrændstoffernes andel i brændstofforbruget i EU 1,2% i 2006, og der blev brugt 3,1 mio. ha jord til biobrændstofproduktion, hvilket svarer til mindre end 3% af den samlede omdrifts jord.

EU Kommissionens foreløbige beregninger viser at en stigning i forbruget af biobrændstoffer til 10% i 2020 vil øge mængden af jord, der bruges til biobrændstofproduktion, til 17,5 mio. ha jord, hvilket svarer til 15% af den samlede omdrifts jord. Kommissionen forudsætter, at 20% af biobrændstofproduktionen dækkes med importeret biomasse (i form af bl.a. oliefrø, planteolie og træflis). Hvis der ikke var nogen produktion af 2. generations

³⁶ European Commission (2007): Note to the file – The impact of a minimum 10% obligation for biofuel use in the EU-27 in 2020 on agricultural markets.

http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/markets/biofuel/impact042007/text_en.pdf

³⁷ Kojima, Masami, Donald Mitchell og William Ward (2007), idem.

³⁸ European Commission (2007): Note to the file – The impact of a minimum 10% obligation for biofuel use in the EU-27 in 2020 on agricultural markets.

http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/markets/biofuel/impact042007/text_en.pdf

biobrændstof skulle importen af biomasse være væsentlig højere, og priserne ville også stige væsentlig mere end de gør i hovedscenariet.

Tabel 1.4 Jordanvendelsen ved minimum 10% biobrændstof i EU27 i 2020 (mio. ha).

	2006*	2020
Andel af biobrændstof i brændstofforbrug	1.2%	10.0%
<i>Areal med biobrændstofafgrøder</i>		
Ethanolareal	1.0	12.9
Biodieselareal	2.1	4.6
Samlet biobrændstofareal	3.1	17.5
Samlet omdriftsjord EU27	113.8	113.8

*Inkluderer Bulgarien og Rumænien

Kilde: European Commission (2007) s 8: Note to the file – The impact of a minimum 10% obligation for bio-fuel use in the EU-27 in 2020 on agricultural markets.

http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/markets/biofuel/impact042007/text_en.pdf

EU Kommissionen konkluderer i analysen, at denne udvidelse i mængden af jord, der bruges til biobrændstofproduktion, ikke vil resultere i et for stort pres på arealressourcerne og ej heller vil medføre en væsentlig stigning i produktionsintensiteten som følge af det begrænsede pres på markederne. Kommissionens baserer sin analyse og konklusioner på en antagelse om, at 2. generations biobrændstof vil udgøre 30% af biobrændstofproduktionen, samt at politikkerne er uændrede (herunder også braklægningspolitikken og muligheden for at dyrke energiafgrøder på brakjord), og at de følgende langsigtede markedstendenser vil gøre sig gældende i EU27:

- Afgrødeproduktionen vil fortsat have en moderat stigning i udbytter på omkring 1% om året for korn og knap 2% om året for raps, hvilket øger forsyningen med korn og oliefrø på EU markedet. Udbyttet for sukkerroer antages at stige med lidt over 2% om året.
- Øget produktion af 2. generations biobrændstof vil føre til højere energiudbytter pr. ha, hvilket reducerer behovet for jord sammenlignet med 1. generations biobrændstof.
- Muligheden for at dyrke energiafgrøder på brakjord sikrer en betydelig mængde jord til produktionen
- Der vil kun være begrænset stigning i kødforbruget i EU som følge af den stagnerende/faldende og også aldrende befolkning. Fald i kødeksporten og stigning i kødimporten vil også bidrage til den lave vækst og stagnation i husdyrsektoren. Denne

udvikling i husdyrsektoren vil medføre enten begrænset vækst eller stagnation i foderefterspørgslen i EU, og vil derved øge tilgængeligheden af afgrøder og jord til biobrændstofproduktion i 2020.

- Øget produktivitet og stagnerende foder- og fødevarermarkeder vil medføre adgang til større produktionskapacitet for biobrændstof i 2020 end på nuværende tidspunkt.

Kommissionen forventer også, at det indenlandske forbrug af korn vil stige væsentligt, mens eksporten forventes at falde over tid.

USA

Brasilien har historisk set været verdens største producent af ethanol, men i de seneste år er ethanolproduktionen i USA vokset kraftigt, og USA er nu verdens største ethanolproducent. USA producerer også biodiesel, men biodieselmarkedet er væsentlig mindre end ethanolmarkedet.

I 2006 producerede USA 18,4 mia. liter ethanol, hvilket er en stigning på 3,6 mia. liter i forhold til produktionen i 2005. Sektoren vokser fortsat, og produktionen forventes at være på over 38 mia. liter i 2009. Yderligere vækst i ethanolproduktionen i det næste årti forventes dog at blive mere moderat.³⁹

Majs anvendes som råvare for cirka 90% af den amerikanske ethanolproduktion, mens de resterende 10% af produktionen hovedsageligt er baseret på sorghum. Skønt omkring 30% af benzinen, der sælges i USA, indeholder ethanol, udgør ethanol kun omkring 4% af den samlede amerikanske benzinforsyning, opgjort i volumen, og mindre end 3%, opgjort i energiindhold. Men selv om ethanol kun udgør en relativt lille andel af det amerikanske benzinmarked har det en væsentlig indflydelse på det amerikanske majsmarked, idet ethanolproduktionen tegnede sig for 14% af majsforbruget i høståret 2005/06. Ifølge det amerikanske landbrugsministerium USDA's 2007 langsigtsprognose vil mere end 30% af majsafgrøden blive brugt til ethanolproduktion i 2009/10. Skønt andelen af majs, der anvendes til ethanol, forventes at forblive omkring dette niveau i de følgende år, forventes ethanolproduktionen stadig kun at udgøre mindre end 8% (opgjort i volumen) af USA's årlige benzinforsyning i 2017.⁴⁰

Sojabønner er den primære råvare for den amerikanske biodieselproduktion. I 2002 blev 80% af biodieselen produceret på sojabønner, mens 19% blev produceret på animalsk fedt og 1% på andre råvarer. Selv om det amerikanske biodieselmarked er væsentligt mindre end

³⁹ Westcott Paul C. (2007). Ethanol Expansion in the United States. How Will the Agricultural Sector Adjust). Report from the Economic Research Service (ERS), United States Department of Agriculture (USDA). <http://www.ers.usda.gov/Publications/FDS/2007/05May/FDS07D01/fds07D01.pdf>

⁴⁰ Westcott, Paul C. (2007), idem.

ethanolmarkedet, er produktionen af biodiesel ikke desto mindre tredoblet to år i træk til 0,28 mia. liter i 2005 og estimeret 0,95 mia. liter i 2006. Historisk set har sojaolie været et overskudsprodukt fra presning af oliefrø, og det har derfor været tilgængeligt i store mængder til relativt lave priser. I takt med at produktionen af biodiesel stiger vil de marginale omkostninger ved at bruge sojaolie som råvare imidlertid stige til det punkt, hvor andre oliefrø (som canola, rapsfrø, solsikke og bomuldsfrø) bliver økonomisk rentable råvare-muligheder.

Den forventede vækst i den amerikanske biobrændstofproduktion vil øge efterspørgslen efter landbrugsjord. Det amerikanske energiministeriums EIA anfører, at den øgede efterspørgsel efter biobrændstof næppe vil blive imødekommet gennem inddragelse af ekstra jord i USA.⁴¹ Produktionen af råvarer til biobrændstof må derfor konkurrere med anden landbrugsmæssig anvendelse af jorden såsom græsning og uudnyttede landbrugsarealer (hvoraf meget indgår i det såkaldte *Conservation Reserve Program* (CRP)). I fremtiden kan der imidlertid være betragtelige muligheder for at anvende CRP jord til ”miljøvenlig” produktion af energi-afgrøder såsom switchgrass (staudehirse) og energiskov (pil eller poppel) med henblik på produktion af celluloserig biomasse. EIA fremfører også, at for at kunne øge produktions-niveauet udover 15 til 20 mia. gallons (svarende til rundt regnet 57 til 76 mia. liter) årligt uden at påvirke fødevarereproduktionen og priserne kraftigt, må industrien foretage et skift til afgrøder med højere udbytter pr. arealenhed og dyrke afgrøder på en miljømæssig tilladelig måde på CRP jord, samtidig med at det fortsat skal være profitabelt for producenterne.

Den forventede vækst i den amerikanske biobrændstofproduktion vil også have konsekvenser for andre afgrøder, som også konkurrerer om jorden. Sojabønner er den afgrøde, som konkurrerer mest direkte med majs og på det største areal. I takt med at ethanolindustrien absorberer en større andel af den amerikanske majsproduktion, vil majspriserne begynde at stige. Ifølge Westcott (2007) viser USDA’s 2007 langsigtsprognose, at majspriserne vil ligge på rekordhøje niveauer, og at der vil komme en væsentlig stigning i arealet tilsået med majs. En stor del af stigningen i majsarealet forventes at komme fra en reduktion i sojabønnearealet. Reduktionen i sojabønnearealet vil så føre til højere sojabønnepriser, og stigningen i brug af sojaolie til biodiesel vil bidrage yderligere til høje sojabønnepriser.

Højere majspriser vil også påvirke den animalske produktion. Foder til husdyrhold udgør typisk 50-60% af det amerikanske majsforbrug, men denne andel ville blive reduceret til 40-50% som følge af stigningerne i majspriserne. DDGS (kornbærme), som er et proteinholdigt biprodukt fra ethanolproduktion, kan dog bruges som husdyrfoder (om end dette i højere grad er tilfældet for drøvtyggende dyr som kødkvæg og malkekvæg end for enmavede dyr

⁴¹ EIA (2007). Annual Energy Outlook 2007 – With Projections to 2030. Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy, Washington D.C. [http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/pdf/0383\(2007\).pdf](http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/pdf/0383(2007).pdf).

som svin og kyllinger). Det større udbud af DDGS vil delvist kunne opveje effekten af højere majspriser på rentabiliteten i kødproduktionen. De højere foderpriser vil dog stadig føre til et fald i den samlede kødproduktion, med det resultat at fødevare-detailpriserne i USDA's prognose i flere år formentlig vil stige hurtigere end det generelle inflationsniveau. Udover disse indenlandske effekter vil de internationale markeder og verdenshandlen også blive påvirket af udvidelsen i den amerikanske ethanolproduktion. Den amerikanske majseksport har typisk udgjort 60-70% af den globale majseksport, men udvidelsen af ethanolproduktionen og de højere majspriser vil føre til at denne andel falder til 55-60%.⁴²

Regulering samt skatte- og afgiftslempelser har været to af hoveddrivkræfterne bag udvidelsen af den amerikanske ethanolindustri. En stor del af væksten i ethanolproduktionen er følgende et resultat af de statslige programmer, der startede første gang i 1978.⁴³ De statslige produktionsfremmende tiltag har bl.a. omfattet hel eller delvis fritagelse af ethanol for benzinafgifter, i form af afgiftslettelser til de såkaldte "blenders", der blander ethanol og benzin eller biodiesel og diesel, samt indkomstskattefradrag og lånegarantier til små ethanolproducenter. Endvidere har både majs- og sojabønneproduktion modtaget betydelige mængder landbrugssubsidier selv om USA er en af de mest omkostningseffektive producenter af majs. Skønt en del af de amerikanske landbrugssubsidier ikke er koblet til den løbende produktion af de enkelte afgrøder, må landbrugssubsidierne alligevel formodes at have haft nogen indvirkning på produktionen af majs og sojabønner.

Ifølge Kojima m.fl. (2007) er de amerikanske politikker for vedvarende brændstof ikke betegnet som landbrugspolitikker men har i mange henseender den samme effekt, idet pålæg om brugen af disse brændstoffer, afgiftsincitamentet til de såkaldte "blenders", og importtold på biobrændstof alt sammen bidrager til at øge efterspørgslen efter ethanol og biodiesel og hæve priserne på biobrændstofråvarer såsom majs og sojaolie. Doornbosch og Steenblik (2007) fremfører endvidere at de amerikanske subsidier til biobrændstof fortsat vokser hastigt både i omfang og målestok. Estimaterne i Doornbosch og Steenblik (2007) for hvor store subsidier, der er knyttet til at erstatte en liter fossilt brændstof med biobrændstof udgør i USAs tilfælde 1,03–1,40 \$/liter for at fortrænge en liter benzin med ethanol og 0,66–0,90 \$/liter for at fortrænge en liter diesel med biodiesel. Igen skal det dog bemærkes, at der knytter sig nogen usikkerhed til sådanne estimater.

Med hensyn til politiske målsætninger for den fremtidige anvendelse af biobrændstof, så omfattede *Energy Policy Act*'en fra 2005 en *Renewable Fuels Standard* som fastsatte en nedre grænse for det årlige forbrug af vedvarende brændstoffer på 7,5 mia. gallons (svarende til cirka 28 mia. liter) fra 2012. Ved sammenligning af denne målsætning med de ovenfor om-

⁴² Westcott, Paul C. (2007), idem.

⁴³ Kojima, Masami, Donald Mitchell, og William Ward (2007), idem, og Kojima, Masami og Todd Johnson (2005), idem.

talte prognoser for den fremtidige ethanolproduktion fremgår det, at den fremtidige ethanolproduktion forventes at overstige dette niveau væsentligt allerede i 2009.

Præsident Bush har imidlertid præsenteret sit såkaldte ”Twenty in Ten” forslag, der indebærer en reduktion af det fossile benzinforbrug med 20% i løbet af de næste 10 år.⁴⁴ Dette skal bl.a. ske ved at øge brugen af vedvarende og alternative brændstoffer svarende til 35 mia. gallons (cirka 133 mia. liter) i 2017. Dette skulle reducere det årlige fossile benzinforbrug med 15%, mens den resterende del af besparelsen skal opnås gennem højere standarder for benzinøkonomien for visse køretøjer. De vedvarende og alternative brændstoffer skal bl.a. omfatte ethanol fra majs, ethanol fra cellulose, biodiesel, metanol, butanol, og andre alternative brændstoffer. Miljømyndighederne samt landbrugs- og energiministre vil have mulighed for om nødvendigt at modificere denne ”Alternative Fuel Standard”, og forslaget omfatter også en automatisk ”sikkerhedsventil”, der skal beskytte mod uforudsete prisstigninger på de alternative brændstoffer og deres råvarer. Det forventes i forslaget, at størstedelen af de alternative brændstoffer produceres indenlandsk, om end import også kan være med til at sikre landets energiforsyning gennem en større diversitet i energikilderne.

Brasilien

Brasilien er verdens største og mest omkostningseffektive producent af sukkerrør, og landet er også verdens største producent og forbruger af ethanolbrændstof baseret på sukkerrør. Kojima og Johnson (2005) karakteriserer den brasilianske ethanolindustri som den ubestridte leder på verdensplan og fremfører, at ethanol produceret på sukkerrør i Brasilien nok er det første vedvarende brændstof der er konkurrencedygtigt på prisen i forhold til de oliebaseerede transportbrændstoffer. Brasiliens sukkerrørsproduktion udgjorde 428 mio. ton i 2006-07 høsten, hvoraf cirka halvdelen blev brugt til at producere ethanol mens den anden halvdel blev brugt til at producere sukker. I 2006-07 producerede Brasilien 17.5 mia. liter ethanol, hvoraf 20% blev eksporteret. Brasiliens sukkerrørsproduktion forventes at stige til 480 mio. ton i 2007-2008.

Den brasilianske sukkerrørsproduktion er steget med 3,4% årligt siden 1990. Fra 1993 til 2003 blev det høstede område i center-syd regionen, som også er det område hvor landbrugsarealet udvides, forøget fra 2,8 mio. ha til 4,2 mio. ha. Størstedelen af denne arealudvidelse er et resultat af afgrødesubstitution og omdannelse af græsland til sukkerrørsmarker frem for inddragelse af ny, ikke tidligere brugt, jord.⁴⁵

Den brasilianske sukkerrørsproduktion forventes at stige yderligere og nå 570 mio. ton i 2010. Ifølge Moreira (2006) giver sukker/ethanol produktionen anledning til visse bekym-

⁴⁴ Whitehouse (2007). Twenty in Ten: Strengthening America's Energy Security. <http://www.whitehouse.gov/stateoftheunion/2007/initiatives/energy.html>

⁴⁵ Kojima, Masami og Todd Johnson (2005), idem.

ringer omkring jordanvendelsen.⁴⁶ Sukkerrørsproduktion til ethanol konkurrerer med andre fødevarer- og eksportafgrøder, men de 5,5 mio. ha med sukkerrør udgør kun omkring 9% af det samlede omdriftsareal. Landmændene skifter nu også i højere grad mellem sukkerrør og fødevarer- og eksportafgrøder, hvilket bidrager til at opretholde balancen mellem energi og fødevarer samt øge jordens rentabilitet. En udvidelse af sukkerrørsplantagerne kunne dog indirekte resultere i øget skovrydning ved at fortrænge kvægopdrættet fra de nuværende græsningsarealer over på skovjorderne. Indtil videre er størstedelen af kvægopdrættet i regionen imidlertid fortsat bare i en mindre jordintensiv målestok.

Brasiliens erfaringer med ethanol går helt tilbage til 1930'erne, hvor det først blev tilladt og siden foreskrevet at blande ethanol i benzinen. Den brasilianske ethanolindustri er historisk blevet opbygget gennem en væsentlig grad af statsstøtte og markedskontrol i form af det såkaldte Proálcool program, der blev etableret i 1975 efter den første oliekrise, men i realiteten blev afskaffet i 1990'erne. Selv om der i dag ikke er nogen direkte subsidier til ethanolproduktionen i Brasilien, støtter regeringen stadig produktionen gennem en kombination af markedsregulering og skatteincitament. Det er ikke muligt at købe ren benzin, og tvungen iblanding er en central del af den brasilianske ethanolpolitik. Iblandingsforholdet, som har svinget mellem 20% og 26% i de seneste år, fastsættes af regeringen og tilpasses i takt med udviklingen i sukker- og ethanolpriserne, således at det er blevet sænket, når verdensmarkedspriserne på sukker er steget, og øget, når priserne er faldet. Der gives også støtte i form af en lavere afgift på ethanol end på benzin, støtte til oplagring af ethanol gennem periodisk køb og salg fra de strategiske reserver samt gennem en 20% værditold på import af ethanol (om end Mercosur lande dog har afgiftsfri adgang til hinandens markeder).⁴⁷

En af de vigtigste årsager til Brasiliens succes med ethanolproduktion er synergierne, der opstår gennem koblingen af ethanol- og sukkerproduktion. Muligheden for – indenfor visse grænser – at skifte mellem disse alternative anvendelser af sukkerrør giver Brasilien mulighed for at efterkomme den indenlandske efterspørgsel efter sukker og ethanol og samtidig levere en tredjedel af verdens sukkerimport og halvdelen af verdens ethanolimport.⁴⁸ Moreira (2006) bemærker dog, at det er vigtigt at beskytte det indenlandske ethanolmarked – for at undgå indenlandsk knaphed på ethanol er sukkerrørsproducenterne således ofte nødt til at producere ethanol, selv om de kunne opnå større profit ved at sælge sukker.

Andre årsager til Brasiliens succes med ethanol omfatter synergierne med elektricitets- og varmeproduktion, idet produktionen af varme og elektricitet fra bagasse (et restprodukt når

⁴⁶ Moreira, José Roberto (2006). Brazil's Experience with Bioenergy. Brief no. 8 i Hazell, Peter og R. K. Pachauri (eds.) (2006). Bioenergy and Agriculture: Promises and Challenges. International Food Policy Research Institute. <http://www.ifpri.org/2020/focus/focus14/focus14.pdf>

⁴⁷ Kojima, Masami, Donald Mitchell, og William Ward (2007,) idem; Kojima, Masami og Todd Johnson (2005), idem; OECD (2006), idem.

⁴⁸ Kojima, Masami og Todd Johnson (2005), idem

sukkeret er blevet trukket ud af sukkerrørene) på nuværende tidspunkt ikke blot dækker størstedelen af energibehovet i biobrændstofproduktionen, men også genererer en stigende mængde elektricitet, der kan overføres til el-nettet. Endvidere har den brasilianske regering både på forbunds- og delstatsniveau spillet en central rolle med at skabe incitamenter og etablere de institutionelle rammer, herunder fastsættelse af tekniske standarder, støtte til teknologier der anvendes i ethanolproduktion og –anvendelse, give finansielle fordele samt sikre hensigtsmæssige markedsforhold. Endelig har det rent geografiske aspekt også været en vigtig faktor i den brasilianske ethanolsucces, idet Brasilien er udstyret med rigelige mængder landbrugsjord og et klima, der er velegnet til sukkerrørsproduktion.

Brasilien har også en biodieselindustri, om end denne først påbegyndte produktionen i 2005. Det brasilianske nationale biodiesel program omfatter et krav om 2% biodiesel i dieselen i 2008 (hvilket ville kræve 0,8 mia. liter biodiesel) og 5% i 2013 (hvilket ville kræve omkring 2,4 mia. liter). På kort sigt betragter regeringen landets sojabønnesektor, der udgør langt størstedelen af Brasiliens oliefrøproduktion, som en vigtig råvare for biodieselprogrammet, men på længere sigt kunne andre mulige råvarer også omfatte palmeolie og olie fra castor bønner (kristpalme). Sojabønneindustrien har de seneste år kæmpet med både tørke og plantesygdomme, hvilket har foranlediget en væsentlig stigning i den statslige landbrugsstøtte. Til trods for de problematiske omstændigheder ventes sojabønneproduktionen ifølge Kojima m.fl. (2007) ikke desto mindre at stige med over 60% i det kommende årti. Ifølge OECD-FAO (2007) skulle Brasilien overhale USA og blive den førende oliefrøeksportør i 2009, om end eksportvæksten vil blive dæmpet af en stor indenlandsk efterspørgsel efter sojaskrå som følge af udviklingen i husdyrproduktionen.

Andre udvalgte lande

Brasilien, USA, og EU dominerer klart den globale produktion af biobrændstof idet disse lande tilsammen tegnede sig for henholdsvis 95% og 96% af den globale ethanol- og biodieselproduktion.⁴⁹ Andre lande har imidlertid også biobrændstofprogrammer og –produktion, og det sidste afsnit i dette kapitel vil derfor kort se på nogle af disse lande.⁵⁰

Verdens folkerigeste nation, **Kina**, tegnede sig for 5% af det globale benzinformbrug og 6,5% af det globale dieselbrug i 2004. Landet importerede cirka 40% af sit olieforbrug, og denne importafhængighed kombineret med den stærkt stigende energiefterspørgsel har fået den kinesiske regering til at søge alternative, indenlandske energikilder. Kina var verdens tredje største producent af ethanol i 2005 (efter Brasilien og USA) med en produktion på 0,92 mio. ton (svarende til 1,2 mia. liter). Ifølge den kinesiske regering indeholder 20% af al benzin solgt i Kina nu ethanol. Biodiesel i Kina er stadig på et meget tidligt udviklingsstade.

⁴⁹ IEA (2006), idem.

⁵⁰ Afsnittet er hovedsageligt baseret på Kojima, Masami, Donald Mitchell, og William Ward (2007,) idem.

Den kinesiske ethanolproduktion har især været baseret på majs, som udgjorde 80% af de samlede råvarer i 2005. Andre råvarer omfatter cassava, sukkerrør, og på forsøgsbasis sorghum. I 2006 indførte den kinesiske regering restriktioner på ethanolproduktion baseret på majs på grund af bekymring for fødevareforsyningen i landet, og i januar 2007 fjernede regeringen fradraget for moms på 13% pga. frygt for indenlandsk knaphed på korn.

Verdens anden mest folkerige nation, **Indien**, har også et biobrændstofprogram. Indien importerer på nuværende tidspunkt to-tredjedele af sit olieforbrug og regeringen har haft biobrændstofprogrammer i nogen tid. Ethanol produceres på melasse. Selv om Indien er en stor sukkerproducent, har lovgivningen forhindret ethanolproduktion direkte fra sukkerrør frem til marts 2007, hvor en af delstaterne ændrede sukkerrørslovgivningen for at producere ethanol på sukkersaft. I 2005-2006 producerede Indien 0,2 mia. liter ethanol, og landets produktion i 2005 svarede til lidt under 1% af verdens samlede ethanolproduktion.⁵¹

Sukkersektoren i Indien er en af landets mest regulerede agroindustrielle sektorer, hvor regeringen årligt fastsætter en minimums-støttepris for sukkerrør. Indien har imidlertid tilsyneladende ikke en komparativ fordel i sukkerrørsproduktion, da der er knaphed på vand til landbrugsproduktion i Indien og sukkerrør er en meget vandintensiv afgrøde. Indien er dog også i færd med at forske i og udvikle varianter af "sweet sorghum" med et højt sukkerindhold, der er specielt velegnede til ethanolproduktion, samt teknologien for at omdanne "sweet sorghum" til ethanol. "Sweet sorghum" er væsentlig mindre vandkrævende end sukkerrør.

Den indiske regering arbejder også for at udskifte oliebaseret diesel med biodiesel. Jatropha er blevet brugt til at producere biodiesel i Indien, om end produktionsomkostningerne har været væsentlig højere end de internationale dieselpriser. En af fordelene ved jatropha er, at denne afgrøde kan dyrkes på marginale jorde med meget lidt regn. Indtil videre tyder erfaringerne dog på, at jatropha ikke kan dyrkes på marginale jorde på kommerciel basis.

Indonesien er en stor olieproducent, men blev nettoolieimportør for første gang i 2004. Den indonesiske regering subsidierer det indenlandske brændstofforbrug, og for at håndtere udgifterne til brændstofs subsidierne fokuserer regeringen på at reducere efterspørgslen og skift af brændstof. En af de strategier, regeringen forfølger, er at øge forbruget af biobrændstof. Indonesien producerer 15 mio. ton palmeolie om året og har betydelige mængder ubrugt jord, der er velegnet til palmedyrkning, hvilket giver Indonesien en mulighed for at blive en førende biodieselproducent. Ministeren for energi og mineral-ressourcer har bekendtgjort, at Indonesien planlægger at opføre 11 produktionsanlæg til biodiesel, og regeringen har også annonceret en plan om at udvikle op til 1,8 mio. ha jord til nye palmeolieplantager. Afhængig af udviklingen i verdensmarkedsprisen for palmeolie, samt spørgsmålet om hvorledes

⁵¹ IEA (2006), idem.

bæredygtigheden i palmedyrkningen skal håndteres, kan Indonesien blive en ledende biodieselexportør. Hvis de annoncerede planer om udvidelse og opførelse af produktionsanlæg gennemføres, kan den årlige produktionskapacitet stige fra 0,3 mio. ton til næsten 2,5 mio. ton ved udgangen af 2007.

Argentina er en af de førende omkostningseffektive producenter af sojabønner. Den argentinske produktion og eksport af sojabønner blev næsten tredoblet i perioden 1993-2002. Over 95% af landets sojabønneproduktion eksporteres. Argentina lægger en eksportskat på 27,5% på sojabønner og 24% på sojaskrå og -olie, mens eksport af biodiesel kun pålægges en eksportskat på 5%, hvilket dermed giver incitament til at eksportere biodiesel frem for oliefrø eller oliefrøprodukter. Hvis en biodieselblanding eksporteres bortfalder eksportskatten. Regeringen bekendtgjorde i december 2006, at Argentina ville have kapacitet til at producere 2,5 mio. ton biodiesel og ethanol i januar 2010, hvoraf 1,7 mio. ton ville kunne eksporteres.

Argentina er nok verdens mest omkostningseffektive producent af majs, og den argentinske majsproduktion er steget kraftigt. Ligesom det var tilfældet for biodiesel, giver eksportskattestrukturen incitament til at omdanne overskudsmajs til ethanol med henblik på eksport, idet regeringen lægger en 20% eksportskat på majs, men ingen eksportskat på ethanol. Argentina producerer også ethanol fra sukkerrør. Det samlede landbrugsareal i Argentina forventes fortsat at blive udvidet, om end i et langsommere tempo, og det meste af jorden vil gå til oliefrøproduktion.⁵²

Andre lande udover de her nævnte har også biobrændstofprogrammer og –produktion. F.eks. er Thailand ved at øge sin ethanolproduktionskapacitet væsentligt til 1,2 mio. liter om dagen ved udgangen af høståret 2007,⁵³ og OECD-FAO (2007) antager at Canadas produktion af ethanol vil stige betragteligt til 1,9 mia. liter i 2009, mens biodiesel produktionen vil stige til 600 mio. liter i 2012.

1.7 Afrunding

Som dette kapitel har illustreret, er spørgsmålet om produktion og forbrug af biobrændstof et komplekst emne, der strækker sig på tværs af sektorer – herunder landbrugs- og energisektoren – og politikområder, herunder bl.a. energipolitik, miljøpolitik, landbrugspolitik og handelspolitik.

Et af de spørgsmål, den stigende brug af biobrændstoffer har givet anledning til, er i hvilken grad biobrændstofproduktion øger presset på landbrugsjord både lokalt og globalt. OECD-

⁵² OECD-FAO (2007), idem.

⁵³ Preechajarn, Sakchai, Ponnarong Prasertsri, og Maysa Kunasirirat (2007). Thailand – Biofuels Annual 2007. Gain Report, USDA Foreign Agricultural Service, <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200706/146291285.pdf>

FAO's prognoser for landbrugsproduktionen over de næste ti år lægger kun op til en begrænset udvidelse i det høstede areal. Selv om udbytterne for nogle hovedafgrøder ikke forventes at vokse lige så hurtigt som de har gjort tidligere, giver prognosen ikke umiddelbart anledning til at forvente en kraftig udvidelse af det globale landbrugsareal indenfor den næste tiårige periode. Det skal imidlertid bemærkes, at nye politiske målsætninger om øget biobrændstofforbrug og –produktion kan øge konkurrencen mellem biobrændstoffer og andre landbrugsprodukter. Hvis det blev vedtaget og gennemført, ville præsident Bush's "Twenty in Ten" forslag således kræve en kraftig forøgelse af biobrændstofproduktionen, i det omfang det vedvarende brændstofforbrug skal dækkes af biobrændstoffer.

I det hele taget spiller de politiske målsætninger en meget stor rolle i biobrændstofsektoren, idet biobrændstof de fleste steder ikke kan konkurrere med olie og diesel på prisen på nuværende tidspunkt. Mens markedsmekanismen vil have en afdæmpende effekt på biobrændstofproduktionen i fald priserne på landbrugsprodukter stiger, så kan politisk regulering og subsidier sætte dette helt eller delvist ud af kraft. Udover spørgsmålet om hvor meget biobrændstof der skal produceres, er det også vigtigt, hvor denne biobrændstof skal produceres henne. På nuværende tidspunkt vil de samfundsmæssige omkostninger således være væsentlig højere ved at producere ethanol i EU end i Brasilien.

Spørgsmålet er derfor også, hvilken af de tre hovedmålsætninger, der ligger bag de politiske biobrændstofmålsætninger – er disse drevet af hensynet til forsyningssikkerheden, miljøet, eller landbrugets indtjeningsmuligheder? Motivationen kan i høj grad påvirke målsætningen og måden hvorpå den implementeres. Et studie i tidsskriftet *Science* fremførte således for nylig, at hvis hovedformålet med biobrændstofmålsætningen er nedsættelse af CO₂-udslippet, så bør politikerne i de næste 30 år fokusere på at øge effektiviteten i udnyttelsen af fossile brændstoffer, bevare eksisterende skove og savanner og genoprette skov og græs-miljøer på landbrugsjord, der ikke bruges til fødevarerproduktion.⁵⁴

En anden faktor, der også vil være afgørende for konsekvenserne af udviklingen i biobrændstofsektoren og konkurrencen om jordressourcerne, er udviklingen af 2. generations teknologier, idet disse teknologier tilsyneladende vil gøre det muligt at producere væsentlig mere energi på mindre jord. Mange elementer vil påvirke hastigheden, hvormed disse teknologier udvikles og bliver kommercielt anvendelige, herunder også udviklingen i profitabiliteten i 1. generations biobrændstofsektoren. Doornbosch og Steenblik (2007) har således også en del fokus på disse teknologier samtidig med at der anlægges der en kritisk vinkel på de nuværende biobrændstofordninger både fra et miljømæssigt og samfundsøkonomisk synspunkt. Samtidig antyder deres estimater for mængden af jord, der i 2050 vil være til rådighed for biomasseenergiproduktion, at der selv efter fødevarerbehovet er imødekommet og skovene

⁵⁴ Righelato, Renton og Dominick V. Spracklen (2007). Carbon Mitigation by Biofuels or by Saving and Restoring Forests. *Science* vol 317 p 902, 17th August 2007.

bevaret formentlig vil være betydelige jordressourcer, der kan bruges til biomasseenergiproduktion på lang sigt.

Spørgsmålet om, hvorledes de fattige i ulandene vil blive påvirket af udviklingen i biobrændstofsektoren, har også mange dimensioner. Biobrændstof understøtter fødevarerpriserne, og dette kan, ikke mindst kombineret med risikoen for større udsving i fødevarerpriserne, være et problem for fattige i byerne. For landbefolkningen kan muligheden for at dyrke biobrændstoffer være en kilde til øget indtjening, og Doornbosch og Steenblik fremfører at biobrændstofproduktion i tropiske områder baseret på sukkerrør og palmeolie har en komparativ fordel i forhold til biobrændstofproduktion fra landbrugsprodukter i tempererede områder (forudsat vand ikke er en begrænsende faktor), samtidig med at produktionspotentialet overstiger efterspørgslen specielt i Sydamerika og i et mindre omfang i Afrika. Hidtil har handelsbarrierer og subsidier imidlertid været en hindring for international handel i større omfang.

Kapitel 2 International markedsanalyse af konsekvenserne ved øget produktion af bioenergi

Kenneth Baltzer, Fødevarøkonomisk Institut

2.1 Indledning

Markedet for bioenergi hænger snævert sammen med markederne for landbrugsprodukter og fødevarer. Biomasse til produktion af energi og landbrugsprodukter til fremstilling af fødevarer produceres med den samme knappe ressource, landbrugsjord. Fremtidig vækst i efterspørgslen efter både energi og fødevarer forventes at skærpe konkurrencen mellem de to anvendelser, med stigende priser på fødevarer til følge.

Dette kapitel skitserer det globale marked for bioenergi, og belyser sammenhængen mellem dette og markederne for landbrugsprodukter og fødevarer ud fra et økonomisk synspunkt. Som i kapitel 1 fokuseres der på biobrændstof, dvs. ethanol og biodiesel, hvilket afspejler hovedparten af den økonomiske litteratur på området. Vi søger at kvantificere konsekvenserne af øget produktion af biobrændstof i form af højere priser på fødevarer på baggrund af den eksisterende viden. De kvantitative estimater er karakteriseret af stor usikkerhed og vi opridser derfor tre faktorer, der spiller en væsentlig rolle for den fremtidige udvikling af biobrændstofindustrien, nemlig 1) prisen på olie; 2) global handel med biobrændstof; samt 3) betydningen af produktivitetsforøgelse og teknologisk udvikling. Den efterfølgende diskussion vil kigge nærmere på argumenterne for og imod offentlig støtte til biobrændstof, herunder reduktion af CO₂-udledning, sikring af energiforsyning, samt udvikling af landdistrikterne, og belyse perspektiverne for den tredje verden.

Vi kan opridse fire overordnede konklusioner på baggrund af markedsanalysen i dette kapitel:

- Produktion af biobrændstof lægger et væsentlig pres på priserne på afgrøder som sukker, majs, hvede og oliefrø. Hvorvidt dette pres giver udslag i egentlige reale prisstigninger afhænger af andre faktorer på landbrugsmarkederne, primært væksten i fødevarerefterspørgslen og fremtidige produktivitetsstigninger i landbruget. De aktuelle fremskrivninger forventer stagnerende eller gradvist faldende reale afgrødepriser fra nuværende meget høje udgangspunkt, men forudsiger samtidigt at priserne efter al sandsynlighed vil holde sig på et højere niveau end vi har været vant til i de seneste årtier.
- Markedet for biobrændstof har en selvregulerende mekanisme, som sikrer mod alt for store prisstigninger på landbrugsprodukter forårsaget af biobrændstofindustrien. Da landbrugsråvarer udgør en væsentlig andel af de samlede produktionsomkostninger,

vil prisstigningerne i sig selv gøre biobrændstof til et dyrere alternativ til fossilt brændstof, hvilket er med til at begrænse efterspørgslen. Denne mekanisme kan dog sættes ud af kraft med bindende politiske målsætninger om markedsandele for biobrændstof.

- Biobrændstof fremstår som et meget dyrt middel til at opnå en række politiske målsætninger, herunder reduktion af CO₂-udledning, sikring af energiforsyning, samt udvikling af landdistrikterne. Ud fra en økonomisk betragtning, ville disse målsætninger kunne nås billigere og mere effektivt gennem en liberalisering af markedet for biobrændstof og indførsel af mere målrettede instrumenter, herunder f.eks. en CO₂-beskatning.
- Mange udviklingslande har stort potentiale i fremstilling af biobrændstof. Højere priser på landbrugsprodukter øger indkomsterne for fattige jordbrugere, og biobrændstofproduktion og -distribution giver flere beskæftigelsesmuligheder for de dele af befolkningerne, som ikke har adgang til jord. Der er dog risiko for at højere fødevarerpriser rammer de fattige, som ikke har tilknytning til biobrændstof- eller fødevarerproduktion, primært befolkningen i byerne.

2.2 Økonomien bag produktion af biobrændstof

Omkostningerne til produktion af biobrændstof varierer betragteligt på tværs af lande. Tabel 2.1 viser produktionsomkostningerne i EU, USA og Brasilien, beregnet af OECD⁵⁵. Produktionen af biobrændstof er alle steder baseret på de samme basale teknologier. De store variationer i produktionsomkostningerne hidrører primært fra forskelle i priser på råvarer og deres relative energiindhold, forarbejdningsomkostninger og indtægter fra salg af biprodukter. Den brasilianske ethanolproduktion baseret på sukkerrør er langt den billigste form for biobrændstof på markedet i øjeblikket. Brasiliens tropiske klima er ideelt til produktion af sukkerrør, som med nuværende teknologier kan generere den største mængde energi per hektar landbrugsjord. Dertil kommer relativt lave omkostninger til arbejdskraft og en højt specialiseret produktionsstruktur, der integrerer sukkerrørsproduktion med forarbejdning af ethanol og/eller rørsukker.⁵⁶ Energien, der anvendes i forarbejdningsprocessen, genereres fra bagasse, et biprodukt fra sukkerrør.

⁵⁵ OECD, "Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels", 2006

⁵⁶ En stor del af de brasilianske fabrikker er indrettet til produktion af både ethanol og rørsukker, og forholdet mellem de to produktioner kan med kort varsel justeres (indtil 40/60 i begge retninger) i forhold til udviklingen i markedspriserne. Se Elobeid, Amani og Simla Tokgoz, "Removal of US Ethanol Domestic and Trade Distortions: Impact on US and Brazilian Ethanol Markets, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, USA, Working Paper 06-WP 427, 2006

Tabel 2.1 Produktionsomkostninger for bibrændstof i EU, USA og Brasilien. US\$/t (2004 priser)

	Biodiesel		Ethanol		
	EU	EU	USA	Brasilien	
	Planteolie	Hvede	Sukkerroer	Majs	Sukkerrør
Råvarer	607,80	448,30	381,08	244,66	162,80
Forarbejdning (ekskl. energi)	85,78	430,82	357,74	130,18	113,50
Energi	53,36	73,27	73,27	79,86	
Værdi af bi-produkter	- 61,90	- 227,67	- 104,88	- 89,82	
Omkostninger i alt	685,05	724,72	707,21	364,89	276,30
Pr. liter, svarende til fossilt brændstof^{a)}	0,68	0,87	0,85	0,44	0,33
Pr. liter, fossilt brændstof, uden skatter	0,40	0,41	0,41	0,38	0,39
Pr. liter, fossilt brændstof, inkl. skatter	1,29	1,32	1,32	0,54	0,84

Kilde: OECD, "Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels", 2006

^{a)} Biobrændstof har et lavere energiindhold end fossilt brændstof. En liter fossilt brændstof svarer derfor til mere end en liter biobrændstof.

Til sammenligning har den amerikanske majs-baserede ethanolproduktion og specielt den europæiske produktion baseret på hvede høje råvare- og forarbejdningssomkostninger. Den kornbaserede produktion afgiver dog proteinholdige biprodukter, der kan videresælges til animalske producenter som substitut for proteinfoder. Men selv når der tages højde for sådanne ekstraintægter er den amerikanske og europæiske ethanolproduktion noget dyrere end den brasilianske.

Biobrændstoffernes konkurrencedygtighed afhænger i høj grad af olie- og råvarepriserne. Som det fremgår af tabel 2.1, er mere end halvdelen af produktionsomkostningerne direkte afledt af priserne på råvarer som majs, hvede, planteolie og sukkerrør/roer. Dog må det også forventes at værdien af biprodukterne varierer sammen med kornpriserne, hvilket afbøder noget af fordyrelsen ved stigende råvarepriser. Olieprisen har betydning for hvor meget aftagerne (distributørerne af biodiesel- og ethanolblandinger) er villige til at betale for biobrændstof. Med mindre staten udstikker obligatoriske mindstekrav til blandingsforhold (f.eks. benzin med mindst 5 % ethanol) vil benzinleverandører kun iblande biobrændstof i den udstrækning at de er billigere end fossile brændstoffer. I 2004 var den brasilianske ethanol det

eneste biobrændstof, der kunne konkurrere på lige vilkår med fossile brændsler, dvs. produktionsomkostningerne for ethanol (0,33 US\$ pr. liter med samme energiindhold som benzin) var lavere end produktionsomkostningerne for benzin (0,39 US\$ pr. liter). I USA og i særdeleshed i EU kunne indenlandsk produceret biobrændstof kun sælges, hvis de blev subsidieret eller fritaget for skatter og afgifter.

Siden 2004 har der imidlertid været en voldsom udvikling i både olie- og råvarepriser. Olieprisen er steget fra 39 US\$ pr. tønde til over 80 US\$ pr. tønde. Hvis råvarepriserne havde holdt sig konstante, ville denne udvikling have øget biobrændstoffernes konkurrencedygtighed betragteligt, og ville have medført at den amerikanske ethanolindustri ligeledes kunne konkurrere på lige vilkår med fossile brændsler. Men råvarepriserne er også steget voldsomt de seneste par år, delvist som følge af øget efterspørgsel fra biobrændstofindustrien, hvilket har betydet en stigning i produktionsomkostningerne og reduceret producenternes profitmargin betragteligt.⁵⁷

Den seneste udvikling demonstrerer at denne følsomhed overfor olie- og råvarepriser, som kan udvise meget store udsving over få år, gør biobrændstofindustrien til en usikker investering.⁵⁸ Hvis oliepriserne fortsætter med at stige, mens råvarepriserne stagnerer eller falder igen, kan visse former for biobrændstofproduktion, primært den brasilianske og evt. amerikanske, blive en attraktiv investering. Omvendt, hvis råvarepriserne fortsætter den opadgående trend, vil biobrændstof forblive et dyrt alternativ til fossile brændsler, og industrien kan blive afhængig af fortsat politisk velvilje ledsaget af regulering i form af obligatoriske mindstekrav til blandingsforhold, subsidier eller fritagelse fra skatter og afgifter.

2.3 Udviklingen på markedet for landbrugsprodukter

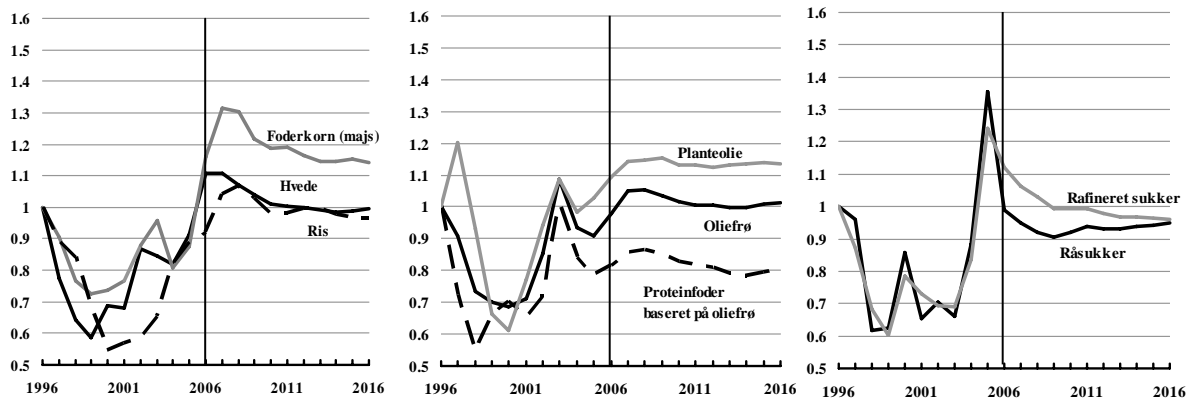
OECD og FAO har netop udgivet deres fremskrivning af markedet for landbrugsprodukter for de næste 10 år (2007 – 2016)⁵⁹, hvor de tager højde for øget brug af afgrøder til produktion af biobrændstof. De konkluderer at selvom priserne på landbrugs- og fødevarer generelt vil stagnere eller vise en faldende tendens fra de meget høje niveauer observeret i 2006 og 2007, forventes det, at de sammenlignet med den langsigtede udvikling over de seneste årtier vil forblive på et relativt højt niveau. Bemærk dog at disse fremskrivninger måler nominelle priser, og de skal derfor sammenholdes med den generelle prisudvikling i samfundet. Med en årlig inflation på 2 procent, forventes det generelle prisniveau at ligge ca. 22 % højere i 2016 end i 2007. Den reale prisudvikling for landbrugsvarer er derfor noget lavere end den følgende diskussion antyder.

⁵⁷ Westhoff, Pat, Wyatt Thompson, John Kruse og Seth Meyer, "Ethanol transforms agricultural markets in the USA", EuroChoices 6(1).

⁵⁸ Senest er ethanol-prisen i USA begyndt at falde pga. overudbud, hvilket har sat ethanolproducenterne under pres ("Ethanol-prisen dykker i USA", Børsen, 3. oktober 2007)

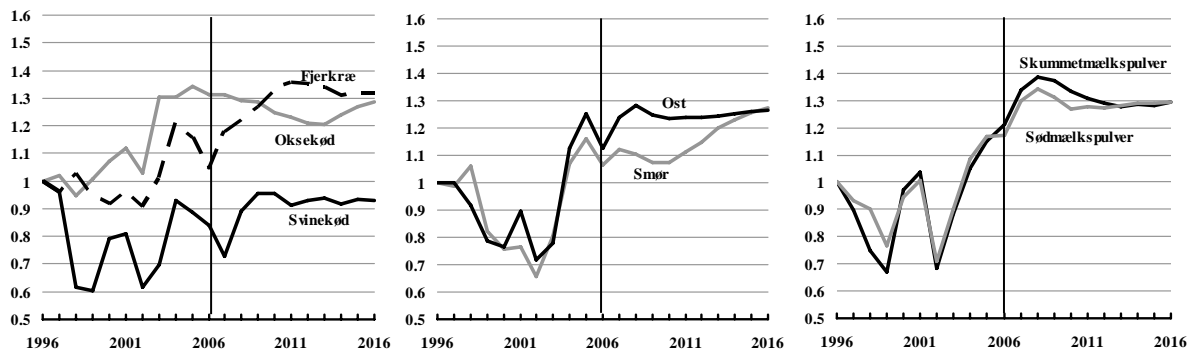
⁵⁹ Dette afsnit er med mindre andet angives baseret på OECD og FAO, "Agricultural Outlook, 2007 – 2016", 2007

Figur 2.1 Nominelle verdensmarkedspriser på afgrøder fremskrevet til 2016 (1996 = 1)



Kilde: OECD-FAO Agricultural Outlook 2007 – 2016 (2007)

Figur 2.2 Nominelle verdensmarkedspriser på animalske produkter fremskrevet til 2016 (1996 = 1)



Kilde: OECD-FAO Agricultural Outlook 2007 – 2016 (2007)

Den seneste udvikling

Figur 2.1 og 2.2 er taget fra OECD/FAO's landbrugsfremskrivninger og viser udviklingen i priser på afgrøder og animalske produkter siden 1996 samt forventningerne til den fremtidige tendens over de næste 10 år. De fleste landbrugsprodukter er steget betragteligt i pris siden slutningen af 90'erne, og nåede 2006 og 2007 det højeste niveau i flere årtier. De store stigninger kan forklares som et sammenfald af flere forskellige faktorer. Blandt de vigtigste er de kraftigt stigende indkomster i visse udviklings- og mellemindkomstlande, især Kina, Indien, Brasilien og Rusland. Efterhånden som befolkningerne bliver rigere ændres deres fødevarer sammensætning fra fokus på vegetabiliske basisvarer (ris og korn) over imod animalske produkter (kød, æg og mejerivarer). Selvom dette reducerer efterspørgslen efter af-

grøder til direkte forbrug, indgår store mængder af korn og oliefrø som foder i husdyrproduktionen, hvilket fører til en nettostigning i efterspørgslen. Til de generelle stigninger i fødevareefterspørgslen skal for majs og sukker lægges øget efterspørgsel fra den voksende ethanolindustri i Brasilien og USA. Andre landes ethanolproduktion er stadig af så lille skala, at de ikke påvirker landbrugsmarkedene nævneværdigt, men EU's biodieselproduktion menes at have en vis indflydelse på markederne for planteolie og oliefrø.

Markederne for forskellige landbrugsprodukter, specielt for korn og oliefrø, hænger snævert sammen, i den forstand at udviklingen i prisen på en afgrøde har en afsmittende effekt på priserne på andre afgrøder. F.eks. har den stigende majspris i USA givet tilskyndelse til at øge produktionen af majs. Idet majs og soja trives under samme klimatiske og jordbundsforhold, er omlægningen til majsdyrkning generelt sket på bekostning af soja. Dertil kommer at majs og soja substituerer hinanden som foder i husdyrproduktionen, og med stigende majspriser bruges i højere grad soja i stedet for majs. Til sammen har den stigende efterspørgsel efter og faldende udbud af soja således medført at sojaprisen er steget i takt med majsprisen.

Mid Missouri Energy ethanol plant ses i baggrunden af en majsmark



Kilde: Aaron Eisenhauer, AP

Samtidigt med at efterspørgslen efter landbrugsprodukter er steget, har markederne i de seneste år oplevet et fald i udbudet som følge af dårligt vejr. OECD/FAO's fremskrivning beregner at det dårlige høstudbytte i de største producentlande, Australien (hvor høsten blev halveret grundet tørke), i Nordamerika og i Europa medførte at udbudet faldt med 60 mio. tons sammenlignet med et gennemsnitligt år. Til sammenligning var stigningen i biobrændstofindustriens anvendelse af korn på "kun" 17 mio. tons.

For at opsummere, mens øget produktion af biobrændstof har bidraget mærkbart til de seneste års prisstigninger, har det ikke været den dominerende faktor. Stigningen i efterspørgslen efter animalske produkter, samt kort-sigtede variationer i udbudet har været de vigtigste kilder til den seneste udvikling på landbrugsmarkedene.

Fremskrivninger

De meget høje priser observeret de sidste par år skyldes primært en midlertidig vejr-relateret nedgang i høstudbyttet, og det forventes derfor at priserne indenfor den nærmeste fremtid vil udvise en faldende tendens. Alligevel er der meget der tyder på at priserne i fremtiden vil holde sig på et relativt højt niveau sammenlignet med de sidste årtier som følge af stigende efterspørgsel fra husdyr- og biobrændstofproduktionen. F.eks. forventes den globale efterspørgsel efter kødprodukter at stige med 1.7 procent om året (svarende til en stigning på godt 52 millioner tons over den 10-årige periode), hvoraf omkring 80 procent stammer fra lav- og mellemindekomstlandene. Man regner med at Kina alene øger forbruget af foderkorn i den animalske produktion med næsten 20 millioner tons, og at der ligeledes sker stor vækst i lande som Indien og Argentina. Over samme periode vil husdyrsektorens efterspørgsel efter oliefrø som proteinfoder på globalt plan stige med 33 procent.

Alligevel forventes biobrændstofindustrien at være den vigtigste drivkraft i udviklingen på landbrugsmarkedene i den nærmeste fremtid. Landbrugsfremskrivningen fra OECD og FAO bygger på en forventning om stærk vækst i biobrændstofproduktion i Brasilien, USA, EU, Canada og Kina, som sammenfattet i tabel 2.2.

Tabel 2.2 Forventet produktion af biobrændstof og forbrug af råvarer (i mængder i 2016 og procentvise ændringer i perioden 2007 – 2016)

	Brasilien	USA	EU ^{a)}	Canada	Kina	I alt
Produktion af biobrændstof						
Bio-ethanol						
Milliarder liter i 2016	44	46	15	2	4	-
% ændring 2007 – 2016	145 %	102 %	882 %	267 %	163 %	
Biodiesel						
Milliarder liter i 2016	-	-	14	1	-	-
% ændring 2007 – 2016			228 %	788 %		
Råvareforbrug						
Sukkerrør						
Millioner tons i 2016	491	-	-	-	-	491
% ændring 2007 – 2016	120 %					120 %
Majs						
Millioner tons i 2016	-	110	5	4	9	129
% ændring 2007 – 2016		102 %	97 %	276 %	162 %	108 %
Hvede						
Millioner tons i 2016	-	-	18	2	-	19
% ændring 2007 – 2016			524 %	291 %		496 %
Oliefrø						
Millioner ton i 2016	-	-	21	-	-	21
% ændring 2007 – 2016			103 %			103 %

Kilde: Egne beregninger baseret på OECD-FAO Agricultural Outlook 2007 – 2016 (2007)

^{a)} Tallene for EU angiver forbrug snarere end produktion. Dvs. af de 15 milliarder liter forventet forbrug af bioethanol i 2016, produceres kun en del indenfor EUs grænser, mens resten bliver importeret. Tallene for EU's forventede produktion var ikke til rådighed. Af samme årsag kan den globale total ikke beregnes ud fra de forhåndenværende oplysninger.

Det forventes at den brasilianske og amerikanske produktion af bioethanol mere end fordobles indenfor det næste årti. Størrelsen på de to landes bioethanolindustrier taget i betragtning repræsenterer denne fremskrivning en væsentlig stigning i ethanolproduktion og råvareforbrug. Udviklingen i den amerikanske produktion overskrider langt deres nuværende målsætninger (specificeret i deres Renewable Fuels Standard), og svarer til godt en tredjedel af den mængde, der skal til for at opfylde Præsident Bush's ambitiøse "Twenty-in-Ten"-forslag.⁶⁰ Canada forventes at opfylde deres målsætning med at udskifte 5 procent af benzinformbruget og 2 % af dieselforbruget med biobrændstof i henholdsvis 2010 og 2012. Derimod vil EU ifølge denne fremskrivning ikke kunne opfylde biobrændstofdirektivets målsætning om at

⁶⁰ Planen går ud på at reducere forbruget af fossile brændsler (til transport) med 15 procent i 2017. Det svarer til at substituere benzin med godt 133 milliarder liter bioethanol (se nærmere diskussion i kapitel 1).

5,75 procent af transportenergi behovet skal dækkes med biobrændstof – det forventede forbrug vil kun svare til ca. 3,3 procent. Det forventes at de fleste lande vil nå deres mål gennem indenlandsk produktion af biobrændstof, men EU vil fortsat dække en del af behovet gennem import.

Den stærkt stigende biobrændstofproduktion medfører en tilsvarende kraftig vækst i råvareefterspørgslen. Den globale efterspørgsel efter sukkerrør, majs og oliefrø som input i biobrændselsindustrien vil blive mere end fordoblet, mens forbruget af hvede til energiproduktion femdobles over de næste 10 år. Dog afspejler den eksplosive vækst i hvedeforbruget det relativt lave udgangspunkt for hvedebaseret bioethanolproduktion snarere end et større fokus på hvede som råvare. Denne store stigning i råvareefterspørgslen vil uundgåeligt føre til at en større andel af en samlede landbrugsproduktion vil blive brugt til produktion af energi. Således forventes det at op mod 11 procent af den globale majsproduktion absorberes af biobrændstofindustrien i 2016, som vist i tabel 2.3.

Tabel 2.3: Fremskrevet råvareforbrug i biobrændstofindustrien som andel af global produktion i 2006 og 2016 (procent)

	Majs	Hvede	Oliefrø
2006	6,2	0,5	3,4
2016	10,9	2,8	5,7

Kilde: Egne beregninger baseret på OECD-FAO Agricultural Outlook 2007 – 2016

Note: Det var ikke muligt at fremskaffe sammenlignelige tal på forbruget af sukkerrør.

Hovedparten af udvidelsen af biobrændstofproduktionen i USA og Canada forventes at finde sted indenfor de næste par år, mens stigningen i de andre lande vil ske mere gradvist. Det betyder at specielt priserne på majs fortsat vil ligge på et relativt højt niveau de kommende år, på trods af forventninger om en normalisering af høstudbyttet. Efterhånden som efterspørgselsstigningerne flader ud og producenterne reagerer på prisstigningerne med udvidelser i majsdyrkingen vil vi begynde at se en faldende tendens i priserne. Samme overordnede, men mindre udtalte, mønster ses for hvede, ris og oliefrø, mens prisen på sukkerrør allerede er begyndt at falde (med godt 27 procent i 2006-2007). På længere sigt vil forbedringer i produktivitet og dyrkningsintensitet og udvidelser af landbrugsarealet i store træk øge udbudet i takt med stigninger i fødevarer- og biobrændstoft efterspørgsel og medføre stagnerende eller svagt faldende nominelle afgrødepriser (dvs. faldende reale priser). Der er dog meget der tyder på at vi i den overskuelige fremtid fortsat vil se priser, der ligger på et højere niveau end det vi har været vant til tidligere.

2.4 Konsekvenser af øget produktion af biobrændstoffer

Hvilken betydning har biobrændstofproduktionen for landbrugspriserne?

Landbrugsfremskrivningerne fra OECD og FAO giver et billede af de forventede fremtidige udvikling på landbrugsmarkedene, hvori der tages højde for kraftige stigninger i produktion af biobrændstof. Men der er andre faktorer, som generelt øget efterspørgsel efter fødevarer, globale ændringer i fødevarerensammensætningen og udviklingen indenfor landbruget, der ligeledes spiller en vigtig rolle. Det er derfor ikke til at sige på baggrund af OECD/FAO's rapport hvor stor en andel af prisfremskrivningerne, der kan tilskrives øget produktion af biobrændstoffer. Vi kan med andre ord ikke ud fra ovenstående give noget bud på hvordan prisfremskrivningerne ville se ud, hvis der ikke skete nogen stigning i produktionen af biobrændstof, eller hvis fremtiden så en endnu større satsning på biobrændstoffer.

For at belyse dette spørgsmål, præsenterer vi kort to studier fra henholdsvis OECD⁶¹ og IFPRI (International Food Policy Research Institute)⁶², der estimerer konsekvenserne af en stigning i produktionen af biobrændstof isoleret fra andre faktorer. Mens studiet fra OECD antager en forholdsvis konservativ udvikling i biobrændstofindustrien, analyserer IFPRI effekten af en langt mere ambitiøs produktionsudvidelse.

OECD's studie fra 2006 simulerer en stigning i produktionen af biobrændstof i Brasilien, USA, Canada og EU frem til 2014. De sammenligner resultatet med en alternativ simulering, som antager at produktionen holder sig konstant på samme niveau som i 2004. De to scenarier adskiller sig kun ved de forskellige antagelser om udviklingen i biobrændstofproduktionen, og sammenligningen af resultaterne afspejler således effekterne af en stigning i fremstillingen af biobrændstof isoleret fra alle andre faktorer. Den forventede stigning i biobrændstofproduktionen er ikke præcist angivet, men de afledte effekter på efterspørgslen efter råvarer er opsummeret i tabel 2.4.

Tabel 2.4: Forventet stigning i råvareforbruget ml. 2004 og 2014 antaget i OECD's simulering (%)

	Brasilien	USA	EU	Canada
Sukkerrør/-roer	27	-	17	-
Majs	-	6	8	11
Hvede	-	2	10	27
Planteolie	-	6	49	4

Kilde: OECD, "Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels", 2006.

⁶¹ OECD, "Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels", 2006

⁶² Msangi, Siwa, Timothy Sulser, Mark Rosegrant, and Rowena Valmonte-Santos (2007), "Global Scenarios for Biofuels: Impacts and implications", International Food Policy Research Institute, paper presented at the 10th annual GTAP conference, Purdue University, USA, June 7 – 9 2007

Tabel 2.4 kan i store træk sammenlignes med den nederste halvdel af tabel 2.2, som angiver den forventede procentvise stigning i råvareforbruget i OECD/FAO's landbrugsfremskrivning 2007-2016, hvis der tages hensyn til forskellen i fremskrivningsperioderne. Det fremgår at OECD's studie fra 2006 har noget lavere forventninger til den videre udvikling i biobrændstofindustrien i forhold til OECD/FAO's fremskrivning fra 2007. Dertil kommer at OECD (2006) opererer med en meget lav udvikling i olieprisen, som forventes at nå sit højeste niveau på 46 US\$ pr. tønde i 2005 for derefter at falde til 39 US\$ pr. tønde i 2014. Til sammenligning antager OECD/FAO (2007) en oliepris, der varierer mellem 55 US\$ og 60 US\$ pr. tønde. OECD's 2006 studie kan således betragtes som en konservativ forventning til fremtidens marked for biobrændstof og resultaterne kan ses som en nedre grænse for konsekvenserne.

Tabel 2.5: Estimerede ændring i råvarepriserne, 2004 – 2014, som følge af øget biobrændstofproduktion, OECD's studie fra 2006 (procent)

	Hvede	Majs	Sukker	Oliefør	Planteolie	Proteinfoder fra oliefør
Prisændring	4	2,5	60	1	15	-5

Kilde: OECD, "Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels", 2006

Tabel 2.5 viser OECD's estimer for den procentvise ændring i verdensmarkedspriserne på udvalgte landbrugsprodukter som følge af øget biobrændstofproduktion. Effekterne på hvede- og majspriserne er forholdsvist begrænsede, hvilket primært afspejler de noget konservative antagelser om den fremtidige udvikling i biobrændstofindustrien og olieprisen (vi diskuterer olieprisens betydning nærmere senere i dette kapitel). Væksten i EU's biodieselproduktion medfører en nævneværdig prisstigningen på planteolie, hvilket dog ikke har en afsmittende effekt på prisen på oliefør. Det er der to hovedårsager til. For det første baseres en stor del af EU's biodieselproduktion på importerede råvarer, primært fra Sydøstasien hvor planteolien tappes fra palmetræer snarere end oliefør. For det andet anvendes biproduktet fra den globale ethanolproduktion som proteinfoder i husdyrproduktionen, hvilket reducerer efterspørgslen efter proteinfoder fra oliefør og begrænser presset på olieførprisen.

Den voldsomme stigning i sukkerprisen skal ses i lyset af den generelle udvikling på sukkermarkederne. Her spiller Brasilien som førende sukker- og sukkerbaseret ethanolproducent en central rolle. I OECD's scenarier forventes Brasiliens sukkerproduktion af stige markant over fremskrivningsperioden, primært til anvendelse som råvare i ethanolproduktionen. I sammenligningsscenariet, hvor ethanolproduktion antages at forblive konstant på 2004-niveau, kan industrien ikke opsuge den store stigning i sukkerudbudet, hvilket fører til et kraftigt fald i sukkerprisen på 37 % frem til 2014. Det er i forhold til dette lave 2014-niveau at sukkerprisen estimeres til at være 60 % højere, hvis ethanolproduktionen får lov til at udvikle sig som beskrevet ovenfor. Faktisk finder vi ikke nogen nævneværdig stigning i sukkerprisen, hvis vi i stedet måler ændringen i sukkerprisen i forhold til det nuværende (2004)

prisniveau.⁶³ Det vil med andre ord sige at sukkerprisen i høj grad holdes oppe af den fortsatte udvikling i den brasilianske ethanol fremstilling. Hvis væksten stagnerer, kan man i stedet forvente faldende priser på sukker.⁶⁴

Det andet studie vi kigger på, som er udarbejdet af forskere fra IFPRI, giver et bud på hvordan priserne på landbrugsprodukter udvikler sig i en situation med meget kraftig vækst i fremstillingen af biobrændstof.⁶⁵ De simulerer en stigning i biobrændstofproduktionen frem til 2020 i Brasilien (250 %), USA (200 %), EU (580 %), samt væsentlige stigninger i Kina og Indien. For visse lande forventes andelen af biobrændstof i det samlede brændstofforbrug at udgøre op imod 20 % i 2020. Sammenlignet med OECD/FAO's landbrugsfremskrivning (tabel 2.2) og i særdeleshed OECD's studie fra 2006 (tabel 2.4), repræsenterer disse vækstrater en meget ambitiøs udvikling i biobrændstofindustrien. Resultaterne, som er opsummeret i tabel 2.6, viser således kraftige stigninger i råvarepriserne, specielt for sukkerrør og oliefrø, og kan fortolkes som den øvre grænse for konsekvenserne af øget biobrændstofproduktion.

Tabel 2.6: Estimerede ændring i råvarepriserne, 2005 – 2020, som følge af øget biobrændstofproduktion, IFPRI's studie (procent)

	Hvede	Majs	Sukkerrør	Oliefrø
Prisændringer	30	40	65	75

Kilde: Msangi, Siwa, Timothy Sulser, Mark Rosegrant, and Rowena Valmonte-Santos (2007), "Global Scenarios for Biofuels: Impacts and implications", International Food Policy Research Institute, paper presented at the 10th annual GTAP conference, Purdue University, USA, June 7 – 9 2007

Note: Tallene er aflæst fra en graf og skal derfor anses som omtrentlige.

Som opsummering kan man sige at konsekvenserne af øget fremstilling af biobrændstof kan være relativt beskedne eller ganske væsentlige, afhængig af hvor kraftig produktionsforøgelsen forventes at være. Det kan være vanskeligt at vurdere hvilket scenario der er det mest realistiske. På den ene side har der de seneste år været en tendens til at opjustere forventningerne i forhold til tidligere. OECD's studie fra 2006, som er citeret ovenfor, baserede deres forventninger på en opjustering af fremskrivninger foretaget af OECD og FAO i en

⁶³ Vi kan definere to sukkerprisindeks, som begge i 2004 har værdien 100. Det ene indeks kan betegnes "konstant" og beskriver udviklingen i sukkerprisen, hvis ethanolproduktionen holdes konstant. Konstant-indekset vil derfor i 2014 have værdien 63, som er 37 procent lavere end i 2004. Det andet indeks kan betegnes "vækst" og viser udviklingen i sukkerprisen hvis ethanolproduktionen stiger. Vækst-indekset vil således i 2014 have værdien 100,8, hvilket er 60 procent højere end konstant-indekset i samme år. Der vil derfor ikke være nogen stigning i vækst-indekset, hvis vi måler i forhold til 2004 priser i stedet for konstant-indekset.

⁶⁴ Det kan selvfølgelig diskuteres hvorvidt det er realistisk at antage at udbudet af sukker fortsætter med at stige kraftigt på trods af faldende priser, hvis efterspørgslen fra ethanolindustrien holdes konstant. Dette diskuteres ikke nærmere i OECD's rapport.

⁶⁵ Msangi, Siwa, Timothy Sulser, Mark Rosegrant, and Rowena Valmonte-Santos (2007), "Global Scenarios for Biofuels: Impacts and implications", International Food Policy Research Institute, paper presented at the 10th annual GTAP conference, Purdue University, USA, June 7 – 9 2007

tidligere landbrugsfremskrivning (2005 – 2014).⁶⁶ Et år senere kan disse forventninger betegnes som konservative i sammenligning med OECD og FAO's seneste fremskrivning.

På den anden side er der en naturlig økonomisk begrænsning for hvor meget biobrændstofproduktionen kan stige. Producenterne er i de fleste tilfælde private aktører, der ikke ønsker at øge produktionen ud over hvad der er økonomisk rentabelt. De stigende råvarepriser vil på et tidspunkt nå et punkt, hvor markedets betalingsvillighed for biobrændstof ikke længere kan dække produktionsomkostningerne. Offentlig regulering kan påvirke de økonomiske vilkår for biobrændstofproduktionen, som tidligere nævnt i dette kapitel. Ved at subsidiere produktionen eller fritage den for skatter og afgifter kan biobrændstof i højere grad konkurrere med fossile brændsler, og den økonomiske produktionsbegrænsning vil ligge på et højere niveau. Men den vil stadig være til stede. Omvendt vil et mindstekrav om blandingsforhold mellem fossilt brændstof og biobrændstof sætte denne mekanisme ud af kraft. Brændstofproducenter tvinges til at iblande en fast andel biobrændstof uanset produktionsomkostninger og råvarepriser. Hvis målsætningen sættes for højt kan iblandingskrav således være en risikabel form for regulering, der kan have utilsigtede konsekvenser for landbrugs- og fødevarepriser.

De kvantitative estimater for konsekvenserne af øget biobrændelsfremstilling afhænger i høj grad af de antagelser der ligger til grund for undersøgelserne. Litteraturen er forholdsvis ny og metoderne er stadig under udvikling. Der kan derfor være store forskelle i resultaterne fra et studie til et andet og det kan være vanskeligt at tegne et samlet billede. Vi vil i stedet i det efterfølgende diskutere tre af de vigtigste faktorer, der kan have indflydelse på hvor meget biobrændstofindustrien kommer til at påvirke landbrugs- og fødevaremarkederne i fremtiden. De tre faktorer er 1) olieprisen; 2) global handel med biobrændstof; samt 3) potentialet for produktivitetsvækst i landbruget og indførsel af 2. generations teknologi i biobrændstof- forarbejdning.

Olieprisen

Ændringer i olieprisen har stor betydning for markedet for biobrændstof, idet den er med til at bestemme hvor økonomisk rentabel fremstilling af biobrændstof er. Der kan identificeres tre overordnede måder, hvorpå olieprisen øver sin indflydelse:

- **Energiomkostninger:** På trods af at biobrændstof anses for at være et alternativ til fossile brændsler i transportsektoren, indgår en væsentlig mængde oliebaseret energi i produktionen. Anvendelsen af fossile energikilder (i form af brændstoffer, gødning og andre kemikalier) til fremstilling af landbrugsråvarer varierer betragteligt på tværs af afgrøder og lande. Kilderne er sparsomme med oplysninger, men som eksempler

⁶⁶ OECD/FAO's landbrugsfremskrivning 2005 – 2014 antog vækst i USA's og Brasiliens ethanolproduktion. OECD-studiet forventede desuden produktionsforøgelse i EU og Canada.

nævnes at olie udgør op til 43 procent af omkostningerne til afgrødedyrkning i Argentina og godt 25 procent i USA.⁶⁷ Derudover kan omkring 10-20 procent af de direkte omkostninger til fremstilling af biobrændstof i EU og USA tilskrives fossile brændsler, mens Brasilien har formået at omdanne restprodukter fra sukkerdyrkning til brugbar energi (se tabel 2.1). En stigning i olieprisen vil således påvirke produktionsomkostningerne direkte og indirekte gennem højere råvarepriser, hvilket tenderer til at reducere efterspørgslen efter biobrændstof og råvarer.

- **Substitutionseffekt:** Selvom omkostningerne til fremstilling af biobrændstof påvirkes af prisen på fossile brændsler, er priserne på benzin og dieselolie langt mere følsomme overfor variationer i olieprisen. En olieprisstigning vil således gøre fossilt brændstof relativt dyrere end biobrændstof og tilskynde til højere grad af substitution af benzin og diesel med henholdsvis bioethanol og biodiesel. Denne effekt vil bidrage til at øge efterspørgslen efter biobrændstof og råvarer.
- **Komplementaritetseffekt:** Biobrændstof kan være komplementære såvel som substitutter for fossile brændsler. Substitutionseffekten tilskynder til at ændre på blandingsforholdet mellem fossile og biobrændstof ved ændringer i olieprisen. Men hvis blandingsforholdet er fastsat sættes substitutionseffekten ud af funktion, og der opstår i stedet en komplementaritet mellem brændselstyperne. Hvis prisen på olie og dermed benzin stiger, reduceres efterspørgslen efter benzin-ethanolblandingen. Med fast blandingsforhold betyder det ligeledes et fald i efterspørgslen efter biobrændstof og råvarer.

Der kan være flere årsager til at blandingsforholdet mellem fossile og biobrændstoffer er fastsat. Hvis der f.eks. er indført et mindstekrav til blandingsforhold, som ligger over det økonomisk rentable, vil en olieprisstigning ikke nødvendigvis tilskynde til at øge blandingsforholdet, og blandingsforholdet vil i praksis være fastsat. En anden årsag kan være af mere teknisk karakter. Almindelige biler kan uden problemer køre på benzinblandinger med op til 10 procent ethanol, mens højere blandingsforhold kræver en tilpasning af motoren. I Brasilien har de stor succes med såkaldte flex-fuel biler, som kan køre på et vilkårligt blandingsforhold.⁶⁸ Men i andre lande er markedsandelen for sådanne biltyper meget lille. Det betyder i praksis at der uden for Brasilien på kort sigt er en øvre grænse for blandingsforholdet på 10 procent ethanol. På længere sigt kræver det en væsentlig investering i modificering af eksisterende motorer eller nye flex-fuel biler for at flytte denne grænse opad.

⁶⁷ OECD, "Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels", 2006

⁶⁸ Elobeid, Amani and Simla Tokgoz (2006), "Removal of US ethanol domestic and trade distortions: impact of US and Brazilian ethanol markets", Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Working Paper 06-WP 427

De tre effekter har modsatrettede påvirkninger af efterspørgslen efter biobrændstof og råvarer. Hvilken af disse effekter er vigtigst, er et empirisk spørgsmål. Men med de nuværende lave markedsandele for biobrændstof er det sandsynligt, at substitutionseffekten er dominerende, hvilket giver udslag i en positiv sammenhæng mellem olieprisen på den ene side og efterspørgslen efter biobrændstof og råvarer samt råvarepriserne på den anden.

OECD's studie fra 2006, som er diskuteret ovenfor, simulerer et alternativt scenario, der foruden de samme politiske målsætninger for udviklingen i biobrændstofindustrien også antager en højere oliepris. De antager således at olieprisen holder sig konstant på 60 US\$ pr. tønde over hele perioden 2005 – 2014, hvilket svarer til at prisen er 76 procent højere i 2014. Den højere oliepris fører til en stigning i fremstillingen af bioethanol og biodiesel på henholdsvis 8 procent og 16 procent. Det virker umiddelbart som en væsentlig stigning, men sat i forhold til olieprisstigningen er væksten relativt beskeden. Den primære årsag er den forholdsvis store anvendelse af fossile brændsler til fremstilling af biobrændstoffer i den vestlige verden. For at bruge betegnelserne defineret ovenfor kan man sige at effekten fra de højere energiomkostninger er med til at reducere virkningen af substitutionseffekten.

Tabel 2.7: Estimerede ændring i råvarepriserne, 2004 – 2014, som følge af øget biobrændstofproduktion. Sammenligning af høj og lav oliepris (%)

	Hvede	Majs	Sukker	Oliefrø	Planteolie	Proteinfoder fra oliefrø
Lav oliepris	4	2,5	60	1	15	-5
Høj oliepris	18	19	92	20	24	14

Kilde: OECD, "Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels", 2006

Note: Tallene for det høje olieprisscenario er aflæst fra en graf og skal derfor anses som omtrentlige.

Olieprisstigningen har til gengæld en væsentlig betydning for råvarepriserne, som skitseret i tabel 2.7 (tabellen viser også resultaterne fra det tidligere diskuterede OECD-scenario, tabel 2.5), i særdeleshed for oliefrø, hvede og majs. Det skal dog bemærkes at prisstigningerne måles i forhold til et sammenligningsscenario, der antager en lav og faldende oliepris. Det vil sige at de kraftige råvareprisstigninger i høj-oliepris-scenariet både fanger konsekvenserne af en stigende oliepris på dyrkningsomkostningerne såvel som effekten fra den øgede efterspørgsel i biobrændstofindustrien. Faktisk viser det sig at op til 90 procent af råvareprisstigningerne kan tilskrives højere omkostninger til energiforbrug i produktionen af landbrugsprodukter og er derfor ikke direkte relateret til væksten i biobrændstofproduktionen.

Global handel med biobrændstof

Den billigste fremstilling af biobrændstof ligger ikke nødvendigvis i de lande, der huser den største efterspørgsel. Den største udvikling i efterspørgslen forventes at ligge i den vestlige verden og i vækstøkonomierne. Det er lande som USA, EU, Japan, Kina og Indien, der har interesse i at sikre en stabil energiforsyning, eller som sætter pris på reduktion af CO₂-udled-

ning. Omvendt vil det største potentiale for den billigste produktion ligge i visse dele af den tredje verden, primært Syd- og Centralamerika (Brasilien i særdeleshed), men også Sydøstasien og Afrika syd for Sahara, hvis klimatiske forhold og lave omkostninger til arbejdskraft giver de optimale betingelser for dyrkning af en af de mest energieffektive råvarer, sukkerør.⁶⁹ Dette misforhold mellem lokalt udbud og efterspørgsel peger på værdien af at udvikle den globale handel med biobrændstof.

På trods af de store potentielle fordele ved global handel, bliver hovedparten af de producerede biobrændstof anvendt indenfor samme lands grænser. Kun godt 10 procent af den globale produktion af bioethanol handles internationalt, med Brasilien som hovedeksportør (50 procent af samlet eksport) og USA som den største importør (omkring 31 procent af samlet import). Dette forhold afspejler i høj grad væsentlige handelsbarrierer skabt af offentlig regulering.

De fleste biobrændstofproducerende lande har pålagt told på importeret biobrændstof for at beskytte den indenlandske industri. Toldsatserne for ethanol ligger på 0,19 €/l i EU; 0,14 US\$/l + 2,5 % af importværdien i USA; 0,23 US\$/l i Australien; samt 0,06 US\$/l i Canada.⁷⁰ Sammenlignet med f.eks. de brasilianske produktionsomkostninger (ekskl. transportomkostninger) på 0,22 US\$/l, repræsenterer den pålagte told en betydelig handelsbarriere. Den mest effektive producent, Brasilien, pålægger en 20 procents told på import af ethanol, men da Brasilien er nettoeksportør har tolden lille real betydning. Desuden har EU og USA fastsat told på import af biodiesel på hhv. 5,1 % og 6,5 % af importværdien.

Udover de officielle toldsatser, kan andre offentlige tiltag fungere som ikke-toldmæssige handelsbarrierer. For at støtte etablering og udvikling af en indenlandsk biobrændstof-industri, har de fleste producerende lande indført forskellige støtteordninger, som typisk er indrettet på en sådan måde, at de favoriserer netop de afgrøder og teknologier, som de pågældende lande har ekspertise i.⁷¹ Tilsvarende er der en tendens til at tekniske specifikationskrav afviger fra internationale standarder, hvilket er med til at øge de internationale handelsomkostninger idet eksportører skal opfylde flere forskellige krav. EU arbejder i øje-

⁶⁹ Dufey, Annie (2006), "Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues", International Institute for Environment and Development (IIED), Sustainable Markets Discussion Paper 2, November 2006. <http://www.iied.org/pubs/pdf/full/15504IIED.pdf>

⁷⁰ Tallene er fra 2004 og baseret på Dufey, Annie, "Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues", International Institute for Environment and Development (IIED), Sustainable Markets Discussion Paper 2, November 2006. <http://www.iied.org/pubs/pdf/full/15504IIED.pdf>, samt Elobeid, Amani and Simla Tokgoz, "Removal of US ethanol domestic and trade distortions: impact of US and Brazilian ethanol markets", Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Working Paper 06-WP 427, 2006

⁷¹ Hill, J., Nelson, E., Tilman, D., Polasky, S., and Tiffany, D., "Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels", *PNAS*, vol. 103, no. 30, pp. 11206-11210, 2006 www.cedar.creek.umn.edu/hilletal2006.pdf, samt Runge, C.F., and Senauer, B., "How biofuels could starve the poor", *Foreign Affairs*, vol. 86, no. 3, 2007, <http://www.foreignaffairs.org/current/>

blikket på at indføre et ”grønt certifikat”, der skal sikre at råvarer til biobrændstoffer er fremstillet på bæredygtig vis. Selv hvis råvarerne opfylder alle krav om bæredygtighed, er der risiko for at omkostningerne til håndhævelse af certificeringen (f.eks. i form af sporbarheds- og mærkningsordninger) lægger alvorlige begrænsninger for den internationale handel.⁷² Dette er erfaringsmæssigt et stort problem for udviklingslande, som ofte mangler den fornødne kapacitet til at kunne føre bevis for produkternes kvalitet. Hvorvidt en sådan certificering er tilstrækkelig effektiv til at kunne retfærdiggøre den øgede handelsrestriktion, er et empirisk spørgsmål, som endnu ikke er tilstrækkeligt belyst i litteraturen.

Generelt anses handelsbarrierer for at forvride de internationale markeder og føre til en forringet udnyttelse af knappe ressourcer med dyrere varer for forbrugerne til følge. Tallene i tabel 2.1 antyder at det vil være billigere for EU, USA og Canada at eliminere alle handelsbarrierer og importere biobrændstof fra Brasilien i stedet for at forsøge at opbygge en indenlandsk industri. Økonomer fra Iowa State University i USA har opstillet en model for handel med biobrændstof og simuleret en fuldkommen liberalisering af den amerikanske ethanolimport.⁷³ De estimerer at handelsliberaliseringen vil tredoble USA’s import fra Brasilien over de næste 10 år fra 1,5 milliarder liter til næsten 4,5 milliarder liter pr. år. Det vil betyde en besparelse for amerikanske forbrugere på godt 14 % for en liter ethanol, hvilket vil øge efterspørgslen med 4 procent. De amerikanske ethanolproducenter vil dog tabe i konkurrencen med brasilianerne og reducere produktionen med 7 %, hvilket mindsker presset på majsmarkedet og resulterer i et lille 1,5 procent prispåfald på majs. Den stigende amerikanske import medfører en betydelig stigning i verdensmarkedsprisen på ethanol på 24 %, og tilskynder Brasilien til at øge produktionen med 9 %.

Størrelsen på de to landes ethanolindustrier taget i betragtning repræsenterer disse ændringer et betydeligt skift i det globale produktions- og forbrugsmønster. En væsentlig del af produktionen flytter fra USA til Brasilien, mens noget af forbruget flytter fra Brasilien til USA. Sammenlagt stiger produktionen dog kun med godt 246 mio. liter ethanol, svarende til godt 0,5 % af de to landes samlede produktion. Det vigtigste resultat af handelsliberaliseringen er at amerikanske forbrugere får adgang til billigere ethanol, mens den brasilianske industri får adgang til et marked, der er villig til at betale en højere pris for deres produkter.

Undersøgelsen diskuterer ikke hvilken betydning handelsliberaliseringen har for jordudnyttelsen i de to lande. Givet at brasilianerne kan producere en større mængde ethanol pr. hektar end amerikanerne, er det sandsynligt at handelsliberaliseringen vil reducere den samlede

⁷² Dufey, Annie, “Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues”, International Institute for Environment and Development (IIED), Sustainable Markets Discussion Paper 2, November 2006. <http://www.iied.org/pubs/pdf/full/15504IIED.pdf>

⁷³ Elobeid, Amani and Simla Tokgoz, ”Removal of US ethanol domestic and trade distortions: impact of US and Brazilian ethanol markets”, Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Working Paper 06-WP 427, 2006

anvendelse af jord til energiproduktion. Vi kan beregne et groft estimat for ændringerne i jordanvendelsen ved at kombinere konverteringskoefficienterne for sukkerrør og majs (hhv. 85 l/t og 396 l/t) med de gennemsnitlige høstudbytter for brasiliansk sukkerrør og amerikansk majs (hhv. 73,4 t/ha og 9,4 t/ha).⁷⁴ Det betyder at Brasilien gennemsnitligt kan producere 6.239 liter pr. hektar, mens amerikanerne kan fremstille 3.722 liter pr. hektar. Dermed vil handelsliberaliseringen medføre en stigning i brugen af jord til ethanolproduktion med godt 350.000 hektar i Brasilien, mens USA reducerer jordanvendelsen med omkring 500.000 hektar, dvs. en nettobesparelse på godt 150.000 hektar.

Disse grove estimater bør fortolkes som indikationer. De demonstrerer hvordan handelsliberalisering giver de enkelte lande mulighed for at realisere deres komparative fordele, hvilket på globalt plan medfører større og billigere produktion med en mindre ressourceanvendelse. Biobrændstof er et forholdsvis jordintensivt produkt, og jordprisen har derfor stor betydning for produktionsomkostningerne. Ethanol fremstilling er dyrere og dermed mindre konkurrencedygtig, hvor jorden er en forholdsvis knap ressource, og hvor der produceres færre liter biobrændstof pr. hektar. Liberalisering af biobrændstofmarkederne kan således i sig selv bidrage til at øge jordudnyttelsens effektivitet og reducere presset på de knappe jordressourcer.

Det fremføres somme tider at markedsliberalisering kan have den modsatte effekt, dvs. at den frie handel kan øge presset på uopdyrkede naturområder, med den brasilianske regnskov som det oftest nævnte eksempel. Årsagen er at uopdyrket jord ikke har en særlig høj markedsrettet værdi. Det kan derfor være billigere at rydde skov for at skabe ny landbrugsjord, end det er at intensivere driften og øge produktiviteten på den allerede eksisterende landbrugsjord. Dette er et alvorligt problem, som bør løses gennem globalt samarbejde mellem de lande, der besidder de urørte naturområder og de lande som tillægger områderne stor værdi.⁷⁵ Det bør derimod ikke løses gennem ensidige handelshindringer, der snarere medfører dyrere produktion og mindre effektiv ressourceanvendelse.

Betydningen af produktivitetsforøgelse og teknologisk udvikling

De kvantitative estimater af konsekvenserne ved øget produktion af biobrændstof indikerer væsentlige afsmittende virkninger på landbrugsmarkederne i form af højere priser og øget pres på jorden. Det vil som nævnt reducere biobrændstofproduktionens økonomiske rentabilitet og gøre biobrændstof til et mindre attraktivt alternativ til fossile brændsler. Produktivi-

⁷⁴ Høstudbytterne er tre års gennemsnit (2003 – 2005) fundet i FAOSTAT's statistiske database. Konverteringskoefficienterne angiver hvor meget ethanol, der kan udvindes af et ton afgrøder. De er fundet i Smeets, Edward, Martin Junginger and André Faaij (2005), "Supportive study for the OECD on alternative developments in biofuel production across the world". Bemærk at tallene er baseret på faktiske og ikke fremskrevne koefficienter og tager derfor ikke højde for evt. forbedringer i landbrugsproduktiviteten eller teknologisk udvikling.

⁷⁵ Problemet er relateret til bæredygtig udvikling generelt og ikke specielt til produktionen af biobrændsler. Det vil derfor ikke blive diskuteret nærmere i dette kapitel.

tetsforøgelse og intensivering i landbruget vil kunne forbedre høstudbyttet pr. hektar og dermed øget udbudet af landbrugsprodukter, reducere priserne og afhjælpe noget af presset på knappe jordressourcer. Tilsvarende kan udvikling af nye 2. generations teknologier i biobrændstofindustrien reducere konkurrencen med fødevareproduktionen om afgrøder og landbrugsjord.⁷⁶

IFPRI-studiet⁷⁷, som er citeret tidligere i dette kapitel, forsøger i tre simuleringer at estimere betydningen af produktivitetsforøgelse og teknologisk udvikling. Deres scenario 1 (basis-scenariet) er diskuteret tidligere som en meget ambitiøs udvikling i biobrændstofindustrien. Scenario 2 analyserer den samme kraftige produktionsstigning under antagelse af at 2. generations teknologi indføres i 2015. Denne antagelse er modelleret på en meget enkel måde, idet råvareefterspørgslen holdes konstant i den resterende del af perioden (2015 – 2020) for at simulere at hele produktionsstigningen i den periode baseres på restprodukter fra landbruget. Det sidste scenario 3 udvider scenario 2 med forøgede produktivetsstigninger i dyrkingen af hvede og majs, primært i Østasien og Afrika syd for Sahara, som repræsenterer spredning af vestlige jordbrugsteknologier. Således antages det, at høstudbyttet ligger op til 8 procent højere i 2020 (majs i Østasien) end i scenario 1 og 2, hvilket svarer til en årlig ekstra produktivetsstigning på 0,5 procent. Deres resultater er opsummeret i tabel 2.8 (hvor scenario 1 gengiver tallene fra tabel 2.6).

Tabel 2.8: Estimerede ændring i råvarepriserne, 2005 – 2020, som følge af øget biobrændstofproduktion, IFPRI's studie med sammenligning af forskellige scenarier (%)

	Hvede	Majs	Sukkerrør	Oliefrø
Scenario 1: basisscenario	30	40	65	75
Scenario 2: 2. generation	20	30	55	45
Scenario 3: 2. generation og produktivetsstigninger	16	23	43	43

Kilde: Msangi, Siwa, Timothy Sulser, Mark Rosegrant, and Rowena Valmonte-Santos, "Global Scenarios for Biofuels: Impacts and implications", International Food Policy Research Institute, paper presented at the 10th annual GTAP conference, Purdue University, USA, June 7 – 9 2007.

Note: Tallene er aflæst fra en graf og skal derfor anses som omtrentlige.

Deres resultater indikerer at stigninger i produktiviteten i landbruget og indførslen af 2. generations teknologier potentielt har en væsentlig betydning for hvor meget udviklingen i biobrændstofindustrien kommer til at betyde for landbrugsmarkedene. Betydningen er størst

⁷⁶ Forskellen mellem 1. - og 2. generations teknologier er nærmere beskrevet i kapitel 4. 2. generation bygger på udnyttelsen af biomasse, der ikke alternativt kan anvendes i fødevareproduktionen, såsom restprodukter fra landbruget samt træer og græsser, der ikke stiller helt så store krav til jordressourcerne som korn og oliefrø.

⁷⁷ Msangi, Siwa, Timothy Sulser, Mark Rosegrant, and Rowena Valmonte-Santos (2007), "Global Scenarios for Biofuels: Impacts and implications", International Food Policy Research Institute, paper presented at the 10th annual GTAP conference, Purdue University, USA, June 7 – 9 2007

for oliefrø, hvor prisstigningen reduceres med op mod 40 procent – fra en 75 procents stigning til 45 procent. Væksten i priserne på majs, sukkerrør og hvede reduceres med hhv. 25 procent, 15 procent og 30 procent. Produktivitetsforøgelserne i hvede- og majssektorerne (scenario 3) tager yderligere 12-13 procent af prisstigningerne.

Det kan være vanskeligt at vurdere om IFPRI's scenarier er realistiske eller ej. Resultaterne demonstrerer alligevel en vigtig pointe: Produktivitetsstigninger i landbruget og teknologisk udvikling er vigtige instrumenter til at mindske presset på jorden og reducere de afsmittende effekter i form af fødevarerprisstigninger, i særdeleshed hvis meget ambitiøse målsætninger for udviklingen i biobrændstofproduktionen skal opnås. Eller sagt på en anden måde, uden sådanne tekniske fremskridt er det næppe sandsynligt at vi kommer til at se produktion af biobrændstof i meget stor skala. Som forfatterne til IFPRI's studie skriver:

”...neither national governments nor fuel producers would want to engage in large-scale expansion of production without the necessary investments being in place to ensure reliable supply of feedstock material at reasonable cost...” (s. 7).

2.5 Diskussion

Til trods for høje oliepriser og årtiers teknologiske udvikling er biobrændstof stadig et dyrt alternativ til fossile brændsler. Hvis det ikke havde været for massiv offentlig støtte, ville der næppe eksistere nogen nævneværdig industri udenfor Brasilien.⁷⁸ Men hvilken interesse skulle stater have i at bruge store summer af skatteydernes penge til at støtte en industri, der ikke er økonomisk rentabel?

Offentlig regulering retfærdiggøres typisk på baggrund af tilstedeværelsen af markedsfejl, dvs. at markedet alene ikke er i stand til at tilvejebringe en samfundsøkonomisk optimal situation. Visse goder har en højere samfundsmæssig værdi end forbrugere er villige til at betale for dem (det som økonomer kalder eksternaliteter). I forhold til biobrændstof nævner litteraturen typisk tre sådanne samfundsøkonomiske værdier, 1) reduktion af CO₂-udledning; 2) sikring af energiforsyningen; samt 3) udvikling af landdistrikterne (landbrugsstøtte). Vi vil i det følgende diskutere hvert af disse spørgsmål og slutte af med en diskussion af hvilken betydning biobrændstof kan have for den tredje verden.

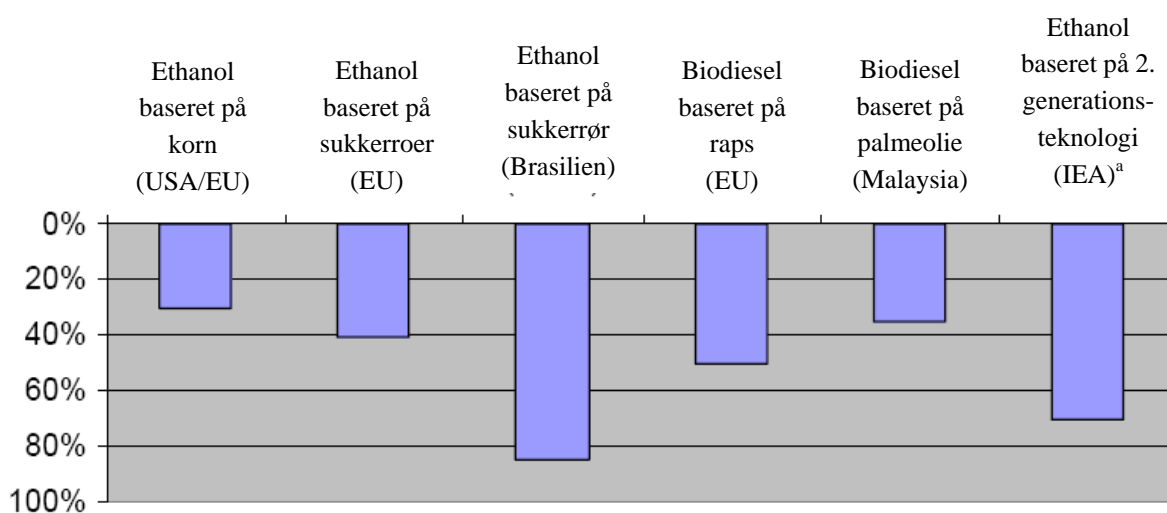
⁷⁸ Og måske ikke engang her. Brasiliens konkurrencemæssige førerposition er opbygget på baggrund af årtiers offentlig støtte.

Reduktion af CO₂-udledning

Et af hovedargumenterne for satsning på biobrændstof er, at de er CO₂-besparende i forhold til fossile brændsler. Selvom forbruget af biobrændstof udleder samme mængde CO₂ som fossile brændsler, bliver drivhusgasserne indfanget igen under dyrkning af de afgrøder, der anvendes som råvarer i produktionsprocessen. Biobrændstof betegnes somme tider som CO₂-neutral, hvilket dog ikke er helt korrekt idet anvendelse af fossile brændsler i dyrkning og forarbejdning af råvarer udleder CO₂, som ikke genindvindes. Omfanget af CO₂-besparelserne varierer betydeligt afhængig af afgrøde og produktionsmetode. Det er vanskeligt at finde præcise estimater af CO₂-balancen for forskellige typer af biobrændstof, idet der ikke altid er enighed i litteraturen. Figur 2.3 er taget fra en aktuel rapport udgivet af OECD.⁷⁹

Som det fremgår af figur 2.3 er den brasilianske bioethanol baseret på sukkerrør langt det mest CO₂-besparende biobrændstof på markedet i øjeblikket – besparelsen er på mere en 80 procent - mens 2. generations teknologier har et næsten lige så stort potentiale. Til sammenligning opnår den korn-baserede ethanol fremstillet i EU og USA forholdsvis beskedne reduktioner på omkring 30 procent. Således leverer brasilianerne ikke alene det billigste produkt på markedet, men også det, der mest effektivt bidrager til en målsætning om reduceret udledning af CO₂.

Figur 2.3: Estimer af CO₂-balancen for forskellige typer af biobrændstof



^a Estimeret af International Energy Agency

Kilde: Doornbosch, Richard and Ronald Steenblik (2007), "Biofuels: Is the cure worse than the disease?", OECD Roundtable on Sustainable Development, Paris 12-13 September 2007

⁷⁹ Doornbosch, Richard and Ronald Steenblik (2007), "Biofuels: Is the cure worse than the disease?", OECD Roundtable on Sustainable Development, Paris 12-13 September 2007

Tabel 2.9 gengiver tal fra samme OECD-rapport, som viser spændet i estimer for hvor meget de enkelte landes stater støtter anvendelse af biobrændstof pr. ton reduceret udledning af CO₂.

Tabel 2.9: Nedre og øvre grænser for estimer af den offentlige støtte til produktion og forbrug af biobrændstof pr. ton CO₂ besparet (US\$)

	Ethanol		Biodiesel	
	Nedre	Øvre	Nedre	Øvre
USA	NA	545	NA	NA
EU	590	4.520	340	1.300
Schweitz	340	394	253	768
Australien	244	1.679	165	639

Kilde: Doornbosch, Richard and Ronald Steenblik (2007), "Biofuels: Is the cure worse than the disease?", OECD Roundtable on Sustainable Development, Paris 12-13 September 2007

Selv hvis man betragter de nedre grænser for estimerne, som varierer mellem 165 US\$ (ca. 875 kr.⁸⁰) pr. ton CO₂ for biodiesel i Australien og 590 US\$ (ca. 3.127 kr.) pr. ton CO₂ for ethanol i EU, indikerer tallene at biobrændstof er meget dyr kilde til reduktion af CO₂ udledninger. Til sammenligning ligger prisen på en europæisk CO₂-udledningstilladelse på omkring 22 €/t, svarende til ca. 164 kr./t.⁸¹ Tallene tyder således på at det koster EU mindst 19 gange så meget at reducere CO₂ gennem biobrændstof som gennem andre former for CO₂-besparende foranstaltninger, som f.eks. vedvarende energi eller effektivisering af energiforbruget.

Hvis reduktion af CO₂ er en hovedmålsætning, bør dette ikke opnås ved at subsidiere bestemte sektorer eller teknologier, herunder biobrændstof. Der er betydelig risiko for at politikerne kommer til at vælge en "forkert" teknologi, som kan vise sig at være en dyr løsning. I stedet bør det offentlige satse på økonomiske instrumenter, som f.eks. CO₂-beskatning eller omsættelige udledningstilladelser. Sådanne instrumenter vil favorisere de produkter og teknologier, som billigst og mest effektivt reducerer CO₂-udledningen og som derfor vil udkonkurrere dyrere og mere forurenende teknologier.

Sikring af energiforsyningen

En central målsætning blandt de førende biobrændstofproducerende lande er sikring af en stabil energiforsyning. Hovedårsagen til Brasiliens storstillede støtte til opbygningen af en ethanolindustri baseret på indenlandsk dyrkede sukkerrør var således ønsket om at mindske afhængigheden af importeret olie efter oliepriskrisen i starten af 70'erne (se kapitel 1). USA's seneste tiltag på området skyldes i høj grad bekymring over landets afhængighed af

⁸⁰ Ved nuværende kurs på omkring 5,30 kr. pr. US\$.

⁸¹ Prisen på en udledningstilladelse for et ton CO₂ leveret i december 2008 var pr. 22/9 2007 21,65 € (www.nordpool.com).

olie importeret fra områder, som anses for at være mindre stabile (Mellemøsten og Afrika), eller som giver udtryk for potentielt konfliktfyldte politiske holdninger (Venezuela og Mellemøsten).

Selvom sikring af energiforsyningen ofte betegnes som en sikkerhedsmæssig, snarere end økonomisk, målsætning, bør værdien af stabile energipriser ikke undervurderes. Hele samfundsøkonomien bygger på en stabil energiforsyning og usikkerhed om fremtidige oliepriser kan ramme økonomien hårdt, som oliepriskriserne i 70'erne har vist. Den seneste kraftige stigning i olieprisen (fra omkring 10-15 US\$ pr. tønde i 1998 til over 80 US\$ pr. tønde i dag) har tilsyneladende ikke ført til en nævneværdig økonomisk nedgang, men stigende efterspørgsel fra vækstøkonomierne og gentagende meldinger om begrænsede fremtidige oliereserver har skabt usikkerhed om hvordan fremtidens transportenergi behov skal dækkes.

Biobrændstof åbner for første gang op for muligheden for at erstatte en del af transportenergi behovet med en vedvarende energikilde i større skala, i modsætning til fossile brændsler som er en udtømmelig ressource. Der er dog ingen garanti for at dette vil medføre lavere og/eller mere stabile energipriser på længere sigt. Som dette kapitel har vist, er priserne på biobrændstof følsom overfor råvarepriserne, som kan variere betydeligt fra år til år som følge af kortsigtede udsving i vejrforholdene, og som selv kan komme til udvise en stigende trend pga. olieprisstigninger samt vækst i fødevareforbruget og efterspørgslen fra biobrændstofsektoren. Litteraturen på området er forholdsvis sparsom, men alt tyder dog på at biobrændstof er et meget dyrt og ikke nødvendigvis særlig effektivt middel til at realisere målsætningen om sikring af energiforsyningen.

Udvikling af landdistrikterne

Mange industrialiserede lande yder generøs støtte til det indenlandske landbrug i et forsøg på at sikre en fødevareforsyning af høj kvalitet, stabile priser for forbrugerne og indkomster for landmændene, samt modvirke affolkning af landdistrikterne. Sådanne landbrugsstøtteordninger har længe været genstand for skarp kritik fra økonomer og udenlandske politikere. Støtten beskyldes for at tilskynde til overproduktion, hvilket er med til at holde verdensmarkedspriserne på landbrugsvarer kunstigt lave og dermed reducere afsætningsmulighederne for andre landes landbrugsproducenter, ikke mindst i den tredje verden. Regeringerne er således under stigende internationalt pres for at reformere eller afskaffe støtteordningerne.

Opbygningen af en biobrændstofindustri, baseret på indenlandsk producerede råvarer anses for at være en populær løsning på dilemmaet. Selve industrien skaber arbejdspladser, og den stigende efterspørgsel efter hjemmedyrkede landbrugsprodukter øger priserne og dermed indkomsterne for landmændene, og reducerer behovet for direkte landbrugsstøtte. Efterhånden som industrien udvikles og landbrugspriserne stiger, kan det blive nemmere at skabe politisk flertal for at reformere eller afskaffe landbrugsstøtteordningerne. I stedet for at støtte

landbruget direkte, hvilket ofte ses som uøkonomisk anvendelse af skatteydernes penge, er det således muligt at støtte udviklingen af landdistrikterne indirekte gennem subsidiering af biobrændstofproduktionen. Offentlighedens accept (indenlandsk såvel som udenlandsk) opnås ved at begrunde støtten i målsætninger om miljømæssige gevinster og sikring af energiforsyningen.

Det bør dog slås fast at subsidiering af den indenlandske biobrændstofproduktion baseret på hjemmedyrkede afgrøder er en meget omkostningsfuld måde at støtte landdistrikterne på. Udover store omkostninger til subsidier og skattefritagelser (som tabel 2.9 antyder), forvrides markederne, hvilket medfører uøkonomisk anvendelse af ressourcer, herunder jord. Hvis samfundet ønsker at bruge ressourcer på at understøtte landmændenes økonomiske situation, kan dette gøres på en langt mere effektiv måde, f.eks. gennem direkte (ukoblet) indkomststøtte.

Perspektiver for den tredje verden

Den tredje verden er både potentielt store tabere og store vindere af vækst i efterspørgslen efter biobrændstof. På den ene side kan øget produktion af biobrændstof føre til stigninger i fødevarerpriserne og gøre det vanskeligere for udviklingslandene at brødføde deres fattige befolkninger. På den anden side har den tredje verden potentielt store konkurrencemæssige fordele i fremstillingen af biobrændstof, i form af et klima der favoriserer dyrkningen af nogle af de mest energieffektive afgrøder som sukkerrør, samt billig arbejdskraft.

Brasilien fremstår som det lysende eksempel på et udviklingsland, der med stor succes er i stand til at realisere sine komparative fordele i fremstilling af bioethanol. Landets tropiske og regnfulde klima er ideelt til dyrkning af sukkerrør, og ethanolindustrien har formået at organisere produktionen på en bemærkelsesværdig effektiv måde. Det fremføres ofte i debatten at lave lønninger til brasilianske landarbejdere er en væsentlig årsag til industriens succes. F.eks. fremhæver 92-gruppen, at der er negative sociale konsekvenser af dyrkningen af sukkerrør på gigantiske plantager, og at der i Brasilien er flere eksempler på, at den nye bioenergiproduktion har skabt en moderne form for slavearbejde⁸².

Løn- og arbejdsforholdene i Brasilien er reguleret via overenskomst mellem arbejdsgivere og landarbejdere i henhold til brasiliansk lovgivning. Ifølge Arbejdsgiverforeningen for Sao Paulos sukkerrørindustri (UNICA) er gennemsnits lønnen for en landarbejder på sukkerrørsmarker ca. 2.400 kr. (810 reais = 433 US\$)⁸³. Andre mener dog den er lavere. I en universitetsrapport angives månedslønnen for en landarbejder i Sao Paulo-området til typisk at

⁸² 92-gruppen: Biobrændstoffer, 1. og 2. generation – risici og fordele, Maj 2007, side 8

⁸³ UNICA "Production and use of fuel ethanol in Brazil. Answers to the most frequently asked questions" Marts 2007, side 61

være 195 US\$ (ca 1.100 kr)⁸⁴. En tredje kilde oplyser, at lønnen udgør 1 dollar pr. ton høstet sukkerrør og med en produktion på 10 tons om dagen bliver lønnen 10 dollar om dagen, eller op til 300 dollars (1650 kr.) om måneden, afhængig af antallet af fridage.⁸⁵

Et parallelt synspunkt går på, at produktionen af ethanol (dyrkning og forarbejdning) svækker landdistrikternes økonomi, fordi ejerskabet til jordbruget og destillerier/raffinaderier domineres af store nationale og internationale selskaber. Det betyder, at hovedparten af det økonomiske overskud skabt i lokalområdet forsvinder herfra og følger selskabernes generelle kapitalstrømme. Synspunktet er derfor, at en stigende produktion af ethanol er en større trussel mod landdistrikterne end det er en mulighed for økonomisk vækst.

I spørgsmålet om hvorvidt biobrændstofproduktion er til gavn eller skade for fattige landarbejdere i udviklingslandene, er arbejdernes egentlige løn- og arbejdsforhold af mindre væsentlig betydning. Mere vigtigt er det, om landarbejderne lever under bedre eller værre forhold, end hvis industrien ikke havde eksisteret. Dyrkning af sukker til anvendelse i den brasilianske bioethanolindustri har skabt skønsmæssigt 1 million arbejdspladser, primært besat af fattige, ufaglærte landarbejdere.⁸⁶ Dertil kommer arbejdspladser skabt indenfor forarbejdning, transport og eksport af det færdige produkt, samt arbejdspladser i tilknyttede industrier. Uden ethanolindustrien skulle disse arbejdere finde alternativ beskæftigelse, og på et arbejdsmarked med reduceret efterspørgsel efter arbejdskraft er det næppe sandsynligt at de ville kunne opnå en højere løn og bedre arbejdsforhold.

Som diskuteret tidligere i dette kapitel har biobrændstofproduktionen en væsentlig indflydelse på priserne på landbrugsprodukter. Hvis efterspørgslen efter biobrændstof udviser en kraftig stigning uden en tilsvarende stærk vækst i produktiviteten i landbruget og biobrændstofindustrien, er der risiko for at fødevarepriserne kommer til at stige. De fattige i landdistrikterne vil efter al sandsynlighed opleve at deres indkomstgrundlag forbedres pga. prisstigningerne på landbrugsprodukter, mens de fattige i byerne vil se deres indkomster udhulet af de højere fødevarepriser.

Disse forhold bliver ofte omtalt i debatten som argumenter mod anvendelse af landbrugsprodukter til fremstilling af energi. To forhold tæller som modargument mod dette synspunkt. For det første er de fattigste dele af den tredje verdens befolkning typisk bosat i landdistrikterne, mens der ofte er større muligheder for at finde beskæftigelse i byerne (dette forhold er den primære årsag til den observerede kraftige migration fra land til by i mange ud-

⁸⁴ Samme, side 2

⁸⁵ Maria Luisa Medonca: The WTO and the Destructive Effects of the Sugarcane Industry in Brazil, www.landaction.org.display.php?article=405, side 4.

⁸⁶ Dufey, Annie, "Biofuels production, trade and sustainable development: emerging issues", International Institute for Environment and Development (IIED), Sustainable Markets Discussion Paper 2, November 2006. <http://www.iied.org/pubs/pdf/full/15504IIED.pdf>

viklingslande). De højere landbrugspriser har således mulighed for at gavne de allerfattigste dele af befolkningen. For det andet er fastholdelse af lave fødevarepriser ikke en særlig god langsigtet udviklingsstrategi. Lave landbrugspriser giver ringe incitament til at øge produktiviteten og landbruget fastholdes på et subsistensniveau. Hvis jordbrugerne derimod har forventning om at der kan opnås en rimelig pris for deres afgrøder, har de større tilskyndelse til at investere i højere produktion for at skabe et overskud, der kan sælges på markedet. Det er dette overskud, der skal udvikle landdistrikterne og bringe befolkningen ud af fattigdom. Højere fødevarepriser er et alvorligt problem for de mange fattige, der ikke kommer til at nyde godt af de øgede afsætningsmuligheder. Men dette problem bør løses gennem generel økonomisk udvikling og målrettet bistand og ikke ved at lægge hindringer i vejen for udviklingen af nye markeder for landbrugsprodukter.

2.6 Afrunding

Den økonomiske viden om det globale marked for biobrændstof er stadig under udvikling. Dette afspejles i store variationer i resultater og konklusioner på tværs af studier som følge af forskelle i metoder og antagelser. Det er således vanskeligt at give et samlet billede af hele litteraturen, hvorfor dette kapitel har fokuseret på enkelte udvalgte bidrag. Omvendt er der god mulighed for at forskning på området kan bidrage med værdifuld ny viden. Vi har under udarbejdelsen af kapitlet identificeret et lille udpluk af de områder, der fortjener nærmere økonomisk udforskning:

Dybdegående analyse af betydningen af offentlig regulering: Kapitlet har peget på at markedet for biobrændstof er underlagt en lang række offentlige reguleringer, herunder direkte subsidiering, fritagelse fra brændstofafgifter, iblandingskrav, importtold, og tekniske handelshindringer. Formålene med reguleringerne er typisk angivet som reduktion af CO₂-udledninger, sikring af energiforsyningen og udvikling af landdistrikter. De første forsøg på at opgøre omfanget af reguleringen indikerer at biobrændstof er et meget dyrt og ikke nødvendigvis særlig effektivt middel til at opnå disse målsætninger. En nærmere analyse af betydningen af disse instrumenter vil klarlægge omkostninger og gevinster ved offentlig regulering og bidrage til at identificere de mest hensigtsmæssige midler til at opnå de politiske målsætninger.

Samfundsøkonomisk analyse af 2. generations teknologi: 2. generations teknologi giver potentielt mulighed for at øge værdien af biobrændstofproduktion baseret på korn, træ og græsser og reducere presset på landbrugsjord. Den økonomiske betydning af 2. generations teknologi er kun sparsomt belyst i litteraturen med anvendelse af forholdsvis simple metoder og antagelser. Yderligere forskning på området vil informere om teknologiens samfundsmæssige værdi og de potentielle gevinster ved at udvikle den.

Konsekvenser for den tredje verden: Kapitlets diskussion af perspektiverne for den tredje verden er baseret på meget generelle betragtninger og enkeltstående eksempler. Litteraturen indeholder ikke mange analyser om hvilken betydning satsning på biobrændstof kan have for udviklingslande, med Brasilien som en særlig undtagelse. Det er således vigtigt at få vurderet om udviklingslande er i stand til at udnytte deres potentiale som leverandører af biobrændstof, f.eks. om de kan udvikle de institutioner og den infrastruktur der skal til. Vil udviklingslandene kunne overkomme problemerne forbundet med stigende fødevarepriser, og vil de kunne forhindre at det øgede pres på jorden fører til fornyet fældning af skov og ødelæggelse af naturområder? Endelig vil det have stor værdi at få klarlagt hvordan den vestlige verden kan bistå udviklingslandene i lyset af disse udfordringer.

Kapitel 3 Sektorøkonomiske effekter i Danmark

Alex Dubgaard, Fødevarerøkonomisk Institut

3.1 Indledning

Videngrundlaget er begrænset med hensyn til biomasseproduktions sektorøkonomiske betydning i Danmark. Internationalt er der gennemført et antal undersøgelser af de økonomiske og miljømæssige effekter af en stigende produktion af bioenergi. De internationale perspektiver vedrørende handel og prisdannelse på landbrugsprodukter og biobrændstoffer er beskrevet i de to foregående kapitler. Der er ikke lavet tilsvarende analyser for Danmark, men nedenfor diskuteres perspektiverne for Danmark i generelle termer. Heller ikke potentielle beskæftigelses- og erhvervsudviklingseffekter i Danmark er der lavet sammenhængende modelanalyser af.

3.2 Prisdannelse på landbrugsprodukter

Internationalt handlede råvarer

I EU er der som hovedregel fri bevægelighed for landbrugsvarer mellem medlemslandene. De danske priser på landbrugsprodukter er derfor i det store hele bestemt af priserne i EU og på verdensmarkedet – dog med det forbehold at transportomkostninger giver mulighed for en vis prisdifferentiering markedsområderne imellem. Prisdannelsen på produkter med relativt høje transportomkostninger i forhold til værdien er derfor i mindre grad styret af eksterne priser end varer med relativt lave transport- og lageromkostninger pr. værdienhed. Typiske eksempler er globalt handlede landbrugsprodukter som f.eks. korn, oliefrø og sukker. Frisk mælk er derimod et produkt med relativt høje transport- og opbevaringsomkostninger i forhold til værdien. Det gælder også til en vis grad for produkter som grønsager og kartofler. Principielt vil prisniveauet for denne type varer derfor kunne afvige mere fra de internationale priser end priserne på korn, oliefrø og sukker.

Korn og oliefrø er de dominerende råvarer i biobrændstofproduktionen i USA og EU. Sukkerrør, der er den dominerende råvare i Brasiliens bioethanolproduktion, er ikke i sig selv en internationalt handlet vare, men sukkerprisen på verdensmarkedet bestemmer indirekte også råvareomkostninger for denne produktion. Færdigvarerne bioethanol og biodiesel kan ligeledes transporteres og opbevares til relativt lave omkostninger. Principielt er de derfor også verdenshandelsprodukter, selvom subsidier, importafgifter og andre handelsbarrierer i dag begrænser den internationale handel med biobrændstof betydeligt.

Som omtalt i kapitel 2 forventes det, at prisen på planteprotein vil falde i forhold til prisen på korn. Det skyldes stigende udbud af biproduktet proteinfoder i takt med at produktionen af bioethanol vokser. Formentlig er der ret snævre grænser for, hvor meget prisrelationerne

mellem planteprotein og korn kan ændre sig, før der vil ske ændringer i afgrødesammensætningen bort fra afgrøder med lavt olie/proteinforhold (sojabønner) over mod afgrøder med et højere olie/proteinforhold som solsikker og raps.

For dansk landbrug og danske biobrændstofproducenter kan man antage, at prisforholdene og rentabiliteten i 1. generations biobrændstof (baseret på stivelse eller sukker) overvejende vil være bestemt af pris- og produktionsforhold uden for Danmarks grænser. På grund af de omtalte handelsbarrierer vil det ikke nødvendigvis sige verdensmarkedspriser, men det vil som minimum gælde inden for EU, hvor der er fri bevægeligt for både råvarer og færdigvarer.

Disse overordnede forhold udelukker ikke, at etablering af større biobrændstofproduktioner i Danmark vil kunne få en begrænset regional indflydelse på prisdannelsen for korn og raps. Amerikanske undersøgelser viser, at bygning af ethanolfabrikker har haft positiv betydning for afsætningsprisen på de lokale majsmarkeder. Den gennemsnitlige prisstigning omkring fabrikken er estimeret til at være på 4 cent pr. hektokilo svarende til en stigning i basisprisen på mellem 5 og 6 %. Den positive priseffekt kan spores op til 110 km fra fabrikken⁸⁷. Etablering af et større bioethanolanlæg på Sjælland vil formentlig resultere i udligning af den nuværende prisforskel på korn i Øst- og Vestdanmark. Alt andet lige vil der kunne blive tale om kornprisstigninger i størrelsesordenen 5-10 kr./hkg på de østlige øer.

⁸⁷ McNew og Griffith, 2006

Dansk landbrug



Kilde: Boberg Thomas, Polfoto

For internationalt handlede råvarer er den overordnede konklusion, at rent danske tiltag til fremme af produktion og forbrug af bioenergi kun vil have marginal betydning for prisdannelsen på landbrugsprodukter, afgrødesammensætning og den øvrige landbrugsproduktion i Danmark. De ændringer, vi vil se i denne forbindelse, vil overvejende skyldes prisændringer på verdensmarkedet og EU's politik på landbrugs- og bioenergiområdet.

”Grove” biomasseråvarer

En anden kategori af biomasseråvarer er voluminøse lavværdiprodukter som halm og husdyrgødning, hvor transportomkostningerne er så store, at den økonomisk relevante udnyttelse er begrænset til det regionale og lokale niveau. Her spiller de internationale landbrugspriser ikke nogen afgørende rolle for udnyttelsen til energiformål. Det gør derimod de nationalt fastsatte priser på grøn energi/el og den teknologiske udvikling inden for biogasproduktion, halmfyring og – på længere sigt – 2. generations biobrændstof.

Helsædsmajs og græs er andre eksempler på biomasseråvarer, som det er uøkonomisk at flytte over større afstande. I denne sammenhæng er det også (nationale) afregningspriser og tilskudsordninger for biogasproduktion, der vil være afgørende, indtil 2. generations teknologier eventuel vil gøre disse råvarer konkurrencedygtige i bioethanolproduktionen. Det gælder for denne type afgrøder, at der i almindelighed anvendes jord, som også kan bruges til

andre afgrødetyper, herunder korn. Generelt skal afkastet derfor være konkurrencedygtigt med det alternative afkast ved f.eks. korndyrkning. Sædskifte hensyn kan dog gøre dyrkning af kløvergræs til biomasse økonomisk relevant, selvom det direkte afkast ligger på et lavere niveau end for korn. Det gælder specielt for økologiske bedrifter uden mulighed for anvendelse af kløvergræs til kvægfoder.

Scenarier for prisudviklingen på landbrugsprodukter

Hidtidige beregninger af de prismæssige konsekvenser af øget bioenergiproduktion har almindeligvis antaget, at den langsigtede pristrend for landbrugsprodukter ville være (svagt) nedadgående. Som beskrevet i kapitel 2 er resultatet af analyserne i de fleste tilfælde derfor, at bioenergiproduktionen vil have ret beskeden indflydelse på kornpriserne. Den refererede OECD-analyse taler om kornprisstigninger på 4-10 %⁸⁸.

EU-kommissionen har offentliggjort en analyse af biobrændstofdirektivets forventede påvirkning af landbrugssektoren i EU-25⁸⁹. Analysen bygger på 3 scenarier:

- 1: Uændret videreførelse af de nationale biobrændstofstrategier (business as usual). I dette scenarie forventes biobrændstofdirektivets målsætning for 2010 ikke opfyldt.
- 2: Told- og handelsbarrierer for råvarer til biobrændstofproduktion og biobrændstoffer opretholdes stort set uændret. Biobrændstofdirektivets målsætning for 2010 forudsættes opfyldt.
- 3: Alle told- og handelsbarrierer for råvarer til biobrændstofproduktion og biobrændstoffer ophæves. Biobrændstofdirektivets målsætning for 2010 forudsættes opfyldt. Udtagningsforpligtelsen ophører.

Der er for alle scenarier regnet med, at bioethanolproduktionen er baseret på 1. generations teknologi, idet 2. generations teknologien ikke forventes at blive kommerciel før efter 2010. Hovedresultaterne for scenarierne 2 og 3 er vist i tabel 3.1 som afvigelser i forhold til scenario 1.

⁸⁸ OECD, 2006

⁸⁹ EU Commission, 2006b

Tabel 3.1 Opfyldelse af EU-strategi med 5,75 % markedsandel for biobrændstof i 2010

Scenario 2 Reguleret markedsadgang	Scenario 3 Dereguleret markedsadgang
Priseffekter i EU <ul style="list-style-type: none"> • Korn + 6 % til + 11 % • Oliefrø + 5 % til + 15 % 	Priseffekter i EU <ul style="list-style-type: none"> • Korn - 15 % til -20 % • Oliefrø + 5 % til + 12 %
Samlet dyrket areal <ul style="list-style-type: none"> • Ingen ændring 	Samlet dyrket areal <ul style="list-style-type: none"> • +2 mio. Hektar
Fald i efterspørgsel især af korn til foder og anden industriel anvendelse som følge af højere priser	Fald i efterspørgsel af oliefrø til fødevarer og anden industriel anvendelse som følge af høj pris
Fald i eksport af korn, vegetabilsk olie og til en vis grad oliefrø som følge af større EU-efterspørgsel	Væsentligt fald i eksport af vegetabilsk olie
Areal med afgrøder til energiformål <ul style="list-style-type: none"> • 8,25 mio. hektar svarende til godt 8 % af EU's landbrugsareal i omdrift 	Areal med afgrøder til energiformål <ul style="list-style-type: none"> • 4 mio. hektar svarende til ca. 4 % af EU's landbrugsareal i omdrift

Kilde: EU Commission, 2006b.

Scenario 2: Told- og handelsbarrierer opretholdes

Her forventes omkring halvdelen af biobrændstofforbruget dækket af afgrøder dyrket i EU. Dog er andelen af bioethanol relativt højere end andelen af biodiesel som følge af forskelle i todsatser på korn, sukker og olieprodukter. Korn- og rapsprisen forventes at stige med henholdsvis 6-11 % og 5-15 % som følge af stigende efterspørgsel til biobrændstof. På grund af de højere priser forventes der et fald i efterspørgslen efter korn til foder og anden industriel anvendelse. Der forventes samtidig et fald i eksporten af især korn og vegetabilsk olie som følge af en større efterspørgsel i EU. Godt 8 % af omdriftsarealet vil være dyrket med afgrøder til energiformål. Da braklægningsforpligtelsen opretholdes, forventes der ikke nogen stigning i det samlede dyrkede areal.

Scenario 3: Told- og handelsbarrierer fjernes

Hvis told- og handelsbarrierer for råvarer til biobrændstofproduktion og biobrændstoffer ophæves, forventes hele bioethanolforbruget at blive dækket ved import. Kun omkring 29 % af biobrændstofforbruget vil blive dækket af producenter i EU, og det vil kun omfatte biodiesel. Prisen på oliefrø forventes at stige med 5-12 % Kornprisen forventes derimod at falde med 15-20 % som følge af markedsåbningen og fraværet af bioethanolproduktion i EU. Der vil ske et fald i efterspørgslen og anvendelsen af oliefrø til fødevarer og anden industriel anvendelse som følge af den højere pris. Eksporten af vegetabilsk olie vil falde. Braklægningsforpligtelsen forudsættes ophævet, og der forventes en forøgelse af det dyrkede areal på ca. 2 mio. hektar. Ca. 4 % af omdriftsarealet vil ifølge beregningerne blive dyrket med afgrøder til energiformål. Samtidig vil EU's interventionslagre af korn stige.

3.3 Nye perspektiver for prisudviklingen på landbrugsprodukter?

De overordnede perspektiver for prisdannelsen i ovenstående beregninger er de samme, som man ser i de fleste tilgængelige internationale analyser – det er beskyttelsesforanstaltninger i form af importafgifter og andre handelshindringer, der spiller langt den væsentligste rolle for prisudviklingen på korn og oliefrø. Endvidere er importafgifter på bioethanol afgørende for omfanget af denne produktion i EU.

Den seneste tids kraftige prisstigninger på korn og andre landbrugsprodukter rejser imidlertid tvivl om beskyttelsesforanstaltningers fremtidige betydning for prisdannelsen på landbrugsprodukter. Man må samtidig holde sig for øje, at alene den øgede anvendelse af korn og oliefrø til biobrændstof ikke kan forklare de stigende afgrødepriser. De sidste års vækst i produktionen af kornbaseret bioethanol er faldet sammen med dårlig høst i vigtige producentlande. I 2006 udgjorde det manglende udbytte ca. 60 mio. tons, mens stigning i forbruget af korn til bioethanol var på ca. 17 mio. tons. Kornprisstigningerne skal altså ses i sammenhæng med et markant fald i produktionen kombineret med stigende efterspørgsel. Der er tidligere set betydelige svingninger i priserne på korn og andre landbrugsprodukter, hvor korte perioder med kraftige prisstigninger igen er vendt til en langsigtet tendens til fald. Om de aktuelle prisstigninger indvarsler en varig tendens til højere priser på landbrugsprodukter, er det for tidligt at vurdere.

Iblandingskrav og importgifter

Prisstigningerne på korn og oliefrø har gjort de eksisterende beregninger af break-even-priser uaktuelle. Break-even-priser for f.eks. bioethanol viser ved hvilke råoliepriser, det vil være markedsøkonomisk rentabelt at producere bioethanol baseret på forskellige råvarer som sukkerrør, majs og hvede – når alle andre priser er uændrede. Som det fremgår af kapitel 1 viser beregninger fra EU-kommissionen (offentliggjort i 2006), at europæisk produceret biodiesel er konkurrencedygtig ved en råoliepris på 60 euro pr. tønne, mens råolieprisen skal op på 90 euro pr. tønne for at gøre europæisk produceret bioethanol konkurrencedygtig. En råoliepris på 90 euro pr. tønne vil med andre ord gøre motorbrændstof så dyrt, at markedet kan betale en pris for bioethanol, som er høj nok til at dække samtlige omkostninger ved produktion af dette brændstof – uden den nuværende (indirekte) subsidiering⁹⁰.

Det er oplagt, at en væsentligt højere pris på korn og raps vil kræve en højere pris på råolie end de ovennævnte break-even-priser. Råolie skal således være endnu dyrere for at trække korn og oliefrø ind i energiproduktionen på markedsvilkår. Hvad den seneste tids kraftige prisstigninger på korn og oliefrø har betydet i den henseende, er der p.t. ikke tal for, men da råvareomkostningerne udgør en væsentlig del af de samlede omkostninger i biobrændstofproduktionen, vil effekten være mærkbar. Som nævnt har en række lande hidtil sikret

⁹⁰ Den nuværende (indirekte) subsidiering er beskrevet i kap. 1

biobrændstoffers konkurrenceevne gennem forskellige former for støtte, bl.a. i form af afgiftsfritagelse ud over det, som den samfundsmæssige værdi af CO₂-besparelser ved biobrændstofanvendelse berettiger. Ved de nuværende høje priser på korn og oliefrø er det uklart, om denne form for subsidiering vil være tilstrækkelig til at sikre rentabiliteten i biobrændstofproduktion.

EU vedtog i 2003 det såkaldte biobrændstofdirektiv, der indeholder en målsætning for iblanding af biodiesel og bioethanol i fossil diesel og benzin svarende til 2 % i 2005 og 5,75 % i 2010. Iblandingskrav betyder, at biobrændstoffer skal fremskaffes i de fastsatte mængder – uanset prisen. Denne form for støtte til biobrændstof svarer til en beskatning af forbrugerne, der – i modsætning til afgiftsfritagelse – ikke er fastsat beløbsmæssigt. Markedet bestemmer størrelsen af subsidiet/skatten, der vil afhænge af prisrelationerne mellem fossile brændstoffer på den ene side og korn og oliefrø på den anden – tillige med told og andre handelshindringer for biobrændstoffer.

Potentielt vil den tvungne iblanding øge efterspørgslen efter råvarer til biobrændstoffer og dermed bidrage til prisstigninger på korn og andre landbrugsprodukter. I hvilket omfang, det vil ske, afhænger dog af konkurrenceforholdet mellem EU-producenter og eksportlande, især Brasilien. Her spiller importafgifter en ikke uvæsentlig rolle. For bioethanol kan EU's medlemslande vælge mellem to todsatser, henholdsvis 102 euro/m³ og 192 euro/m³ (Danmark har valgt den lave sats). Omregnet til danske kroner svarer det til mellem 80 øre og halvdelen krone pr. liter bioethanol. Blandt andet Brasilien kan producere bioethanol til væsentligt lavere omkostninger end i EU. På den baggrund ser det ikke umiddelbart ud til, at bioethanolproduktion vil være konkurrencedygtig i EU. Der mangler dog beregninger til belysning af, i hvilket omfang omkostningsrelationer og toldbeskyttelse skaber økonomisk grundlag for EU-produktion af biobrændstoffer. Danmark anvender som nævnt den lave sats. Man kan gå ud fra, at det vil gøre det en del billigere at opfylde iblandingskravet i Danmark. Modstykket hertil er naturligvis, at EU-baseret produktion vil få sværere ved at konkurrere på det danske marked for bioethanol.

3.4 Råvareforsyning

Som nævnt har EU vedtaget et biobrændstofdirektiv, der indeholder krav om iblanding af biodiesel og bioethanol i de respektive fossile brændstoffer svarende til 2 % i 2005 og 5,75 % i 2010. Danmark har hidtil ikke opfyldt målene, men regeringen har i starten af juli i år fremsat forslag til tvungen iblanding af biobrændstof i benzin og diesel. I 2008 skal der iblandes 2 % stigende til 5,75 % i 2010.

I tabel 3.2 ses hvor store mængder biobrændstof, der skal iblandes, hvis Danmark, skal opfylde de vejledende mål i EU's biobrændstofdirektiv. I tabellen er forbruget af benzin og

diesel i 2005 fremskrevet med 0,9 % årligt svarende til Energistyrelsens forventninger⁹¹. Samtidig er der korrigeret for det lavere energiindhold i bioethanol og biodiesel i forhold til benzin og diesel.

Tabel 3.2 Biobrændstof - dansk forbrug svarende til EU målsætning

Fossil DK (2005)		Biobrændstof*	
		2005 (2 %)	2010 (5,75 %)
Benzin 2.600.000 m ³	Bioethanol	77.300 m ³	232.600 m ³
Diesel 2.100.000 m ³	Biodiesel	45.600 m ³	136.200 m ³

Kilde: Gylling et.al., Landbrugets økonomi 2006. Fødevarerøkonomisk Institut

* 1 liter benzin kan erstattes af ca. 1,5 liter bioethanol.

* 1 liter diesel kan erstattes af ca. 1,1 liter biodiesel.

Antages det, at råvaren til bioethanol er hvede, svarer det til et forbrug på knapt 700.000 tons i 2010, hvilket er mindre end den mængde korn, der i dag eksporteres. Arealmæssigt svarer det til udbyttet fra ca. 100.000 ha. Anvendes der i stedet sukkerroer som råvare, kræver det omkring 38.000 ha til dyrkingen, mens der ved anvendelse af halm i 2. generations anlæg skal bruges ca. 1 mio. tons halm svarende til halmudbyttet fra ca. 310.000 ha. Det skønnede biodieselforbrug i 2010 kan dækkes af den eksisterende danske biodieselproduktion baseret på raps sammen med en projekteret produktion på 55.000 m³ biodiesel/år baseret på animalsk fedt. Den nuværende danske biodieselproduktion anvender på årsbasis godt 200.000 tons raps svarende til udbyttet fra godt 67.000 ha.

Selv ved fastholdelse af det nuværende forbrug af biomasse til el og varme vil der således være danske råvarer til rådighed til opfyldelse af 2010-målsætningen for iblanding af biobrændstoffer. Såfremt råvarerne dyrkes i Danmark, vil det samlede arealbehov være på i alt 165.-170.000 ha med hvede og raps.

Det er imidlertid ikke kun mængden af danske råvarer, der er afgørende for omfanget af biobrændstofproduktion i Danmark. Som tidligere nævnt er både korn, raps og biobrændstoffer internationalt handlede varer. Man må derfor gå ud fra, at omkostningsforhold og rentabilitetsforventninger vil afgøre, i hvilket omfang biobrændstoffer til brug i Danmark vil blive produceret her eller i udlandet. Der er næppe væsentlige komparative fordele ved biobrændstofproduktion i Danmark baseret på 1. generations udnyttelse af stivelse og sukker. Men det er i sidste instans private investorer, der afgør, i hvilket omfang der skal satses på biobrændstofproduktion her i landet.

⁹¹ Regeringen (2004). Redegørelse om implementering af EU's biobrændstoffdirektiv.

3.5 Produktion og indtjening i landbruget

For landbruget vil øget efterspørgsel på råvarer til bioenergi alt andet lige resultere i stigende afgrødepriser, bedre indtjening i planteproduktionen og højere foderomkostninger i den animalske produktion. Den økonomiske gevinst som følge af bedre prisrelationer i planteproduktionen vil således gå til (ejerne af) landbrugsjorden, mens indtjeningen i den animalske produktion vil blive presset – i det mindste på kort sigt. Det skyldes, at jord er en tilnærmelsesvis fast produktionsfaktor for landbruget som helhed. Landbrugsjord vil blive anvendt til dyrkning, så længe der kan opnås et positivt afkast til jorden betegnet som jordrenten.

Jordrenten

Jordrente-begrebet stammer fra det engelske *land rent*, der svarer til forpagtningsafgift. Begrebet benyttes i bredere forstand om nettoafkastet til produktionsfaktoren jord. Jordrenten opgøres som forskellen mellem udbyttets/afgrødens (salgs)værdi og de samlede omkostninger ved dyrkning af afgrøden (blandt andet udsæd, gødning, kemikalier, aflønning af arbejdskraft (inkl. ejerens) samt afskrivninger og forrentning af maskiner og udstyr).

Jordrenten er altså den rene aflønning til produktionsfaktoren jord, når alle andre involverede produktionsfaktorer er aflønnet til gældende markedspris eller skyggepris. Jordrenten svarer til den forpagtningsafgift, der vil blive betalt for jord af en given dyrkningsværdi på et marked med effektiv konkurrence mellem forpagtere.

Når der kan opnås et særligt økonomisk afkast til jord, skyldes det, at udbuddet af jord er tilnærmelsesvis prisuelastisk. Det skyldes, at mulighederne for at inddrage ny jord til dyrkning er yderst begrænset, og der kun i meget begrænset omfang findes økonomiske alternativer til landbrugsmæssig udnyttelse. Man kan altså hverken producere mere jord eller bruge den landbrugsjord, der findes, til meget andet end landbrug. Jordrenten bliver derfor en indkomstbuffer, der opfanger gevinsten, når indtjeningen i planteproduktionen stiger, og bærer tabet når indtjeningen falder.

Er jordrenten nul eller negativ for et landbrugsareal, betegnes jorden som marginaljord. Forringes indtjeningen i planteproduktionen, vil flere jorde blive marginaliseret og glide ud af dyrkning. Omvendt vil forbedret indtjening føre til, at marginaliserede arealer igen vil blive inddraget i dyrkning. På det, der kaldes den ekstensive margin, spiller priserne altså en rolle for, hvor meget jord der dyrkes. I Danmark og det øvrige Vesteuropa drejer det sig om ret begrænsede arealer med et forholdsvis beskedent udbyttepotentiale.

Den langsigtede aflønning af kapital og arbejdskraft beskæftiget i planteproduktionen vil ikke blive forøget som følge af stigende afgrødepriser. Forpagtere af jord kan således ikke forvente højere indtjening på den lejede jord på lidt længere sigt, da konkurrence mellem forpagtere vil drive forpagtningsafgiften i vejret, indtil forpagterens indtjening igen svarer til normalaflønningen af de variable indsatsfaktorer kapital og arbejdskraft.

Biobrændstofproduktion og afgrødepriser

Generelt er det ikke afgørende for afkastet til landbrugsjord, om biobrændstofproduktion er baseret på den ene eller den anden form for råvarer, så længe der er tale om internationalt handlede produkter. Hvis vi på længere sigt vil opleve en tendens til, at den samlede efterspørgsel efter planteprodukter stiger hurtigere end udbuddet, så vil det give generelle prisstigninger på alle planteprodukter og øget afkast til al dyrkbar jord, uanset hvilke afgrøder der dyrkes, og hvad afgrøderne anvendes til. Det skyldes, at korn, sukker og planteolier er produkter, som i større eller mindre grad konkurrerer om den samme (knappe) ressource i form af landbrugsjord, eller i større eller mindre omfang er substitutter i fødevarerforbruget eller biobrændstofproduktionen.

På grund af substitutionsmulighederne vil der på sigt være en tendens til, at afkastet til jord af en given dyrkningsværdi vil udjævnes for de afgrødetyper, som det er relevant at dyrke på de pågældende arealer. F.eks. vil stigende priser på majs trække priserne på andet korn samt olie- og proteinafgrøder med op. Der kan være dyrkningsmæssige begrænsninger på substitutionen mellem afgrøder på et givent areal. Der er således grænser for, hvor ofte raps kan optræde i sædskiftet. Men stiger afkastet for olieafgrøder stærkere end afkastet i kornproduktionen, vil der være en tendens til, at arealet med andre olieafgrøder som f.eks. solsikker vil blive udvidet. Af klimatiske grunde er det (endnu) ikke relevant at dyrke solsikker i Danmark, men den danske produktion af oliefrø spiller ikke nogen væsentlig rolle for prisdannelsen på det europæiske marked.

Inddragelse af brakarealer og øget dyrkningsintensitet

Selvom udbuddet af jord i det store hele er prisuelastisk, så er der visse muligheder for at øge udbuddet af planteprodukter. Under den hidtidige braklægningsordning har det været muligt at dyrke energiafgrøder på udtagne arealer. Denne problemstilling er dog uaktuel på nuværende tidspunkt, hvor stærkt stigende kornpriser har ført suspension af EU's krav om udtagning af landbrugsjord i dyrkningsåret 2007-2008.

Fødevarerøkonomisk Institut har i samarbejde med DJF analyseret de sandsynlige konsekvenser af en ophævelse/suspension af udtagningskravet. Det skønnes, at 50.000-100.000 ha braklagte arealer vil blive inddraget i omdriften. Det svarer til en forøgelse af omdriftsarealet med 2-4 %. De 100.000 ha udtrykker det sandsynlige areal ved fortsat høje afgrødepriser. I det første år vil arealet måske blive mindre end 50.000 ha, hvis det kun forventes at være en midlertidig ordning. For et lavt skøn i det første år taler endvidere det forhold, at tidspunktet for rettidig efterårsåning var ved at være forpasset, da suspensionen blev vedtaget. Den forventede inddragelse af brakarealer i omdriften vil naturligvis give en vis forøgelse af planteproduktionen, men ikke nødvendigvis i form af råvarer til bioenergi.

Stigende afgrødepriser kan endvidere påvirke produktionen gennem øget intensitet i dyrkingen – dvs. mængden af inputs pr. ha i form af rå- og hjælpestoffer, arbejdskraft og kapitalindsats. Principielt bestemmes dyrkningsintensiteten af prisrelationerne mellem output og inputs. Stigende afgrødepriser vil således gøre det rentabelt at øge forbruget af bl.a. gødning og pesticider pr. ha. I Danmark vil politisk bestemte restriktioner på forbruget af kvælstof og fosfor begrænse en sådan intensitetsforøgelse. I andre lande vil man formentlig se en forøgelse af dyrkningsintensiteten, og dermed et (marginalt) forøget udbud af planteprodukter.

Man møder til tider den opfattelse, at manglende muligheder for at tilpasse sig ændringer i den optimale dyrkningsintensitet svækker dansk landbrugs konkurrenceevne. Det er dog en antagelse, der kun holder under specielle forudsætninger. Om planteavl er økonomisk konkurrencedygtig afhænger alene af, om jordrenten er positiv. Er denne betingelse opfyldt, er planteproduktion på arealet konkurrencedygtig – også selvom udenlandske producenter eventuelt har mere fordelagtige betingelser og en højere jordrente. Dette forhold svarer til afkastforskellene for jord af hhv. høj og lav dyrkningsværdi, hvor man heller ikke kan sige, at jord af lav dyrkningsværdi har ringere konkurrenceevne. Så længe der kan opnås et positivt afkast/jordrente vil også den dårlige jord blive dyrket. Kun hvor der er tale om marginal jord (jordrenten er nul eller negativ) vil ændringer i rentabiliteten have betydning for, om jorden bliver dyrket. Det drejer sig i Danmark om ret begrænsede arealer.

Pres på indtjeningen i animalsk produktion

For den animalske produktion er der ikke udsigt til bedre indtjening som følge af øget efterspørgsel efter vegetabiliske produkter og større afkast til jorden som produktionsfaktor. Jord er ikke en begrænsende faktor for den animalske produktion på samme måde som for planteproduktionen. Miljøregler kræver ganske vist, at husdyrproducenter råder over harmoniarealer til udbringning af den mængde husdyrgødning, der produceres. Men husdyrgødning er et biprodukt, der kan udbringes på arealer i omdriften nogenlunde uafhængigt af afgrødevalget. Stigende priser på planteprodukter vil derfor ikke øge knapheden på jord til udbringning af husdyrgødning. Det vil kun en stigende husdyrproduktion – eller skrapere miljøkrav til udnyttelse af plantenæringsstofferne i husdyrgødning. En stigende jordrente i planteproduktionen vil således ikke smitte af i form af højere faktor aflønning til arbejdskraft og kapital i husdyrproduktionen.

For de fleste animalske produkter er prisudviklingen bestemt på det europæiske marked. Ved forringet indtjening som følge af stigende foderpriser vil genopretning af rentabiliteten i den animalske produktion skulle ske ved faldende udbud, som (alt andet lige) vil resultere i højere forbrugerpriser for animalske produkter. Højere forbrugerpriser vil samtidig få efterspørgslen til at falde. Den animalske produktion vil altså skulle reduceres for at sikre en genopretning af aflønningen af produktionsfaktorerne i produktionen. Kapitalapparat i form af stalde og udstyr har sjældent økonomisk relevante alternative anvendelser. Det bevirker, at

udbuddet af animalske produkter ikke er særlig priselastisk på kortere sigt. Stærkt stigende foderpriser kan derfor forventes at reducere faktor aflønningen i husdyrproduktionen på kort til mellemlangt sigt, indtil et tilstrækkeligt antal producenter har valgt at reducere eller opgive produktionen.

I denne proces må man forvente, at producenterne med de højeste marginalomkostninger vil forlade sektoren. Det kræver modelberegninger at fastslå, hvor danske husdyrproducenter befinder sig i denne (europæiske) sammenhæng, men erfaringerne fra de tilbagevendende pris-cykler for svin tyder på, at danske svineproducenter er forholdsvis robuste, mens især (mindre) østeuropæiske producenter indskrænker produktionen, når svineprisen falder væsentligt.

For mælks vedkommende gør det særlige forhold sig gældende, at produktionen er kvotebe-lagt. Den danske mælkekvote er fuldt udnyttet, og kvoter har en positiv markedsværdi. Ud-buddet af mælk er derfor prisuelastisk (som for jord). Viljen til at betale for produktions-rettigheder er ensbetydende med, at (effektive) mælkeproducenter er i stand til at opnå en overnormal aflønning af de produktionsfaktorer, der indgår i mælkeproduktionen. Denne fordel kapitaliseres så helt eller delvist af producenter, der vælger at sælge deres kvoter og forlade sektoren.

Forringet rentabilitet som følge af stigende foderpriser vil formentlig fremskynde struktur-udviklingen inden for mælkeproduktionen. Men som for jord gælder det, at så længe der er et positivt afkast til produktionsrettigheder, vil produktionen blive opretholdt på det nuvæ-rende niveau. Det står ikke klart, hvor meget foderpriserne kan stige, før mælkekvoterne mister deres markedsværdi, og produktionen evt. begynder at falde. Noget væsentligt fald i mælkeproduktionen skal man dog næppe forvente, selvom afgrødepriserne skulle vise sig at stige markant. Der ses for tiden betydelige stigninger i mælkeprisen, som mere eller mindre vil være i stand til at bevare rentabiliteten i produktionen.

Det forventes, at EU's kvoteordning for mælk vil blive gradvist afviklet med endeligt bort-fald i 2014. Frem til 2014 forventes mælkekvoten at blive forhøjet løbende. Det er ensbety-dende med, at (markeds)værdien af produktionsrettigheder efterhånden vil falde til nul. Om kvoteprisen vil falde til nul inden 2014, afhænger af rentabilitetsudviklingen i mælkeproduk-tionen. Prisen på mælkeprodukter er som nævnt steget kraftigt det sidste par år. Som vist i figur 2.1 i kapitel 2 er der forventninger om, at prisen på mælkeprodukter fortsat vil ligge på et højt niveau i de kommende år. Kvoteprisen i Danmark er højere end i en række andre EU-lande. Det er ensbetydende med en forholdsvis høj konkurrenceevne inden for dansk mælke-produktion. Sammenholdt med forudsætningerne om relativt høje mælkepriser fremover giver det grund til at antage, at den danske mælkeproduktion fortsat vil ligge på niveau med landekvoten – også ved et højere foderprisniveau.

3.6 Beskæftigelseseffekter

Der er som sagt ikke gennemført modelanalyser af de mulige beskæftigelsesvirkninger af en udbygning af biomasseproduktionen i Danmark, men der kan udledes nogle overordnede konklusioner på grundlag af ovenstående gennemgang af prisdannelse og forventet produktionsudvikling. For varer som korn og raps har ændret anvendelse af produkterne ikke nogen beskæftigelseseffekt i primærproduktionen. Heller ikke en ændret afgrødesammensætning (i retning af mere raps) kan forventes at give mærkbare beskæftigelsesmæssige effekter. Op-hævelse af braklægningskravet kan forventes at give en mindre aktivitetsforøgelse inden for planteproduktionen. For den animalske produktion må tendensen forventes at være den modsatte. Selvom der ikke umiddelbart er grund til at forvente en væsentlig produktionsnedgang, vil en tilpasningsperiode med forringet rentabilitet som følge af højere foderpriser formentlig fremskynde strukturudviklingen. En hurtigere afgang af mindre effektive producenter må forventes at reducere beskæftigelsen i husdyrproduktionen, men i beskedent omfang i forhold til den ”naturlige” afgang.

Etableres der anlæg til bioethanolproduktion i Danmark, vil det give anledning til en vis forøgelse af beskæftigelsen, idet forarbejdningsgraden for korn vil blive forøget. Det forudsætter naturligvis, at den øgede efterspørgsel på korn til indenlandsk anvendelse ikke fortrænger andre anvendelser, primært i form af animalsk produktion. I et åbent marked med fri prisdannelse giver det ikke mening at tale om mangel på korn i absolut forstand. Den animalske produktion vil altid kunne få dækket sin efterspørgsel på foderstoffer til de priser, der gælder på det europæiske marked plus transportomkostninger. Som tidligere nævnt kan man dog forestille sig, at etablering af en større bioethanolproduktion på de østlige øer, der har kornoverskud, vil resultere i en mindre regional prisstigning på Sjælland og Lolland-Falster. Det vil reducere rentabiliteten i husdyrproduktionen i dette område, men da priseffekten vil være beskedent og husdyrtætheden i forvejen er lav, vil en eventuel nedgang i husdyrproduktionen formentlig være ret begrænset.

Alt i alt kan der næppe forventes større beskæftigelseseffekter af øget anvendelse af internationalt handlede råvarer til biobrændstof. En nettoforøgelse af den landbrugsrelaterede beskæftigelse kan derimod opnås ved øget udnyttelse affaldsprodukter til energiproduktion. Det drejer sig først og fremmest om husdyrgødning og halm. På grund af høje transportomkostninger vil der især være tale produktions- og beskæftigelseseffekter i lokalområder. Det vil kræve modelberegninger at vurdere det samlede beskæftigelsespotentiale i en forøgelse af sådanne aktiviteter.

Indblandingskrav giver usikkerhed om samfundsmæssige omkostninger

Vi vil slutte dette kapitel af med overvejelser om det hensigtsmæssige i at benytte iblandingskrav som styringsinstrument i biobrændstofpolitikken. Som nævnt indebærer iblandingskravet en forbrugerbetalt støtte til biobrændstof, der i modsætning til afgiftsfritagelse

ikke er begrænset størrelsesmæssigt. Denne form for subsidiering belaster ikke (direkte) de offentlige budgetter, men samfundsmæssigt er der naturligvis tale om en omkostning uanset finansieringskilden. Der er imidlertid en væsentlig forskel på at give støtte i form af afgifts-fritagelser mv. på den ene side og faste iblandingskrav på den anden. Det drejer sig primært om usikkerhed med hensyn til størrelsen af de samfundsmæssige omkostninger ved reguleringen.

Ved afgiftsfritagelse er tilskudsbeløbet pr. enhed bestemt på forhånd, mens der vil være usikkerhed om de mængdemæssige effekter af tilskuddet og dermed også de budgetmæssige konsekvenser. Denne usikkerhed repræsenterer dog ikke nødvendigvis et efficiensproblem set fra en samfundsmæssig synsvinkel. Lad os antage, at afgiftslettelsen er fastsat efficient⁹² ud fra samfundsmæssige overvejelser. En afgiftsreduktion kan betragtes som efficient, hvis den svarer til den samfundsmæssige værdi den CO₂-reduktion, som anvendelse af den givne type biobrændstof giver anledning til, samt evt. et tillæg for værdien af reduceret olieafhængighed. Er denne betingelse opfyldt, er der ud fra en samfundsmæssig betragtning ikke grund til at bekymre sig om, hvordan afgiften virker mht. mængdeændringer. At lade markedsadfærden bestemme dette er netop den efficiensmæssige fordel ved finansielle styringsinstrumenter. Stiger omkostningerne ved anvendelse af biobrændstof – f.eks. på grund af stigende landbrugspriser – vil forbruget falde, såfremt olieprisen er uændret. Hvis størrelsen af afgiftslettelsen er fastsat ud fra ovennævnte optimalitetskriterier, er dette i overensstemmelse med samfundsmæssige efficienshensyn, idet andre CO₂-reduktionsmuligheder er blevet relativt billigere. Iblandingsprocenten vil altså variere i takt med ændringer i omkostningsrelationerne, primært mellem landbrugsprodukter på den ene side og fossile olieprodukter på den anden.

I modsætning til afgiftslettelser er iblandingskrav et kvantitativt styringsinstrument, der sikrer et bestemt mængdemæssigt udfald af den gennemførte regulering. Det opfattes ofte som et positivt aspekt ved denne form regulering, men ulempen er, at de samfundsmæssige omkostninger kan være vanskelige at forudse. Højere priser på korn og oliefrø betyder alt andet lige større samfundsmæssige omkostninger ved substitution af fossilt brændstof med biobrændstof. Denne omkostningsforøgelse vil blive væltet over på forbrugerne i form af stigende brændstofpriser. Det vil give en vis mængdemæssig effekt i form af reduceret efterspørgsel, men der er ingen indbygget mekanisme, som sikrer, at den indirekte afgiftsbelastning af forbrugerne ligger inden for rammerne af det samfundsmæssigt efficiente. Stærkt

⁹² Med en *efficient afgiftslettelse* menes der en afgiftslettelse af en størrelse, der afspejler den samfundsmæssige skyggepris på CO₂-udledning i Danmark. Den samfundsmæssige skyggepris er de marginale samfundsmæssige omkostninger pr. ton CO₂-reduktion ved opfyldelse af Danmarks reduktionsforpligtelser under Kyoto-aftalen, sådan som den er udmøntet i EU-sammenhæng. Den enkleste tilgang til identifikation af en relevant skyggepris er prisen på CO₂-kvoter på det europæiske kvotemarked. Den pris, som CO₂-kvoter kan købes/sælges til, repræsenterer den samfundsmæssige værdi for Danmark af et ton større/mindre CO₂-udledning. Ud over CO₂-reduktion kan der være andre samfundsmæssige hensyn som f.eks. forsyningssikkerhed.

stigende priser på korn og oliefrø vil kunne øge CO₂-reduktionsomkostningerne ved anvendelse af biobrændstof langt ud over de marginale reduktionsomkostninger ved andre tiltag til nedbringelse af CO₂-udledningen. Samtidig bidrager tvungen iblanding til stigende priser på landbrugsprodukter, uden at der er en indbygget bremsefunktion i form af reduceret efterspørgsel efter biobrændstof ved stærkt stigende landbrugspriser.

Et styringsinstrument som faste iblandingskrav virker umiddelbart attraktivt i kraft af, at den mængdemæssige effekt i form af en politisk fastsat fortrængning af fossilt brændstof er sikret. Politisk opfattes det formentlig også som attraktivt, at de offentlige budgetter ikke belastes væsentligt af ordningen. Set fra en samfundsmæssig synsvinkel kan ulemperne imidlertid overskygge fordelene. Det vil gøre sig gældende ved stærkt fluktuerende priser på landbrugsråvarer og olie, og specielt i en situation hvor der er opadgående prispress på landbrugsprodukter. Her vil et ufleksibelt instrument som faste iblandingskrav kunne øge prispresset ud over det, der kan betragtes som samfundsmæssigt ønskeligt eller acceptabelt.

3.7 Forslag til en alternativ løsning

Der er naturligvis grænser for Danmarks politiske råderum i relation til biobrændstofpolitikken inden for EU, men vi vil alligevel forsøge at skitsere et mere hensigtsmæssigt styringsinstrument end fast iblandingskrav.

Grundlæggende er der behov for at skelne mellem miljøbegrundede og fiskalt begrundede afgifter. Det primære formål med sidstnævnte er at generere et provenu til staten, mens det primære formål med miljøafgiften er adfærdsregulering – f.eks. i form af incitamenter til reduceret forbrug af fossil energi. Fossile energikilder er pålagt en CO₂-afgift, der er miljøbegrundet. Derudover er energi til privat forbrug pålagt betydelige fiskalt begrundede afgifter. Det gælder ikke mindst motorbrændstof. Uanset det primære formål har en afgift selvfølgelig både en provenuvirkning og en adfærdspåvirkning (medmindre der er tale om en vare med fuldstændig prisuelastisk efterspørgsel). Alligevel er der grund til at skelne mellem de to afgiftsformål, når det drejer sig om energiregulering.

En efficient energiafgiftspolitik kræver, at CO₂-neutrale energikilder fritages for CO₂-begrundede afgifter, mens disse energikilder bør pålægges de samme fiskalt begrundede afgifter som fossile brændstoffer. I modsat fald vil der opstå forvriddinger, idet en fuldstændig afgiftsfritagelse ville svare til en subsidiering af CO₂-neutrale energikilder (langt) ud over det, CO₂-reduktionen berettiger.

Dette princip rejser naturligvis spørgsmålet om, hvordan man i praksis kan fastsætte størrelsen af en samfundsmæssigt efficient CO₂-afgift. Principielt drejer det sig om at finde frem til den relevante samfundsmæssige skyggepris på CO₂. Et oplagt valg af en samfundsmæssig CO₂-skyggepris er den forventede CO₂-kvotepris på længere sigt, idet kvoteprisen repræsenterer

terer alternativomkostningerne for det danske samfund ved udledning af drivhusgasser. Biobrændstof bør derfor som minimum fritages for afgifter i et omfang, der svarer til den samfundsmæssige værdi af den opnåede nettoreduktion i CO₂-udledningen. Da en af begrundelserne for fremme af biobrændstof er reduceret olieafhængighed, bør der yderligere gives afgiftseftelser svarende til den samfundsmæssige værdi af dette element. Det sidste afgiftselement findes der næppe objektive kriterier for at fastsætte. Her må størrelsen af afgiftseftelsen i givet fald baseres på en politisk vurdering af, hvor meget reduceret olieafhængighed er værd.

Den skitserede løsning forudsætter altså, at der fastsættes en afgiftseftelse for biobrændstoffer, som repræsenterer den samlede samfundsmæssige værdi af, at disse brændstoffer fortrænger en del af det fossile motorbrændstof. At bestemme størrelsen af en sådan afgiftseftelse vil naturligvis være forbundet med en række usikkerheder, og det vil ikke være muligt at sikre et bestemt mængdemæssigt resultat af reguleringen. Fordelen ved anvendelse af et finansielt reguleringsinstrument er, at de samfundsmæssige omkostninger ved ordningen kan forudses og bestemmes politisk.

Kapitel 4 Biomasseteknologier til produktion af bioenergi

Uffe Jørgensen, Peter Sørensen & Anders Peter Adamsen, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet samt Morten Gylling & Kurt Hjort-Gregersen, Fødevarerøkonomisk Institut

4.1 Indledning

I dette kapitel beskrives en række forskellige biomasseteknologier, idet deres fordele og ulemper, råvarekrav og kommercielle niveau fremhæves. Derefter diskuteres grundlaget for at vælge mellem teknologierne.

Anvendelsesmulighederne for bioenergi er meget brede, idet der kan produceres varme, elektricitet eller biobrændstof enten med simpel velkendt teknologi som f.eks. brændeovne, eller i store højteknologiske anlæg, f.eks. til fremstilling af syntetiske biobrændstoffer via forgasning. Da biomasseråvarerne er meget forskellige med hensyn til vandindhold, biologisk omsættelighed, densitet med mere, findes der et meget bredt spektrum af teknologier, som bør inddrages ved en samlet analyse af, hvordan biomasseenergi udnyttes optimalt.

Der foregår for tiden en heftig diskussion af, hvilke teknologier der skal satses på dels på kort, dels på længere sigt. Der skal således tages stilling til, om den hidtidige danske strategi for udnyttelse af biomasse til varme og kraftvarme skal fortsætte, eller om der skal arbejdes på at konvertere biomasse til flydende brændstoffer til transportsektoren, således som EU har pålagt Danmark. Som beslutningsgrundlag for dette valg og for hvilke drivmiddelspor, der i givet fald skal satses på, er der i sommeren 2007 fremlagt en høringsversion af en rapport fra et tværministerielt udvalg⁹³. Rapporten har allerede været grundlag for heftig diskussion⁹⁴, og der er således endnu langt fra konsensus om, hvilken retning der skal vælges. Det vil da formodentlig også blive sådan, at der vil ske udvikling i forskellige teknologisor, som kan supplere hinanden ved at kunne udnytte forskellige typer af biomasse.

I debatten skelnes der ofte mellem 1. og 2. generations teknologier. Der findes ikke nogen entydig definition af begreberne, der oftest benyttes kvalitativt til at promovere nogle teknologier frem for andre. Det der normalt forstås ved 2. generations teknologi, er teknologi, som bedre kan udnytte restprodukter, og som er mere energieffektiv end 1. generations teknologi. Endelig er 3. generations teknologier så småt kommet på dagsordenen. Det kan være tekno-

⁹³ Energistyrelsen, 2007. Alternative drivmidler i transportsektoren. Udkast til rapport fra den tværministerielle arbejdsgruppe om alternative drivmidler i transportsektoren.

⁹⁴ Wittrup, S., 2007. Rapport giver tågede svar om fremtidens bilbrændstoffer. Ingeniøren 31/8.

logier, der endnu langt fra er kommercialiserede og som måske vil kræve nye infrastrukturer^{95,96}.

Generationsbegrebet stammer fra ethanolteknologien, hvor 2. generations bioethanol dækker over teknologi, der kan udnytte cellulose og evt. hemicellulose og ikke kun sukker og stivelse. Biogasteknologi er ligeledes velegnet til at omsætte restprodukter, men bliver alligevel ofte betegnet som 1. generations teknologi, fordi det er en gammelkendt teknologi, der ikke afløser noget andet. Vi finder således ikke, at generationsbetegnelserne har en god informationsværdi, og har derfor ikke brugt betegnelserne i gennemgangen af alle bioenergiteknologierne.

Den mangeårige fokus på udvikling af vedvarende energi i Danmark har skabt grundlag for en stor eksport af energiteknologi, og fra 1992 til 2005 er værdien steget fra 5 til 32 mia. kr. årligt⁹⁷. Hermed udgør energiteknologiens andel af den samlede danske eksport nu 7,1 %. Selvom vindmøllerne udgør en stor andel heraf, er eksport af biomasseteknologi også af væsentlig betydning og har et stort udviklingspotentiale⁹⁸. Dansk biomasseteknologi er på en række områder i front, og et væsentligt argument for en satsning på forskning og udvikling på området er således muligheden for teknologiekseport til et eksponentielt stigende verdensmarked.

Der sker for tiden en rivende teknologisk udvikling indenfor vedvarende energi, og der dukker hele tiden nye ideer og teknologispør frem. Derfor kan der godt være specifikke teknologier, som ikke er nævnt i det følgende. De teknologier der i det følgende vil blive behandlet er: Direkte afbrænding til varme og kraftvarme; termisk forgasning; omsætning af biomasse til brint; biogas; biomass to liquid (BtL); ethanol; rå planteolie og biodiesel.

4.2 Direkte afbrænding til varme og kraftvarme

Fordele og ulemper ved direkte afbrænding

Fordele

- Kommercielt tilgængelig og velkendt teknologi
- Privatøkonomisk konkurrencedygtig
- Højt nettoenergiudbytte (hvis varmen kan udnyttes)

Ulemper

- Kan ikke udnyttes i transportsektoren (elbiler dog en mulighed)

⁹⁵ Mabee, W.E., Saddler, J.N., Nielsen, C., Nielsen, L.H. & Jensen, E.S., 2006. Renewable-based fuels for transport. *Risø Energy Report 5*, 47-50.

⁹⁶ Skøtt, T., 2007. Tredje generations biobrændstoffer. *Forskning i Bioenergi 4* (21), 1-3.

⁹⁷ Energistyrelsen, 2006. Eksport af energiteknologi og energirådgivning i år 2004.

⁹⁸ Nielsen, K., 2005. Sektoranalyse for husdyrgødning og biomasseteknologi. Center for Bioenergi og Miljøteknologisk Innovation.

- Forholdsvis lave el-virkningsgrader ved kraftvarmeproduktion
- Ofte høje emissioner fra små anlæg (brændeovne)

Teknik til direkte afbrænding

Afbrænding af biomasse for at opnå varme er den ældste og mest velkendte udnyttelsesmetode. En simpel teknologi der stadig er meget udbredt i form af brændeovne og -fyr. Der er dog sket et stort arbejde i de seneste år med at forbedre energiudnyttelsen og minimere emissionerne fra disse små, decentrale enheder. Træpillefyr er en anden decentral teknologi til varmeproduktion, som har gennemgået en kraftig teknisk udvikling og opnået en stor markedsandel i de seneste år. De nyeste træpillefyr kan drives med næsten lige så lidt pasning som oliefyr⁹⁹.

Decentral kraftvarmeproduktion er vanskelig at opnå økonomi i ved traditionel dampteknologi, idet det kræver store anlæg, og der arbejdes derfor med at udvikle forgasningsteknologier hertil (se afsnit 2.2). Helt små, decentrale kraftvarmeanlæg (gårdanlæg, landsbyvarme) har hidtil ikke været aktuelle, fordi kraftproduktionen kræver for meget styring og pasning. Der er dog udviklet enkelte decentrale anlæg baseret på den såkaldte Stirling-teknologi¹⁰⁰, der er meget robust og dermed ikke kræver megen pasning. Selvom el-virkningsgraden af Stirling-motorer er noget mindre end for centrale kraftvarmeanlæg, har det værdi at kunne omsætte en del af energien ved decentral varmeproduktion til elektricitet.

På større centrale fjernvarmeanlæg og ikke mindst på kraftvarmeanlæg er der ligeledes sket en kraftig teknologiudvikling, som har bidraget til at øge virkningsgraden og reducere omkostningerne. Der er ikke et særligt stort procesenergiforbrug ved direkte afbrænding, og derfor kan der opnås høje nettoenergiudbytter. Danmark har været det land i verden, som har fokuseret mest på at udnytte halm til kraftvarme. Det er en vanskelig opgave, fordi halm er et aggressivt brændsel, der kan forårsage kraftig korrosion af kedlerne. Det er på trods heraf lykkedes at udvikle fuldskala halmfyrede kraftvarmeanlæg, der fungerer tilfredsstillende, og som kan bidrage til teknologiekspert¹⁰¹.

Råvaregrundlag til direkte afbrænding

Til direkte biomasseafbrænding anvendes faste og forholdsvis tørre brændsler, såsom træ, træpiller og halm. Træ kan dog afbrændes med op til 50-60 % vand i fjernvarmeanlæg, og hvis der er installeret røggaskondensering, genindvindes den energi, der går til at fordampe det høje vandindhold. De lokalt tilgængelige ressourcer af træ og halm kan suppleres med import (hvilket i høj grad er tilfældet med træpiller) eller med dyrkning af deciderede energi-afgrøder.

⁹⁹ Skøtt, T., 2006. Fremtidens stokerfyr. Dansk Bioenergi 85, 21.

¹⁰⁰ Se f.eks. www.stirling.dk

¹⁰¹ Energistyrelsen, 2005. Energiteknologier - tekniske og økonomiske udviklingsperspektiver. Teknisk baggrundsrapport til Energistrategi 2025.

Fiberfraktionen fra husdyrgødning (eller evt. hele gødningen) er en potentiel råvare til afbrænding, som er kommet i fokus i forbindelse med planerne om bygning af et stort biogas-anlæg ved Måbjerg. Det har hidtil ikke været lovligt at afbrænde husdyrgødning (eller dele heraf), men nylige lovændringer har gjort det muligt (se kap. 7). Der er dog stadig meget strenge krav til emissionskontrol ved afbrænding af husdyrgødning, som ikke gælder for anden biomasse, hvilket fordyrer udnyttelsen.

Kommercielt niveau og udviklingspotentiale for direkte afbrænding

Danske og udenlandske producenter markedsfører på kommercielle vilkår udstyr til produktion af varme og kraftvarme af træ, træpiller, træflis og halm. Priserne på især træpiller er steget gennem de senere år på grund af den øgede efterspørgsel. Derfor foregår der i dag import af både flis og træpiller. Produktion og anvendelse af dansk skov- og pileflis i varmesektoren vil kunne øges ved et friere brændselsvalg i varmesektoren end hidtil. Det er vanskeligt at give konkrete skøn for potentialet, eftersom det afhænger af markedssiden, men selv for halm kan andelen øges, eftersom mange landmænd i dag vælger at snitte og nedmulde halmen.

En hidtil upåagtet ressource i dansk sammenhæng er forbrænding af fiber fra separeret afgasset gylle fra biogasgård- og fællesanlæg. I regeringens energistrategi lægges op til en udbygning med 3 nye, store biogasanlæg om året. Alle disse anlæg vil med stor sandsynlighed omfatte separering af den afgassede gylle, med henblik på afsætning af fiberen. Fibermængden udgør ca. 10 % af den separerede mængde. En satsning på forbrænding af separerede afgassede gyllefibre vil derfor, ud over at udgøre et energipotential, få en betydelig stimulerende effekt på udbygningen med biogasanlæg. Hertil kommer en reduktion af kvælstofudvaskningen i de berørte områder (se kap. 6). Analyserne tyder imidlertid på¹⁰², at det er nødvendigt med meget store anlæg af hensyn til økonomien. Energistyrelsen har peget på, at det kan være vanskeligt at finde tilstrækkeligt store varmemarkeder for så store anlæg. Det vil derfor muligvis forudsætte omstilling af eksisterende kedler, eller etablering i forbindelse med nye energitunge industrier. Teknologien er kommerciel, men ikke anvendt i Danmark.

4.3 Termisk forgasning

Fordele og ulemper ved termisk forgasning

Fordele

- Giver højere elvirkningsgrad end direkte afbrænding
- Næsten alle former for fast biomasse kan udnyttes til forgasning
- Problemer med kedeltæring kan reduceres i forhold til ved traditionel forbrænding

¹⁰² Fødevarerministeriet, 2005. Rapport fra arbejdsgruppen om afbrænding af fraktioner af husdyrgødning. www.fvm.dk.

Ulemper

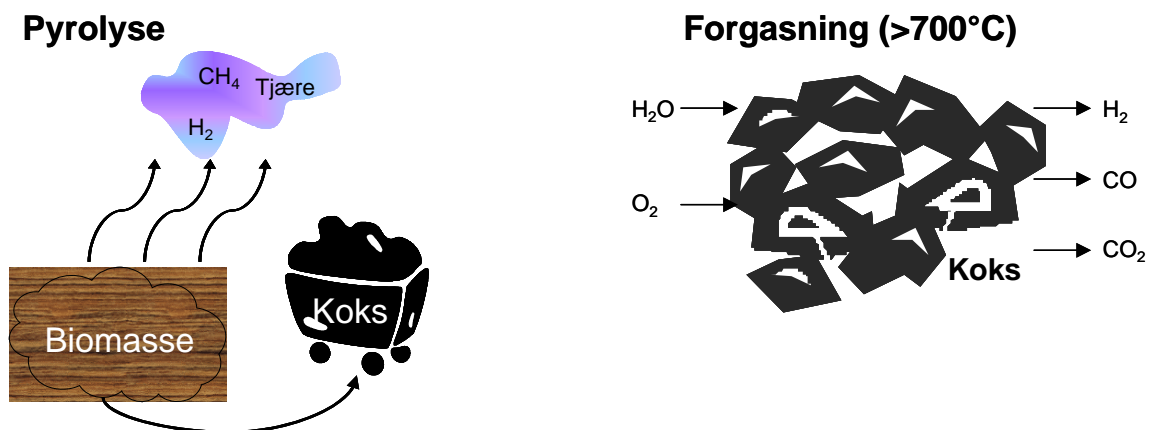
- Metoden er stadig relativ dyr
- Teknikken har givet mange problemer under udviklingen

Teknik til termisk forgasning

Termisk forgasning er en gammelkendt proces (f.eks. gengasgeneratorer på biler under 2. verdenskrig), hvor den flygtige gasformige del af et fast brændsel adskilles fra en fast kulholdig koksdel. I første del af processen, der også kaldes for pyrolyse (Figur 4.1), opvarmes organisk materiale uden tilstedeværelse af ilt. Ved den efterfølgende termiske forgasning opvarmes den dannede tjære og koks yderligere til høj temperatur (700-2000 °C). Derved omdannes organisk materiale til en brændbar gas, der primært består af brint, kulmonoxid, metan og kuldioxid samt tjære.

Gassen kan efterfølgende anvendes i motor/generatoranlæg, der producerer elektricitet og varme. I større anlæg kan gassen endvidere anvendes i gasturbine, hvor der kan opnås en relativ høj el-virkningsgrad. Ved rensning og forædling af gassen vil den kunne anvendes til motorkøretøjer (se afsnit 4.7).

Figur 4.1 Princip ved pyrolyse (iltfri opvarmning) og efterfølgende termisk forgasning af biomasse



Kilde: eget design

Råvaregrundlag for termisk forgasning

Til termisk forgasning kan anvendes et bredt spektrum af faste biomasser som træ/træflis, halm og fast husdyrgødning. Forgasning har hidtil mest været anvendt til træ og halm, men prøveanlæg med processen "Lav Temperatur Cirkulerende Fluid Bed" (LT-CFB) har vist sig velegnet også til behandling af f.eks. husdyrgødning¹⁰³.

¹⁰³ Stoholm, P., 2007. Forgasning af besværlige biobrændsler. Forskning i Bioenergi 20, 8-10.

Kommercielt niveau og udviklingspotentialer for termisk forgasning

Der findes både danske og udenlandske virksomheder, der markedsfører forgasningsanlæg på kommercielle vilkår. Men det helt store gennembrud mangler fortsat, i hvert fald i Danmark. Forgasingsteknologien har en særlig fordel ved, at der i princippet kan anvendes en meget bred vifte af organisk materiale, herunder problematiske affaldstyper. Hertil kommer, at gassen kan anvendes til kraftvarmeproduktion, og har dermed særlig interesse i energistrategisk sammenhæng. Det gælder også ovennævnte LT-CFB forgasser, der sandsynligvis også vil kunne forgasse fiber fra afgasset separeret gylle, der er en hidtil upåagtet ressource i dansk sammenhæng til kraftvarmeproduktion. En satsning på forgasning og kraftvarmeproduktion af separerede afgassede gyllefibre fra biogasgård- og fællesanlæg vil derfor, ud over at udgøre et væsentligt potentiale for kraftvarmeproduktion, få en betydelig stimulerende effekt på udbygningen med biogasanlæg. Hertil kommer en reduktion af kvælstofudvaskningen og fosforoverskuddet i de berørte områder. En LT-CFB forgasser vil i givet fald blive etableret i forbindelse med et eksisterende kraftværk i stor skala, hvor det nødvendige system til varmedistribution allerede er tilstede. LT-CFB forgasseren har fungeret i pilotskala og søges nu etableret som demonstrationsanlæg.

Firmaet Samson Bimatech markedsfører et gårdanlæg til termisk forgasning af gyllefibre. Anlægget kan både separere gylle og producere tørret fiber, der anvendes til varmeproduktion efter forgasning (lokal varmeanvendelse).

4.4 Omsætning af biomasse til brint

Fordele og ulemper ved omsætning af biomasse til brint

Fordele

- Brint fremstillet ud fra biomasse bidrager til at inddrage vedvarende energi i ”brint-samfundet”
- Brint har mange forskellige anvendelsesmuligheder, bl.a. i transportsektoren
- Bredt råvaregrundlag

Ulemper

- Processerne er stadig på forsknings- og udviklingsstadiet
- Problemer med lagring af brint
- Uvist om processerne kan udvikles tilstrækkeligt økonomisk konkurrencedygtige

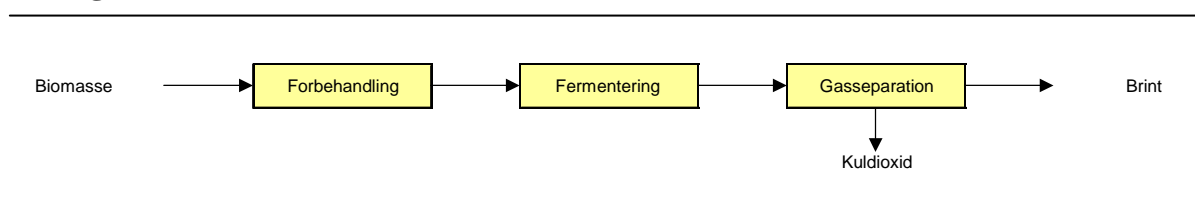
Teknik til omsætning af biomasse til brint

Brint kan bl.a. produceres ud fra strøm fra vindmøller, når der er overskudsproduktion. Men der er også muligheder for at producere brint eller brintbærende stoffer (f.eks. methanol eller

metan) ud fra biomasse. Der arbejdes med en række forskellige procesveje dels biologiske, dels termokemiske¹⁰⁴.

Ren brint kan produceres biologisk ved omsætning af biomasse ved hjælp af bakterier og/eller alger. Nogle mikroorganismer kan udnytte lys som energikilde til processen, mens andre henter procesenergien fra biomassen. Termokemisk omsætning kan ske ved en termisk forgasning, hvorfra brinten kan oprensnes. Der vil altid være et vist energitab ved omsætningen.

Figur 4.2 Skematisk procesforløb for produktion af brint ved fermentering med mikroorganismer



Kilde: eget design

Da ren brint kan være vanskelig at lagre, kan det være relevant at producere brintbærende stoffer, der med fordel kan anvendes direkte i brændselsceller. Brintbærere kan være metan, methanol eller dimethylether (DME), som kan produceres ved bioforgasning (se afsnit 4.6) eller ved termisk forgasning af biomasse (se afsnit 4.4) og efterfølgende katalytisk syntese (se afsnit 4.7). De brintbærende stoffer kan derefter omdannes til brint på en ”brinttankstation”, men kan også bruges direkte i nogle typer brændselsceller.

Brintproduktion kan således foregå på centrale eller decentrale anlæg. Brændselsceller til omsætning af brint fungerer i princippet ligesom et batteri, der dog ikke skal lades op, men tilføres brændstof i form af brint eller brintbærende stoffer. Ved omsætning af ren brint dannes elektricitet og vanddamp. I princippet kan denne omsætning ske med meget høje elvirkningsgrader, men i praksis er det svært at opnå meget over 50 % virkningsgrad. Der forskes intensivt i udvikling af brændselsceller, og der arbejdes i flere spor, bl.a. i lavtemperatur- og højtemperaturceller¹⁰⁵.

Råvaregrundlag for omsætning til brint

Da brint kan produceres både i en våd proces ved mikrobiologisk omsætning og ved termisk forgasning, kan i princippet alle typer biomasse omsættes til brint. Afgørende for råvareval-

¹⁰⁴ Mogensen, M. Jensen, E .S. & Aasberg-Petersen, K., 2004. Technologies for producing hydrogen. I: Risø Energy Report 3.

¹⁰⁵ Teknologirådet 2004. Energikatalog – teknologier der udnytter vedvarende energi.

get bliver hvilke processor, der kan udvikles mest effektivt set i relation til pris, kvalitet, tilgængelighed og miljøprofil for råvaren.

Kommercielt niveau og udviklingspotentialer for omsætning af biomasse til brint

Der produceres betragtelige mængder brint til industriel anvendelse, imens brint endnu ikke anvendes i energisektoren i kommerciel skala. Der er enkelte demonstrationsprojekter med køretøjer drevet af brændselsceller med brint som brændsel.

Der er en række forhold omfattende produktion, lagring, transport og distribution, hvor der skal ske betragtelig teknologisk udvikling, før anvendelse af brint i energisektoren kan nå et kommercielt stade. Samtidig skal også brændselscelleteknologien videreudvikles mod et prisniveau, der gør anvendelsen økonomisk konkurrencedygtig. På mellemlangt sigt kan brint have et stort potentiale som et forureningsfrit drivmiddel i køretøjer i tætbefolkede områder, men der vil som nævnt være en række barrierer af både teknisk og økonomisk karakter, der skal overvindes.

4.5 Biogas

Fordele og ulemper ved biogasproduktion

Fordele

- Kan udnytte energi i lavværdig biomasse (f.eks. med højt vandindhold)
- Næringsstofværdien af husdyrgødning øges
- Høj drivhusgasfortrængning ved udnyttelse af husdyrgødning
- Reduceret gyllelugt ved udbringning

Ulemper

- Energiudbyttet ikke så stort som ved afbrænding
- Relativt store transportomkostninger ved produktion af biogas på store fællesanlæg
- Lugt omkring anlæggene kan være et problem

Teknik til biogasproduktion

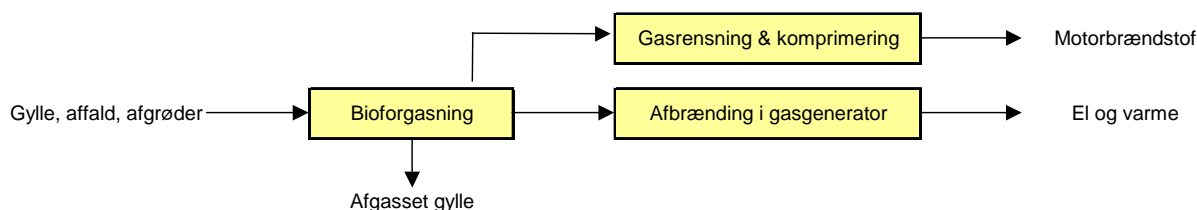
Ved lagring af husdyrgødning og andet organisk materiale under iltfrie (anaerobe) forhold dannes bl.a. gasserne metan og kuldioxid. Denne blanding af gasser kaldes også for biogas.

Metangasudviklingen sker under medvirken af forskellige typer mikroorganismer. Først sker en nedbrydning af organisk materiale til mere simple forbindelser, der derefter kan udnyttes af specialiserede metan-producerende bakterier. Processen er temperaturafhængig, og man skelner mellem mesofil drift (30-40 °C) og termofil drift (50-55 °C) af biogasanlæg. Mesofil drift har lavere proceshastighed end termofil drift, men er mere robust overfor eksempelvis højt ammoniakindhold. Ved biogasbehandling af gylle og andre tungtomsættelige materialer udnyttes kun en fraktion af biomassens energiindhold. Der arbejdes derfor intensivt med at

optimere processen, evt. via forbehandling, således at energiudbyttet kan øges. En anden mulighed er at fraseparere fiberfraktionen efter afgangning og afbrænde den.

Det er nemmest at håndtere flydende materiale ved biogasproduktion, da det kan omrøres og pumpes, og gylle og spildvandsslam udgør som regel grundsubstansen ved biogasproduktion i Danmark. Der skelnes mellem gård- og fællesbiogasanlæg. Fællesanlæg får leveret husdyrgødning fra flere landbrugsbedrifter og er normalt større anlæg.

Figur 4.3 Skematisk procesforløb for produktion af biogas



Kilde: eget design

Biogassen anvendes som regel til varmeproduktion eller kombineret el- og varmeproduktion. El-produktion kan ske med en gasdreven motor, der driver en el-generator. Der vil altid være en betydelig varmeproduktion, da motorgeneratoranlægget skal køles. En vis del af varmeproduktionen anvendes til opvarmning af reaktoren. Den bedste energiudnyttelse fås, hvor overskudsvarmen kan udnyttes året rundt, f.eks. i fjernvarmeanlæg.

Det er også muligt at bruge biogas til køretøjer efter en rensning og komprimering af gassen. Det kræver dog et ekstra energiforbrug at komprimere gassen, og det er forholdsvis dyrt. I flere af vores nabolande gennemføres denne opgradering dog, således at man på en række tankstationer kan købe biogas.

Råvaregrundlag for biogasproduktion

I Danmark er spildevand og gylle normalt det vigtigste udgangsmateriale ved biogasproduktion, men for at få økonomien i biogasanlæg til at hænge sammen, er det nødvendigt at tilføje andet organisk materiale til gylle. Nogle af de affaldstyper, der tilføres til biogasanlæg, er affald fra fødevarerindustrien, fiskeaffald, mave-tarmindhold fra slagterier samt fedt og slam fra rensningsanlæg. En anden mulighed kan være at tilføre plantemateriale, f.eks. kløvergræs eller ensilage. Denne mulighed anvendes dog kun på enkelte anlæg i Danmark i dag, mens der i Tyskland anvendes bl.a. majs og majsensilage som råvare i mange biogasanlæg.

Kommercielt niveau og udviklingspotentialer for biogasproduktion

Der findes både danske og udenlandske virksomheder, der kan levere biogasgård- og fællesanlæg på kommercielle vilkår. Der udnyttes i dag kun ganske få procent af husdyrgødningen

til biogasproduktion. Derfor er potentialet, for så vidt angår mængden af husdyrgødning, betydelig. Ved en meget stor udbygning med nye anlæg vil mængden af organisk affald, der er til rådighed, blive en begrænsende faktor, idet anlæggene indtil videre er økonomisk afhængige af tilsætning af affald. Det skyldes, at tørstofindholdet i gylle her i landet er for lavt til at biogasproduktion alene på dette grundlag er rentabel. Tørstofindholdet kan imidlertid hæves ved tilsætning af f.eks. fjerkrægødning og dybstrøelse. Det medfører dog også et øget indhold af næringsstoffer i den afgassede gylle, og medfører derfor ofte et behov for en efterseparering af den afgassede gylle, med efterfølgende afsætning af fiberfraktionen. Derfor kan det blive afgørende for udbygningen med biogasanlæg, om der etableres et eller flere store anlæg til enten forbrænding eller forgasning af fiberfraktionen. Endelig er det muligt at supplere gyllen med f.eks. majsensilage eller andre afgrøder. Med de nuværende rammebetingelser vurderes det imidlertid, at anvendelsen af energiafgrøder i danske biogasanlæg næppe vil få den helt store udbredelse.

Rammebetingelserne, især prisen for elektricitet produceret på biogas, har været stærkt omdiskuteret efter at afregningspriserne blev forringet som led i elreformen, der blev vedtaget i 1999 og gennemført årene derefter. Den usikkerhed om de økonomiske muligheder, der var følgen heraf, var medvirkende til at udbygningen med nye biogasanlæg gik i stå i begyndelsen af det nye årtusinde. Det vurderes derfor, at en betingelse for ny fremdrift på området er, at afregningsprisen for biogasproduceret el forbedres.

4.6 "Biomass to Liquid" (BtL)

Fordele og ulemper ved BtL

Fordele

- Produktion af flydende brændstof (methanol, DME, syntetisk diesel) ud fra træ, halm o.l.
- Fleksibel proces fremtidssikret til nye teknologier
- Meget rene brændstoffer med lave emissioner

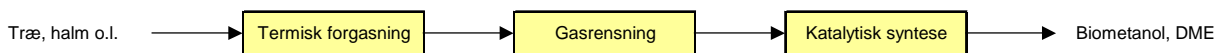
Ulemper

- Teknologien kræver endnu en del udvikling
- Procesøkonomi og samlet miljøprofil stadig usikker
- Kræver store centrale produktionsanlæg
- Kan kræve motormodifikationer

Teknik til BtL

Muligheden for at fremstille flydende brændstof ud fra lignocelluloseholdig biomasse bygger på gammelkendt teknologi til at fremstille flydende brændstof ud fra naturgas eller ud fra syntesegas af kul via den såkaldte Fischer-Tropsch proces. BtL fremstilles nemlig ved først at forgasse biomassen og efter en rensning at syntetisere et flydende brændstof.

Figur 4.4 Skematisk procesforløb for ”Biomass to Liquid”



Kilde: eget design

Der er mange mulige procesveje, og slutproduktet kan f.eks. være methanol eller dimethylether (DME). Begge stoffer kan fungere som brændstof til brændselsceller. I Danmark har Haldor Topsøe igennem en årrække opnået stor ekspertise i at fremstille og udnytte DME ud fra naturgas¹⁰⁶. DME kan benyttes som dieselbrændstof, men det kræver dog en vis motor-tilpasning.

Produktion af BtL er en højteknologisk proces, hvor økonomien vil være meget skalaafhængig. Produktionsanlæg for BtL må således forventes at blive store centrale anlæg.

Råvaregrundlag for BtL

Lignocelluloseholdige råvarer (træ, halm o.l.) er egnede til termisk forgasning, og BtL-processen giver således mulighed for at udnytte de store og forholdsvis billige ressourcer heraf til produktion af flydende brændstof. Det vil derfor i første omgang være den tekniske udvikling af processen samt procesøkonomien, der vil være begrænsende for dens udbredelse.

Halm er en vanskelig råvare at forgasse. Halm og andre ”vanskelige” råvarer kan derfor først behandles i en pyrolyseproces, hvorefter pyrolyseolien kan forgasses. Ved pyrolyseprocessen mindskes volumen og vægt af råvaren, og det er derfor en mulighed at gennemføre pyrolysen decentralt og transportere pyrolyseolien til centrale forgasnings- og synteseværker¹⁰⁷.

Kommercielt niveau og udviklingspotentialer for BtL

Den samlede proces fra forgasning af biomassen til anvendelse af et flydende brændstof i køretøjer er endnu ikke kommercielt udviklet. Dele af processen er dog udviklet til kommercielt niveau, f.eks. forgasning af biomasse (se afsnit 4.4) samt katalytisk syntese af naturgas til flydende brændsel. På grund af den høje kvalitet (stor renhed, lave emissioner) af BtL som brændstof og det brede råvaregrundlag til processen forventes den på EU-plan at komme til at stå for en væsentlig del af den fremtidige forsyning med flydende brændstoffer. Verdens første semikommercielle demonstrationsanlæg til produktion af 13.000 tons BtL-diesel årligt er planlagt færdiggjort i Tyskland i 2009.

¹⁰⁶ www.topsoe.com

¹⁰⁷ European Commission, 2005. Biomass - Green energy for Europe. http://europa.eu.int/comm/research/energy/pdf/biomass_en.pdf

Produktion af BtL er på det nuværende teknologiske udviklingsniveau stadig dyr, men det forventes, at fortsat teknologisk udvikling vil kunne gøre produktionen konkurrencedygtig med de andre teknologier til produktion af flydende brændstoffer.

4.7 Ethanol

Ethanol fremstillet ud fra fornybare biologiske materialer kaldes bioethanol. Ved fremstillingen anvendes kulhydrater (sukker, stivelse, cellulose mv.) der omsættes til ethanol og kuldi-oxid.

Kulhydrater kan inddeles i to grupper:

1. Let omsættelige kulhydrater (f.eks. sukker og stivelse)
2. Svært omsættelige kulhydrater (lignocellulose).

Fremstilling af ethanol ud fra sukker og stivelse er velkendte, og i Brasilien foregår en meget stor og kosteffektiv produktion af ethanol til energi på basis af sukkerrør, som det er vanskeligt at konkurrere med ved fremstilling ud fra sukkerroer. Derfor har EU indført importtold på ethanol. Ethanol-fremstilling ud fra celluloseholdige råvarer (såkaldt 2. generations teknologi) er derimod endnu ikke udviklet til et kommercielt niveau. I det følgende beskrives de to metoder hver for sig.

Ethanol ud fra sukker- og stivelseholdige råvarer (1. generations produktion)

Fordele og ulemper ved produktion af 1. generations ethanol

Fordele

- Velkendt teknologi og velkendte råvarer
- Ethanol iblandet benzin under 10 % kan uden videre anvendes i benzinmotorer
- Det proteinholdige biprodukt kan erstatte importeret proteinfoder
- Verdens to største producenter af enzymer (Novozymes og Genencor) til ethanol-fremstilling er danskejede

Ulemper

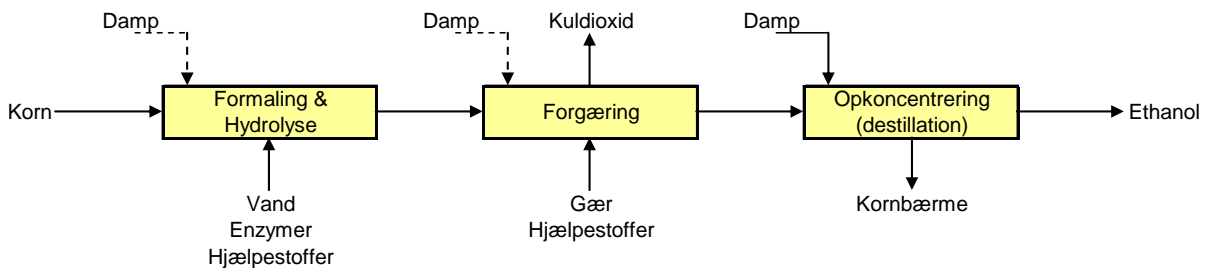
- Kræver højkvalitative råvarer (fødevarer)
- Stort energiforbrug i processen
- Kun svagt positiv energibalance

Teknik til 1. generation udvinding af ethanol

Det er ofte korn, der anvendes som råvare til 1. generations ethanol. I første processtrin formales kornet, og der tilsættes enzymer for at spalte stivelsen til forgærbart sukker. I næste trin tilsættes gær, der omsætter sukkeret til ethanol og kuldioxid. Resultatet er en opløsning med omkring 10 % ethanol, som opkoncentreres ved destillation til typisk 96 volumenprocent ethanol og en destillationsrest, kaldet kornbærme, med et højt proteinindhold. Korn-

bærme vil ofte blive tørret og solgt som dyrefoder. Tørret kornbærme ud fra majs kaldes ofte for DDGS (Distillers Dried Grains with Solubles).

Figur 4.5 Skematisk procesforløb for fremstilling af ethanol ud fra korn



Kilde: eget design

Af hensyn til størrelsesøkonomien produceres ethanol ud fra sukker og stivelse altid på store centrale anlæg. De bør placeres i tilknytning til eksisterende kraftværker, idet overskudsvarme herfra kan udnyttes til procesvarme i ethanolproduktionen. Især vil der kunne opnås en synergieffekt ved at placere et halmfyret kraftvarmeværk ved siden af et ethanolanlæg, idet kraftvarmeværket så vil kunne producere året rundt.

Råvaregrundlag for 1. generations produktion af ethanol

Råvarer er:

- stivelse (fra kartofler, korn og majs)
- sukker (sukkerroer og sukkerrør)
- melasse (restprodukt ved sukkerfremstilling)

Kommercielt niveau og udviklingspotentiale for 1. generations produktion af ethanol

Fremstilling af ethanol ud fra sukker, melasse og korn til anvendelse som motorbrændstof er fuldt kommercielt udviklet og foregår overvejende på store, moderne og energieffektive anlæg. EU's vejledende målsætning om en 5,75 % iblanding af biobrændstof i fossil benzin og diesel vil svare til et dansk ethanolforbrug på godt 230.000 m³ i år 2010. Det vil kunne dækkes af 1-2 bioethanolanlæg med et råvareforbrug på knapt 700.000 tons hvede (ca. 100.000 ha), hvilket er mindre end den mængde korn, der eksporteres i et normalt høstår. Udbyttet fra ca. 38.000 ha sukkerroer vil også kunne dække råvarebehovet.

Såfremt en dansk ethanolproduktion er økonomisk konkurrencedygtig, vil der dog samtidig være et stort eksportpotentiale til andre EU-lande – omvendt vil et dansk forbrug ikke nødvendigvis blive dækket af dansk produktion.

Det økonomiske potentiale i 1. generations ethanolproduktion er - ud over ethanolprisen - meget følsomt over for kornprisen og prisen på biprodukter (DDGS). Ved en hvedepris på 1000 kr./ton vil råvaren for et typisk anlæg udgøre omkring 70 % af de samlede driftsom-

kostninger. Produktionsøkonomien er derfor særdeles følsom overfor de markante prisstigninger på korn, der er forekommet på det seneste. Biproduktet DDGS kan erstatte soja i kvægfoderblandinger og vil, afhængig af priserne på soja og ethanol, typisk udgøre 20-30 % af det samlede salgsprovenu.

Ethanol ud fra celluloseholdige råvarer (2. generations produktion)

Fordele og ulemper ved produktion af ethanol fra cellulose

Fordele

- Ethanol iblandet benzin under 10 % kan uden videre anvendes i benzinmotorer
- Billige og miljøvenlige råvarer kan anvendes
- Verdens to største producenter af enzymer (Novozymes og Genencor) til ethanol fremstilling er danskejede

Ulemper

- Endnu ikke kommercielt færdigudviklet
- Kræver store anlæg og dermed store investeringer
- Kun svagt positiv energibalance

Teknik til fremstilling af ethanol fra celluloseholdige råvarer

Råvarer til processen er de såkaldte lignocelluloseholdige biomasser, som består af cellulose, hemicellulose, lignin (træstof) og kulhydrater. Cellulose består af glucose-enheder ligesom stivelse, men dets kemiske opbygning medfører, at det er mere resistent overfor kemisk og enzymatisk nedbrydning, og materialerne skal derfor oplukkes, inden de kan anvendes til ethanol fremstilling.

Omkring fibre er der hemicellulose og lignin. Lignin er ikke forgærbart, hvorimod hemicellulose er mere eller mindre forgærbart afhængig af dets kulhydratsammensætning. Lignin delen vil gå stort set uændret igennem fremstillingsprocessen, hvorefter den typisk vil blive afvandet og tørret til anvendelse som fast brændsel.

Ethanolproduktion på grundlag af celluloseholdige materialer er principielt den samme som ved stivelse (se figur 4.5), blot væsentlig mere kompliceret. Dels kræves der en kraftigere oplukning, dels vil den dannede ethanolopløsning være tyndere, og begge dele bidrager til at øge omkostningerne markant. Endvidere kan hemicellulose, som før nævnt, ikke omsættes af almindelig gær, hvilket betyder, at der skal anvendes genmodificeret gær eller bakterier, der kan omsætte pentoser, især xylose (sukkerstof der ikke kan forgæres af almindelig gær). Anvendelse af bakterier fordyrer processerne, idet bakterier er vanskeligere at håndtere end gær.

Af hensyn til størrelsesøkonomien forventes produktion af brændstofethanol ud fra lignocellulose at finde sted på store centrale anlæg.

Råvaregrundlag for ethanolproduktion fra cellulose

Råvarer kan være bagasse (restprodukt fra sukkerfremstilling ud fra sukkerrør), træ og halm. I Danmark er den mest oplagte råvare halm. Fiberfraktionen fra gylle er oftest inhomogen og indeholder en del aske, og er derfor næppe et godt råstof til ethanolproduktion. Endelig kan det være relevant at udnytte helsæd af hvede eller majs til ethanolproduktion, hvorved både de letomsættelige kulhydrater og den tungtomsættelige lignocellulose udnyttes. De dele, der ikke kan omsættes til ethanol, anvendes til procesenergi.

På grund af de forholdsvis store håndteringsomkostninger ved bjærgning og transport af halm i Danmark, er det en dyr råvare sammenlignet med træaffald eller bagasse i andre lande, hvor råvarerne ofte vil være til stede i store mængder til lave priser. Det betyder, at en produktion i Danmark skal være særdeles omkostnings- og energieffektiv for at være konkurrencedygtig.

Kommercielt niveau og udviklingspotentialer for ethanolproduktion fra cellulose

Der er så vidt vides ikke bygget fuldskalaanlæg endnu, men der er et par konkrete projekter i USA og Mellemamerika baseret på bagasse som råvare. Der foregår ihærdige forsknings- og udviklingsaktiviteter i adskillige lande. I USA er udvikling af biomassebaserede motorbrændstoffer højt prioriteret, og der tilføres særdeles store beløb til området. Eksempelvis har det amerikanske energiministerium finansieret Novozymes' udvikling af mere effektive og billige enzymer til at nedbryde cellulosedelen med ca. 15 mio. dollars. Der er planlagte anlæg i Canada og USA, men finansieringen er endnu ikke faldet på plads.

I Danmark har Elsam sammen med bl.a. Forskningscenter Risø og Landbohøjskolen i flere år arbejdet med et stort udviklingsprojekt (IBUS), der integrerer ethanolproduktion ud fra halm og kerner (eventuel som helsæd) med traditionel elproduktion på store anlæg. Dette vil give en bedre udnyttelse af energi, idet overskudsvarme kan indgå i ethanol fremstillingen¹⁰⁸.

Firmaet Biogasol planlægger opførelsen af et demonstrationsanlæg på Bornholm, der bygger på det såkaldte "Maxifuel" koncept, hvori bl.a. indgår xylosefermentering med termofile mikroorganismer og en biogasbehandling¹⁰⁹.

4.8 Rå planteolie

Fordele og ulemper ved udnyttelse af rå planteolie

Fordele:

- Ugiftigt brændstof med lidt bedre energiudbytte end biodiesel
- Lavteknologisk produktion med mulighed for decentral udnyttelse

¹⁰⁸ Bentsen, N.S., Felby, C. & Ipsen, K.H., 2006. Energy balance of 2nd generation bioethanol production in Denmark. Rapport fra IBUS-projektet.

¹⁰⁹ www.biogasol.dk

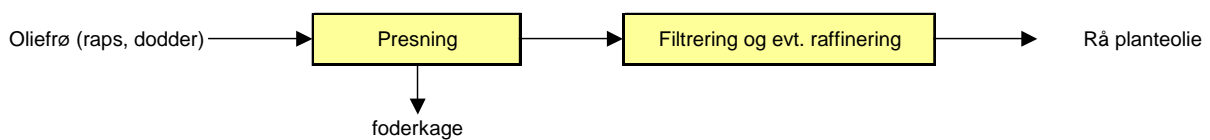
Ulemper

- Kræver motormodifikation
- Kræver særskilte tankanlæg
- Dyrkning af raps på brakarealer vil øge nitratudvaskning og pesticidforbrug

Teknik til udnyttelse af rå planteolie

Udnyttelse af rå planteolie i dieselmotorer eller oliefyr er i princippet meget enkel og kan foregå decentralt: Olieplantefrø (i Danmark oftest raps) presses til olie og pressekage. Olien filtreres og anvendes direkte i dieselmotor eller oliefyr. Der sker således ikke nogen kemisk konvertering af olien som ved biodieselproduktion, og olien kan i princippet stadig bruges som spiseolie.

Figur 4.6 Skematisk procesforløb for udnyttelse af rå planteolie



Kilde: eget design

Der er dog forskelle imellem de fysiske og kemiske egenskaber af diesellole og rå planteolie, som betyder at anvendelsen af planteolie ikke er helt så enkel. Først og fremmest er den rå planteolie tyktflydende ved lave temperaturer, hvilket kan kræve forvarmning af olien. Dieselmotorer skal derfor konverteres til planteoliedrift, og oliefyr kræver en særlig brænder samt evt. opvarmningsstav til olietanken for at kunne anvende rå planteolie.

Presseresten af frøene (rapskage med et større eller mindre restindhold af olie) kan anvendes som proteinfoder til køer, svin eller fjerkræ.

Råvaregrundlag for produktion af rå planteolie

På verdensplan findes mange forskellige olieplanter, som kan bidrage med olie til transport. I Danmark er det stort set kun raps, der har været udnyttet til olieproduktion. Rapsdyrkning er velkendt og veludviklet i Danmark. Flere andre beslægtede afgrøder i korsblomstfamilien kan dog også benyttes, f.eks. rybs, sennep eller dodder. Dodder kan måske være interessant at udvikle, fordi den synes at kræve færre input i form af sprøjtemidler og gødning end raps¹¹⁰. Der bør gå 4-5 år mellem rapsafgrøder på samme mark, men det vurderes, at der kan dyrkes ca. dobbelt så meget raps som i 2006 i dansk landbrug uden at skabe sædskifteproblemer¹¹¹.

¹¹⁰ Jørgensen, U. & Dalgaard, T., 2004. Energi i økologisk jordbrug. FØJO-rapport nr. 19.

¹¹¹ Thalbitzer, F., 2006. Rapsarealet kan fordobles i Danmark. Mark, Januar 2006, 10-13.

Kommercielt niveau og udviklingspotentialer for udnyttelse af rå planteolie

Teknisk set er anvendelsen af rå planteolie udviklet til kommercielt niveau og kan straks tages i anvendelse. Oliepresning foregår kommercielt på decentrale og centrale anlæg rundt omkring i landet. Konverteringskit til dieselmotorer kan bestilles fra det tyske firma Elsbett Motor¹¹², der gennemføres ombygningskurser i Danmark, og enkelte mekanikere har opnået ekspertise i ombygningen¹¹³. Der antages at være ca. 200 ombyggede dieselbiler og enkelte traktorer i Danmark.

Planteoliebilerne udgør således stadig en meget lille andel, hvilket bl.a. hænger sammen med, at man ikke kan tanke planteolie på danske tankstationer (det kan man mange steder i Tyskland¹¹⁴) og at der opkræves samme energifgift på planteolie som på diesel. Endvidere skal man være meget omhyggelig med at få en god olie kvalitet, da man ellers kan ødelægge motoren.

Så længe der ikke kan købes kvalitetssikret olie på almindelige tankstationer i Danmark, kan man næppe forvente, at en større andel af bilisterne vil konvertere deres biler. Det vil være mere realistisk i første omgang at indføre planteoliedrift i afgrænsede flåder, som f.eks. offentlige busser og tog eller i landbrugets traktorer, hvor man ikke er afhængig af optankning rundt omkring i landet. På Samsø, der er dansk VE-Ø, har man planlagt at omlægge busdriften og så vidt muligt også private dieselbiler og traktorer til at køre på rå planteolie.

Ved bygning af Skive kommunes nye rådhus er det planlagt, at producere el og varme bl.a. med dieselmotorer, som skal køre på rapsolie, og der forventes et årligt forbrug på ca. 100.000 liter olie¹¹⁵. En række institutioner som skoler, sports- og svømmehaller og lignende anvender også i dag rå planteolie som erstatning for fyringsolie.

Prisen på rå rapsolie (uden moms og afgifter) er i efteråret 2007 ca. 5 kr./l. Energiindholdet i rapsolie er 6-7 % lavere end i dieselolie, men ofte opnås samme motorydelse ved de to brændsler p.g.a. en mere effektiv forbrænding af planteolie.

4.9 Biodiesel

Fordele og ulemper ved udnyttelse af biodiesel

Fordele

- Biodiesel kan umiddelbart erstatte eller supplere fossilt baseret diesel
- Teknologien til fremstilling af biodiesel er kommercielt tilgængelig
- Lavere emissioner end ved afbrænding af diesel

¹¹² www.elsbett.com

¹¹³ se f.eks. www.dajolka.dk

¹¹⁴ se www.pflanzenoeltankstellen.de

¹¹⁵ Petersen, M., 2006. Skive kommune bygger næsten CO₂ frit rådhus. Plantekongres 2006, 380.

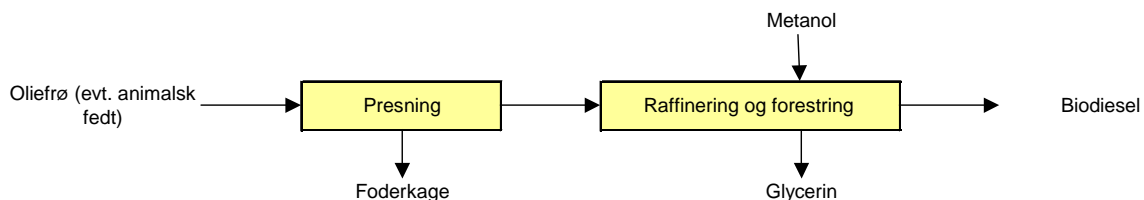
Ulemper

- Økonomien vanskelig uden afgiftslettelse
- Begrænset råvaregrundlag
- Dyrkning af raps på brakarealer vil øge nitratudvaskning og pesticidforbrug

Teknik til fremstilling af biodiesel

Biodiesel er betegnelsen for biologisk baserede olier, der ved en kemisk konvertering (forestring og udtræk af oliens glycerinindhold) er tilnærmet de funktionelle egenskaber for almindelig diesel. Bedst kendt er RME, Rapsoliens MetylEster. De fleste dieselmotorer kan umiddelbart køre på biodiesel. Biodiesel produceres normalt på middelstore procesanlæg.

Figur 4.7 Skematisk procesforløb for fremstilling af biodiesel



Kilde: eget design

Råvaregrundlag for produktion af biodiesel

Biodiesel fremstilles oftest ud fra planteolie, og i Danmark er der tale om rapsolie. Ifølge Dansk Landbrugsrådgivning anvendtes 70-80 % af den danske produktion af raps i 2006 til energi. Størsteparten går til fremstilling af rapsolie til biodiesel (med samtidig produktion af rapskage og glycerin). Biodiesel kan også fremstilles ud fra animalsk fedt, og DAKA har på basis af fedtfraktionen fra døde dyr igangsat etablering af et produktionsanlæg til ca. 50.000 tons biodiesel årligt, svarende til knapt 37 % af behovet for biodiesel til at opfylde ønsket om 5,75 % iblanding. DAKAs anlæg har mulighed for at udvides, således at produktionen kan fordobles¹¹⁶.

Kommercielt niveau og udviklingspotentialer for biodiesel

Biodiesel er fuldt kommercielt udviklet og har i en årrække været anvendt i bilparkerne i en række europæiske lande. Specielt Tyskland, Frankrig og Tjekkiet har megen erfaring med anvendelse af biodiesel i praksis. I Danmark er der ligeledes foregået en kommerciel produktion af biodiesel i en årrække, bl.a. på Emmelev Mølle¹¹⁷. Men da Danmark ikke har givet skattelettelse af betydning på biodiesel, er hele den danske produktion blevet eksporteret til bl.a. Tyskland.

¹¹⁶ www.dakabio-industries.dk

¹¹⁷ www.emmelev.dk

4.10 Hvilken teknologi er så den bedste?

Valg af den optimale biomasseteknologi til energiproduktion afhænger meget af lokale forhold herunder råvaretilgængelighed. Den fremtidige økonomi i et givet teknologispør vil afhænge af, hvor succesfuld teknologiudviklingen vil være, men også af den førte skatte- og afgiftspolitik samt af udviklingen i råvarepriser på henholdsvis biomasse og fossile brændsler. Der er derfor ikke noget åbenlyst bud på den bedste teknologi. I tabel 4.1 opsummeres nogle forskelle mellem teknologierne. Karaktererne må dog ikke opfattes som absolutte, da der sker en løbende teknologiudvikling.

Tabel 4.1 Kvalitativ vurdering af en række biomasseteknologier

	Energi-produkter (Varme, El, Biobrændstof)	Teknologisk udviklings- niveau	Råvare- grund- lag	Energi- udbytte	Centrale / Decentrale anlæg
Direkte afbrænding	V, E	***	***	***	C/D
Termisk forgasning	V, E	**	***	***	C/D
Omsætning til brint	V, E, B	*	***	?	C/D
Biogas	V, E, B	***	***	**	D/C
Biomass to liquid	B	*	***	**	C
Rå planteolie	V, E, B	***	*	*	D/C
Biodiesel (RME)	V, E, B	***	*	*	C
Ethanol fra stivelse (1. generation)	B	***	**	*	C
Ethanol fra lignocel- lulose (2. generation)	V, E, B	*	***	**	C

Kilde: egen opstilling

* betyder lavt udviklingsniveau, snævert råvaregrundlag, begrænsede miljøgevinster og lavt energiudbytte¹¹⁸

Direkte afbrænding, termisk forgasning og biogas udmærker sig med at være veludviklede teknologier med et bredt råvaregrundlag og et godt energiudbytte. Det høje energiudbytte kræver dog, at der er mulighed for at afsætte varmen fra processerne. Der benyttes stadig betydelige mængder kul, naturgas og olie til kraftvarmeproduktion i Danmark, og så længe biomasse kan substituere disse fossile brændsler, vil det være en fornuftig udnyttelse.

Produktion af ethanol på basis af lignocellulose (såkaldt 2. generationsanlæg) og produktion af dimethylether (eller andre syntetiske brændstoffer) via termisk forgasning af biomasse er teknologier, der potentielt kan levere biobrændstoffer med et godt energiudbytte og kan an-

¹¹⁸ Jørgensen, U., Sørensen, P., Kristensen, I.T. & Adamsen, A. P., 2007. Energi fra biomasse – Ressourcer og teknologier vurderet i et regionalt perspektiv. DJF Rapport Markbrug (under trykning)

vende et bredt råvaregrundlag¹¹⁹. På EU-plan afsættes derfor store forsknings- og udviklingsmidler for at løfte disse teknologier til et kommercielt niveau. Begge teknologier kræver dog store centrale anlæg med deraf følgende store investeringskrav.

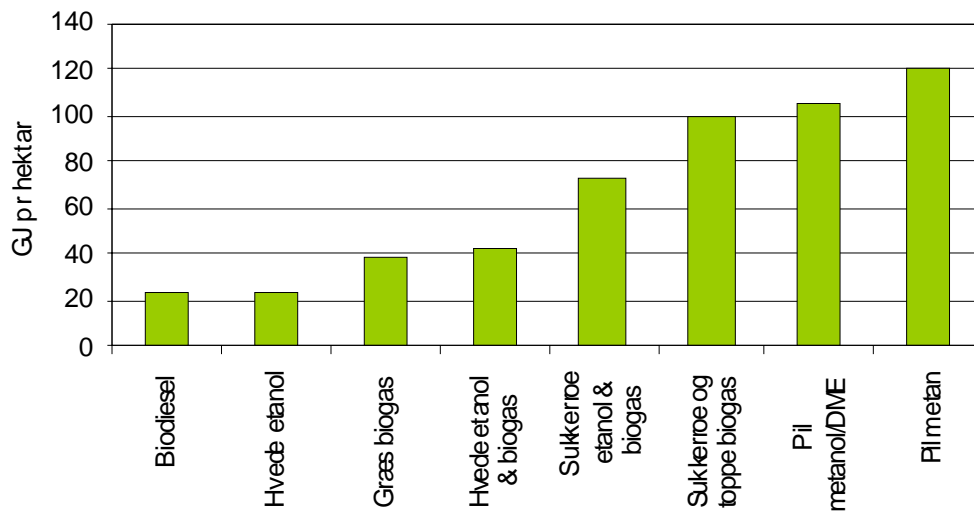
Andre teknologier, der egner sig til decentral udnyttelse og har større chance for teknologisk at slå igennem indenfor en kortere tidshorizont, kan have interesse for udvikling i regionalt regi. Det gælder f.eks. biogas, Stirlingmotorer og udnyttelse af rå rapsolie. Ved god integrering i lokale strukturer og ved samspil med lokale jordbrugs- og miljøforhold kan der opnås en række afledte gevinster, som mere eller mindre kan opveje stordrifts- og højteknologifordelene ved de ”store” teknologier.

Afledte miljøgevinster og maksimalt energiudbytte afhænger ikke kun af valg af konverteringsteknologi, men i mindst lige så høj grad af valget af råvare eller dyrkningssystem til produktion af råvaren. F.eks. vil udnyttelse af græs fra vedvarende engarealer i biogasanlæg kunne fjerne næringsstoffer fra ådalene og dermed bidrage til et renere vandmiljø.

Energiudbyttet i biogasprocessen er ikke så højt som ved direkte afbrænding af biomasse, men ved at afbrænde den resterende fiberfraktion efter afgangning øges energiudbyttet, og tabet af næringsstoffer fra landbrugsarealerne kan reduceres, når fiberfraktionen ikke bringes tilbage (se kap. 6). Et tredje eksempel på afledte positive miljøeffekter er, at dyrkning af flerårige energiafgrøder (f.eks. pil og elefantgræs) frem for energikorn vil give en øget drivhusgasfortrængning ved produktion af samme energimængde, samtidig med at nitratudvaskningen mindskes.

¹¹⁹ European Commission, EUCAR, CONCAWE, 2007. Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the european context.

Figur 4.8 Nettoenergiudbytte fra en hektar landbrugsjord af forskellige bioenergikæder beregnet for sydsvenske forhold.*



Kilde : Pål Börjesson, Lund Inst. of Technology

*De første seks søjler er beregnet for traditionelle teknologier i forskellige kombinationer. De sidste to søjler er beregnet for teknologier under udvikling, nemlig termisk forgasning og enten produktion af flydende brændstof (BtL) eller metan. 1000 l olie svarer til ca. 35 GJ.

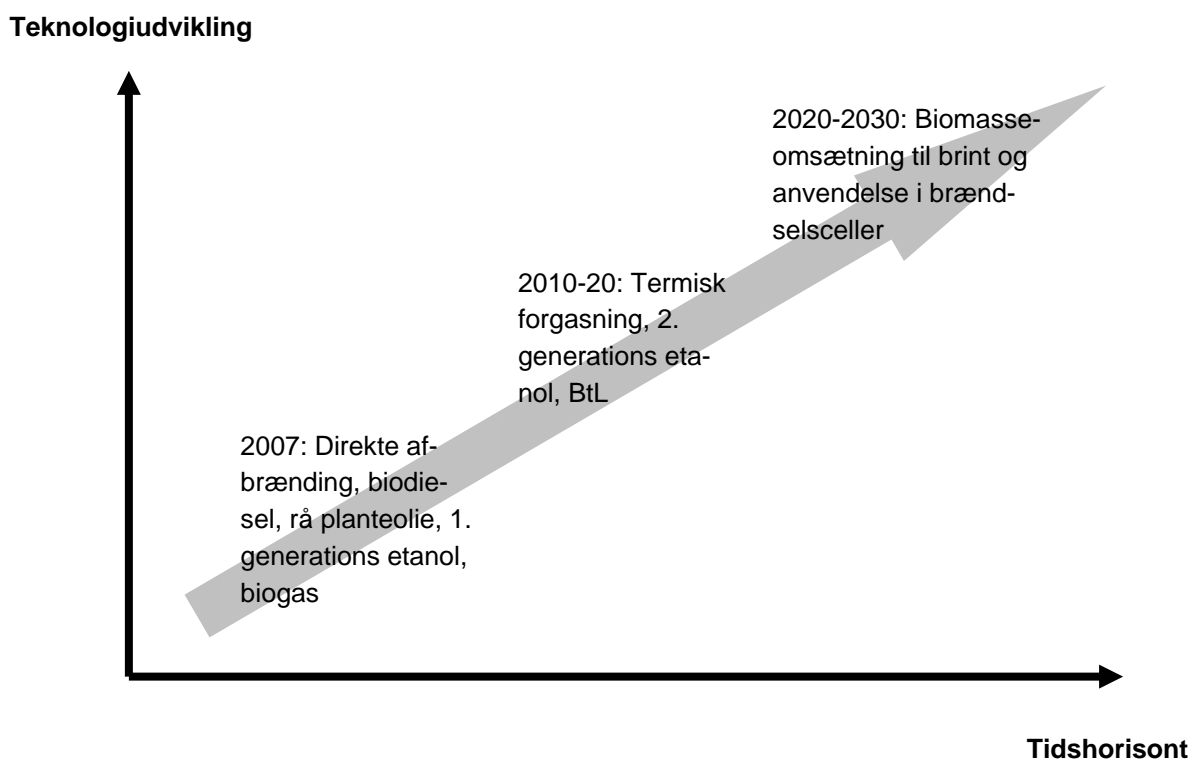
Nettoenergiudbyttet ved produktion af bioenergi afhænger meget af kombinationen af afgrøder og konverteringsteknologi. Som et eksempel herpå viser figur 4.8 beregninger for en række kombinationer gældende for sydsvenske forhold, der kan sammenlignes med danske. Figuren understreger de tidligere nævnte store forskelle i energiudbytter fra forskellige kombinationer af afgrøder og konverteringsteknologier.

Når figuren vurderes, skal det dog huskes, at der produceres forskellige biprodukter i nogle af processerne, som også har en værdi – økonomisk og energimæssigt. Ved udnyttelse af kløvergræs produceres der samtidigt kvælstofgødning¹²⁰, ved rapsolie og biodiesel produceres halm og rapskage (samt glycerin ved biodieselproduktion), mens der ved ethanolproduktion ud fra korn opnås halm og proteinholdige foderprodukter. Disse størrelser skal indgå i en samlet analyse, men det kan være vanskeligt at definere hvordan. Livscyklusanalyse (se kap. 6) er en metode, der opstiller veldefinerede metoder hertil.

¹²⁰ Bælgeplanter fikserer kvælstof fra luften. Efter omsætning i biogasanlæg kan kvælstoffet udnyttes som gødning. Herved spares energi, da fremstilling af 1 kg kvælstofgødning bruger energi svarende til godt en liter olie.

Endelig er det ikke nok grundlag for implementering af en teknologi, at den ser lovende ud, hvis den endnu ikke er færdigudviklet og kommercielt modnet. Derfor skal man forholde sig til, hvad der er muligt med dagens teknologi, og på henholdsvis kort og langt sigt. I figur 4.9 er en række bioenergiteknologier forsøgt grupperet efter disse 3 horisonter, men der er naturligvis stor usikkerhed forbundet med at vurdere, hvornår teknologierne får deres reelle gennembrud.

Figur 4.9 Udviklingshorisont for bioteknologierne



Kilde: eget design

Kapitel 5 Ressourcepotentialiet for biomasse i Danmark

Uffe Jørgensen, Peter Sørensen, Preben Bach Holm & Inge T. Kristensen, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet

5.1 Indledning

I dette kapitel beskrives den nuværende udnyttelse af biomasse i Danmark, og ressourcegrundlaget for en udvidet udnyttelse skitseres. Derefter gennemgås et scenarium for en kraftigt udvidet biomasseleverance til vedvarende energi fra landbruget.

Der er i Danmark kun gennemført få analyser af eksisterende og potentielle biomasseressourcer. Energistyrelsen angiver således de totale eksisterende biomasseressourcer til 165 PJ¹²¹, hvilket skal ses i forhold til dagens (2006) udnyttelse af dansk biomasse til energi på 84,3 PJ. Endvidere har Fødevareøkonomisk institut under Københavns Universitet tidligere gennemført en analyse af, hvor meget biomasse fra halm og energiafgrøder der ville kunne udnyttes til energi under tre forskellige markedsscenarier¹²². En samlet tilbundsående analyse af alle biomasseressourcer i land- og skovbrug under forskellige arealudnyttelses- og teknologiscenarier, således som det er gennemført i f.eks. USA¹²³ og Sverige¹²⁴, findes derimod ikke i Danmark.

5.2 Nuværende biomasseudnyttelse i Danmark

Både på verdensplan og i Danmark er biomasse langt den største kilde til vedvarende energi (figur 2 i kapitel 1 og 5.1). Udnyttelsen af vedvarende energi er steget kraftigt i Danmark igennem de sidste 30 år (figur 5.2), og i 2006 udgjorde produktionen af vedvarende energi knapt 14 % af energiforbruget, hvortil kommer en import, således at knapt 16 % af det samlede energiforbrug (korrigeret for udenrigshandel) udgjordes af vedvarende energi¹²⁵. Hovedparten af den vedvarende energi stammer fra biomasse, der står for ca. 12 % af det samlede energiforbrug. I EU som gennemsnit udgør biomasse kun ca. 4 % af den totale energiforsyning, og Danmark ligger således betydeligt over EU's gennemsnit¹²⁶.

¹²¹ Energistyrelsen, www.ens.dk/sw17120.asp

¹²² Gylling, M., Abiltrup, J., Nielsen, K.V., Pedersen, S.M. & Varming, S., 2001. Langsigtede biomasseressourcer til energiformål – mængder, omkostninger og markedets betingelser. SJFI Rapport nr. 125.

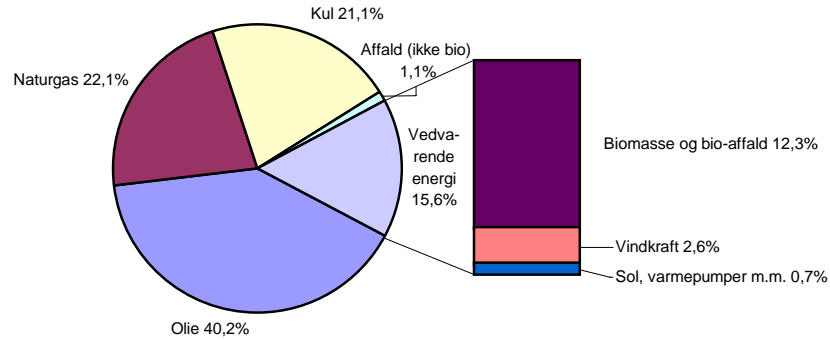
¹²³ Perlack, R.D., Wright, L.L., Turhollow, A.F., Graham, R.L., Stokes, B.J. & Erbach, D.C., 2005. Biomass as a feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: the technical feasibility of a billion-ton annual supply. U.S. Department of Energy and Department of Agriculture.

¹²⁴ Jordbruksdepartementet, 2007. Bioenergi från jordbruket – en växande resurs. Statens Offentliga Utredningar, SOU 2007:36

¹²⁵ Energistatistik 2006, www.ens.dk.

¹²⁶ Transport- og Energiministeren, 2006. Enerkipolitisk redegørelse 2006.

Figur 5.1 Sammensætning af det danske energiforbrug i 2006.

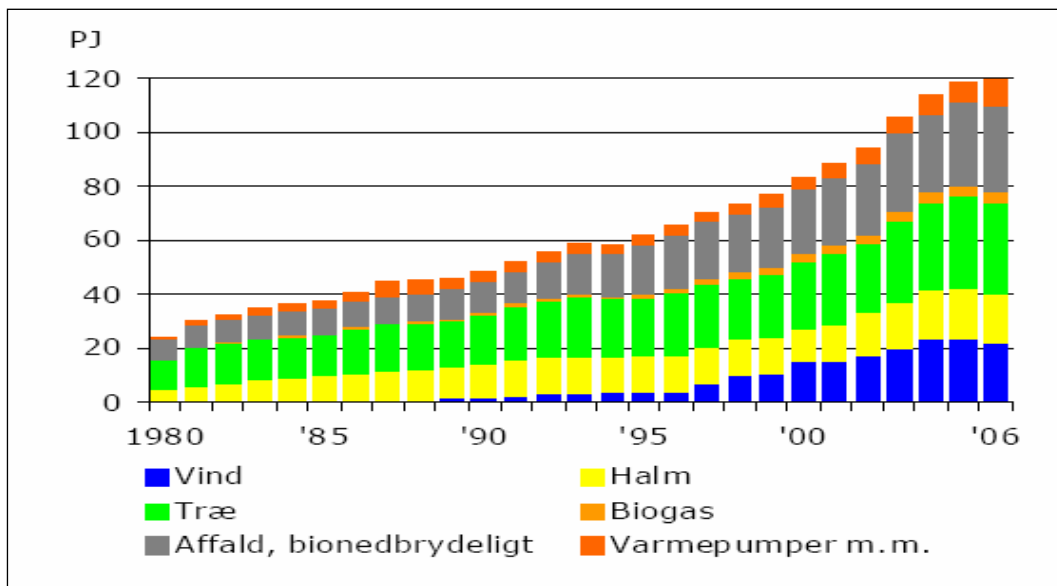


Kilde: Energistatistik 2006, www.ens.dk.

Korrigeret for bl.a. brændselsforbrug knyttet til udenrigshandel med el

Halm og træ udgør, bortset fra bionedbrydeligt affald, de største kilder til bioenergi i Danmark (Figur 5.2). Ressourcerne af træ og affald udnyttes i stort omfang til energi, mens der ligger et stort uudnyttet biomassepotentiale i halm og ikke mindst i husdyrgødning, hvoraf i dag under 5 % udnyttes til energi.

Figur 5.2 Produktion af vedvarende energi i Danmark



Kilde:

Energistatistik 2006, www.ens.dk.

Dertil kommer muligheden for dyrkning af biomasse til energi, som i dag kun sker i begrænset omfang (90-100.000 ha raps til biodiesel og godt 3.000 ha energipil og lignende).

Biomasse handles i stigende grad internationalt. Hele den danskproducerede biodiesel eksporteres således, og der importeredes i 2006 træpiller, træflis, brænde og bioethanol med et samlet energiindhold på godt 16 PJ.

Øget energiproduktion fra biomasse kan ske via øget udnyttelse af halm og husdyrgødning, ved at udnytte noget af den nuværende landbrugsproduktion til energi (f.eks. græs, korn, raps eller sukkerroer til produktion af biodrivmidler) eller ved at dyrke deciderede energiafgrøder

Lavbundsarealer ved Nørreå øst for Viborg



Kilde: DJF

på noget af den landbrugsjord, der i dag bruges til at producere korn. Udover landbrugsarealet findes også overdrev og naturarealer, hvor man kan overveje om den naturpleje, som er vigtig for at opretholde de såkaldt "lysåbne" naturarealer (enge, overdrev, moser, heder), kan kombineres med en energiudnyttelse. Endelig er det også en potentiel mulighed at udnytte akvatisk biomasse (havalger og lignende) eller at importere endnu mere biomasse end i dag.

Der er således ingen absolutte grænser for, hvor stor en del af det danske energiforbrug, der kan dækkes ud fra biomasse. Et scenarium for en 5-doblet bioenergileverance fra dansk landbrug i forhold til den nuværende udnyttelse af halm og biogas, er opstillet sidst i kapitlet. Scenariet ændrer ikke på dansk landbrugs hovedrolle som fødevarerproducent.

I juni 2005 vurderede Regeringen, at samfundsøkonomisk kan biomasseudnyttelse til energi ofte endnu ikke kan betale sig, selvom miljømæssige fordele indregnes¹²⁷. Ved stigende olie-

¹²⁷ Regeringen, 2005. Energistrategi 2025 - Perspektiver frem mod 2025 og oplæg til handlingsplan for den fremtidige el-infrastruktur.

priser (som jo har været tilfældet siden juni 2005) og stigende CO₂-priser vil en række biomasseteknologier dog blive konkurrencedygtige¹²⁸.

Men samtidigt vurderes det politisk vigtigt allerede nu at mindske afhængigheden af fossil energi, ligesom udnyttelse af vedvarende energi kan være afgørende for at kunne opfylde vores Kyoto-forpligtelse. Bl.a. derfor er faste biobrændsler fritaget fra energi- og CO₂-afgift, således at biomasse for private forbrugere er økonomisk fordelagtigt f.eks. ved anvendelse af træpillefyr. Politiske vedtagelser bidrager ligeledes til at indfase biomasse, selvom det endnu ikke er snævert økonomisk rentabelt. Et eksempel herpå er biomassehandlingsplanen, der pålægger de danske elproducenter årligt at indfyre 1,4 mio. tons biomasse.

På den anden side har Regeringen hidtil fundet, at biobrændstoffer p.t. ikke er tilstrækkeligt omkostningseffektive, idet deres fordele købes for dyrt. I dag udnyttes biomassen mere omkostningseffektivt til produktion af el og varme, hvilket tjener de samme grundlæggende formål som biobrændstoffer til transport: At forbedre energiforsyningssikkerheden, reducere CO₂-udslippet og gavne landdistrikterne¹²⁹. På den baggrund er Danmarks vejledende målsætning for anvendelse af biobrændstoffer sat til kun 0,1 %. Regeringen har dog valgt fremover at opprioritere forskningsindsatsen i udvikling af flydende biobrændstoffer, og vil desuden i begyndelsen af 2008 fremsætte lovforslag om, at biobrændstoffer, som opfylder EU's kommende bæredygtighedskriterier, skal udgøre 5¾ % af al benzin og diesel til transportformål fra 1. januar 2010. Målsætningen skal realiseres ved påbud til olieselskaberne¹³⁰.

5.3 Arealgrundlaget i Danmark for udnyttelse af bioenergi

Danmark er et intensivt landbrugsland, og af det samlede landareal på ca. 4,3 mio. ha anvendes ca. 64 % landbrugsmæssigt (tabel 5.2).

Tabel 5.2 Arealanvendelsen i Danmark

Anvendelse	Fordeling (%)
Landbrug	64
Natur	10
Skov	12
Bebygget areal	14

Enge beregninger samt Bach, H, Christensen, N. Gudmundson, H., Jensen T.S. & Normander, B., 2005, Natur og Miljø 2005. Påvirkning og tilstand. Faglig rapport fra DMU nr. 500, 205 p.

¹²⁸ Energistyrelsen, 2005 Energiteknologier - tekniske og økonomiske udviklingsperspektiver. Teknisk baggrundsrapport til Energistrategi 2025.

¹²⁹ Transport- og Energiministerien, 2006. Energipolitisk redegørelse 2006.

¹³⁰ Transport- og Energiministeriet, 2007. www.trm.dk

Det er fra landbrugsarealet samt fra skovene, at biomasseudnyttelsen sker i dag, og herfra en øget bioenergiudnyttelse primært kan hentes. Men også naturarealer kan bidrage med bioenergi, idet der på de lysåbne naturarealer er behov for pleje med græsning eller slåning for at fastholde den åbne naturtype. I stedet for blot at slå vegetationen af, kan den udnyttes til energi, f.eks. i et biogasanlæg. De lysåbne naturarealer søges i dag beskyttet med Naturbeskyttelseslovens §3, og der er registreret et samlet areal med et uopfyldt behov for pleje på godt 190.000 ha, hvortil kommer et areal på godt 107.000 ha, hvor der vurderes at være en passende pleje i form af græsning¹³¹. Vi har indtryk af, at en betydelig del af §3-arealerne er registrerede som landbrugsarealer, men er ikke bekendt med en samlet statistik herfor.

Høst af biomasse på ekstensive naturarealer kan være vanskelig, og biomassens kvalitet til energiudnyttelse vil næppe være optimal, når der også skal tages naturmæssige hensyn ved høsten. Men pleje af §3-arealer vurderes at have en omkostning i størrelsesordenen 2.500 kr/ha, hvilket skal inddrages i en vurdering af økonomien ved energiudnyttelse.

Endvidere vil høst af biomasse til energi sikre en større fjernelse af næringsstoffer end ved afgræsning eller slåning, således at der kan opnås en øget miljøeffekt. De indhøstede næringsstoffer kan efter omsætning i et biogasanlæg udnyttes på landbrugsarealer, og kan evt. udnyttes på økologiske bedrifter i stedet for den nuværende import af næringsstoffer fra konventionelle bedrifter.

De godt 2,7 mio. ha landbrugsjord i Danmark udgør den største potentielle arealressource til bioenergiproduktion. Man kan vælge mellem en række dyrkningssystemer og afgrødetyper, hvis et givet landbrugsareal ønskes udnyttet til energi fremover, og valget vil have forskellige konsekvenser for energiudbytte, miljø og natur (tabel 5.3). Dertil kommer markant forskellige landskabseffekter, som man også skal forholde sig til. Det er derfor komplicerede valg, der skal foretages, og det er vigtigt at få analyseret muligheden for win-win-løsninger og forsøge at minimere negative afledte effekter.

Tabel 5.3 Typiske biomasseudbytter samt miljø- og natureffekter ved valg af forskellige dyrkningssystemer til bioenergi.

	Udbytte (tørstof, t/ha)	Nitrat- udvaskning	Kulstofindhold i jorden	Pesticid- forbrug	Natur
Hvede helsæd	9	0	0 (-)	0	0
Majs helsæd	12	0	0 (-)	+	0
Pil	12	+	+	+	0 (+)
Skovrejsning	4	+	+	++	+
Ekstensivt græs	3	+	++	++	++

Kilde: Egne beregninger, Miljø- og natureffekter er vurderet i forhold til et fortsat traditionelt kornsædskifte, (+ betyder positivt for miljø og natur).

¹³¹ Hasler, B. & Skou, J.S., 2004. Samfundsøkonomisk analyse af sikringen af naturvenlig drift på §3-arealer og naturskowsarealer. DMU, Arbejdsrapport nr. 197, 88 p.

5.4 Det biologiske potentiale og muligheder for planteforædling

På trods af bedre landbrugsafgrøder som følge af forædling og udvikling af bedre dyrknings-teknik er det samlede høstudbytte af landbrugsafgrøder i Danmark ikke steget igennem en årrække – tværtimod synes der er ske et svagt fald¹³². Det skyldes bl.a. et faldende dyrkningsareal, stigende miljørestriktioner samt formodentlig, at forædling af afgrøder til foder og fødevarer har fundet sted igennem en meget lang årrække, således at de nemme forædlingsgevinster er hentet hjem.

Når produktionspotentialer for plantebiomasse til opvarmning, el-fremstilling og biodrivmidler skal vurderes, må planteforædling til gengæld vurderes at være en særdeles væsentlig faktor. Planteforædlingen har indtil nu primært været rettet mod et højere udbytte af frø, frugter, rødder og knolde til anvendelse som foder og fødevarer. Denne indsats må forventes at accelerere grundet det stigende befolkningstal, den forøgede efterspørgsel efter animalske produkter og den hastigt stigende anvendelse af plantestivelse og olier til fremstilling af bioethanol og biodiesel. Der tegner sig imidlertid også en række nye forædlingsmål, rettet mod at ændre såvel de traditionelle afgrøder for forøget produktion af vegetativ biomasse som forædling af afgrøder som flerårige græsser og pil. Når nye afgrøder trækkes ind i forædling er der et stort umiddelbart forædlingspotentiale. Det svenske firma Svalöf Weibull gennemførte således igennem 1990'erne en omfattende forædling af pil, hvilket resulterede i udbyttestigninger på 60-70 %.

Globalt er der igangsat en række ofte meget omfattende initiativer med det formål at fremstille plantesorter, der er velegnet til biomasseproduktion. Biomasseproduktion og anvendelse af biomasse til fremstilling af især bioethanol har en fremtrædende placering i EU's 7. rammeprogram. Forskellige lande synes ofte at have bestemt sig for forskellige løsninger. Indsatsen spænder over hele forsknings- og udviklingsspektret af moderne planteforædling og kan resumeres som følger:

- Indsamling og evaluering af en række flerårige græsser som elefantgræs og ”switch grass” med det formål at finde varianter med et højt biomassepotentiale.
- Undersøgelser over den genetiske basis for høj biomasseproduktion med henblik på at kunne overføre sådanne karaktertræk indenfor og mellem arter.
- Forskning i forbedring af planternes fotosyntese især med henblik på at kunne overføre den såkaldte C4 fotosyntese til planter med en C3 fotosyntese.
- Forskning i mekanismerne bag allokeringen af kulstofskeletter, med det formål at fremme især cellulosedannelse i de vegetative plantedele i stedet for stivelse, fedt og protein i frø, rødder og knolde.

¹³² Dansk Landbrugsrådgivning, 2006. Oversigt over landsforsøgene 2006.

- Identifikation af hvilke gener der bestemmer planternes arkitektur og livscyklus, dvs. form, dannelse og omfang af rødder og skud, bladdække, enårighed versus flerårighed etc.
- Indsigt i cellevæggens opbygning, der for nærværende er genstand for en meget omfattende forskning. Ambitionen er, at kunne fremstille planter, hvor cellevæggene er designet til at være optimale substrater for bioethanolfremstilling.

5.5 Et scenarium for øget biomasseleverance fra landbruget

Den fremtidige leverance af biomasse til den danske energiforsyning kan øges på mange forskellige måder. Det vil være naturligt først at udnytte energiindholdet i allerede eksisterende biprodukter som husdyrgødning og halm yderligere. Men der kan også målrettet dyrkes biomasse til energi på en del af landbrugsarealet, eller der kan høstes biomasse på naturarealer som en del af en plejestrategi. Der bør derfor opstilles forskellige fremtidsscenarioer for et øget biomassebidrag til Danmarks energiforsyning, som skitserer og diskuterer, hvad det har af konsekvenser.

I Jørgensen et al. (2007)¹³³ er gennemført ét scenarium for landbrugets biomasseressourcer, baseret på oplysninger i landsdækkende registre, såsom GLR, gødningsregnskaber og Danmarks Statistik. Udover de kendte og allerede delvist udnyttede biomassekilder i halm, husdyrgødning, industriaffald og rapsolie er der også givet et bud på det potentielle energiudbytte fra dyrkning af energiafgrøder og ved udnyttelse af ekstensive græsarealer på lavbundsjord.

Under de valgte forudsætninger, om hvor stor andel af de tilgængelige ressourcer der udnyttes, viser scenariet, at den nuværende udnyttelse af biomasse fra landbruget kan øges fra i dag ca. 27 PJ til ca. 121 PJ svarende til 4-5 gange større biomasseudnyttelse (tabel 5.4). Dette kan gennemføres uden at gå på kompromis med landbrugets hovedrolle som fødevarerproducent. Men inddragelsen af 15 % af det nuværende kornareal til energiafgrøder er dog kontroversielt set i lyset af den begyndende mangel på fødevarer og de deraf følgende stigninger i kornpriserne.

De miljø- og naturmæssige forpligtelser (f.eks. Vandrammedirektiv, Kyoto-forpligtelse og Pesticidhandlingsplan), som dansk landbrug skal bidrage til at opfylde, tilsiger dog under alle omstændigheder ændringer i landbrugsproduktionen. Analyser af, hvilke tiltag der er nødvendige for at opfylde Vandrammedirektivet, påpeger, at der kan blive behov for betydelige arealudtag, men også at flerårige energiafgrøder kan være et omkostningseffektivt vir-

¹³³ Jørgensen, U., Sørensen, P., Kristensen, I.T. & Adamsen, A. P., 2007. Energi fra biomasse - Ressourcer og teknologier vurderet i et regionalt perspektiv. DJF Rapport Markbrug (under trykning)

kemiddel til at opnå den ønskede reduktion af næringsstoffab¹³⁴. Specielt lavbundsjord kan med fordel trækkes ud af korndyrkning, da den intensive jordbearbejdning ved årlig omlægning af afgrøderne kan bidrage til en kraftig mineralisering af det oftest høje indhold af organisk stof og dermed til en stor emission af drivhusgasser og store næringsstoffab. Ca. 500.000 ha af landbrugsjorden i Danmark er lavbundsjord¹³⁵. Af disse er ca. ¼ organiske jorder, hvortil der knytter sig særlige miljøproblemer, men også drænedede sandjorder på lavbund kan forårsage en betydelig miljøpåvirkning ved intensiv dyrkning.

Muligheden for at bidrage med akvatisk biomasse (f.eks. søsalat) til bioenergi i Danmark er endnu for dårligt undersøgt til at det er forsøgt kvantificeret, men det skal huskes som en potentiel yderligere råvareressource. Beregningerne bag scenariet i tabel 5.4 bygger på en række antagelser, som er beskrevet nærmere i Jørgensen et al. (2007), og skitseres i det følgende.

¹³⁴ Finansministeriet, Fødevareministeriet, Miljøministeriet, Skatteministeriet, Økonomi- og Erhvervsministeriet, 2007. Fagligt udredningsarbejde om virkemidler i forhold til implementering af vandrammedirektivet. Rapport fra Finansministeriet, 84 p.

¹³⁵ Lavbundsjord, (www.djfgeodata.dk)

Tabel 5.4 Nuværende udnyttelse af biomasse fra landbruget til energi samt et scenarium for øget udnyttelse. (data fra 2005)

Udnyttelsesprocent		Tiltag					
Nuværende	Scenarium		Potentiale	Udnyttet	Scenarium	Udnyttet	Scenarium
			Hektar			PJ	
1. Energiafgrøder							
3%	50%	Udtagne arealer på højbund anvendes til energiafgrøder	113.847	3.247	56.924	0,5	9,1
0%	15%	Areal med korn til modenhed anvendes til energiafgrøder	1.493.000	0	223.950	0,0	43,0
2. Rapsolie							
75%	100%	Rapsareal udnyttes til olieproduktion til energi	125.300	93.975	125.300	3,4	4,5
3. Halm							
41%	80%	Halm fra korn, der ikke anvendes til foder og strøelse	657.250	363.054	525.800	18,5	26,8
15%	80%	Halm fra raps	125.300	18.294	100.240	0,7	3,9
4. Ekstensivt græs							
0%	75%	Lavbundsareal med permanent græs eller ekstensive afgrøder høstes til biogas	153.639	0	115.229	0,0	5,1
5. Husdyrgødning							
			1000 m ³ metan				
4%	75%	Husdyrgødning på stald anvendes til biogas	748.600	30.000	561.450	1,1	20,2
0%	75%	Fiberfraktion fra afgasset gylle afbrændes				0,0	2,5
6. Affald							
			PJ				
34%	60%	Industriaffald til biogas	2,5			0,9	1,5
0%	100%	Kød- og benmel	1,6			0,0	1,6
60%	100%	Animalsk fedt	3,2			1,9	3,2
Totalt potentiale (PJ)						27,0	121,4

Kilde: Jørgensen, U., Sørensen, P., Kristensen, I.T. & Adamsen, A. P., 2007. Energi fra biomasse - Ressourcer og teknologier vurderet i et regionalt perspektiv. DJF Rapport Markbrug.

Der er ikke indregnet teknologiske landvindinger i form af øget biomasseudbytte ved forædling eller i form af øget effektivitet i biogasprocessen. Energien er opgjort som nedre brændværdi af biomassen. For biogasspor er angivet brændværdien af den producerede biogas.

Energiafgrøder er antaget dyrket på ca. 50 % af det tidligere brakareal (fratrasket dels den del der er udlagt med miljøordninger, dels den del af det tidligere brakareal, der lå på lavbund). Sidstnævnte arealer indgår i stedet i pkt. 4 i tabel 5.4). Endvidere er antaget dyrket energiafgrøder på 15 % af kornarealet, hvilket er begrundet i, at bruttoeksporten af korn fra Danmark i perioden 2001-2005 har varieret mellem 10 og 20 % af den samlede produktion. Der er regnet med dyrkning af højtydende energiafgrøder som majs, pil eller elefantgræs med et udbytte på 12 tons tørstof pr. ha på kornjord og 10 tons tørstof pr. ha på tidligere brakjord.

Pilehøst



Kilde: DJF 2005 (FVM mediedatabase), Pilehøst.

Halmmængderne i scenariet er beregnet ved at fratække dels den mængde halm, der i dag anvendes til foder og strøelse, dels den halmmængde som forsvinder, hvis kornarealet reduceres med 15 % i forbindelse med omlægning til energiafgrøder.

Fremover kan der som nævnt tænkes at ske en stigende ekstensivering af lavbundsarealer i forbindelse med opfyldelsen af Vandrammedirektiv, Habitatdirektiv m.m. Allerede i dag er det vanskeligt at opretholde græsning på en del lavbundsarealer, men dels af hensynet til naturpleje, dels for at opretholde EU's arealtilskud, skal der enten ske en afgræsning eller en slåning. I scenariet er det antaget, at 75 % af de lavbundsarealer, der i 2005 var med permanent græs eller brak, høstes til biogas. Det vil dog bl.a. kræve udvikling af høstudstyr, der

kan anvendes på fugtige arealer samt analyse af optimale høsttidspunkter, der tilgodeser både energiomsætning og naturhensyn. En del af dette areal er hidtil blevet benyttet til afgræsning, og anvendelse til energi vil således medføre en reduceret foderproduktion.

Udover biomasse fra landbrugsarealet er der også mulighed for at hente et bidrag fra naturarealer. Som tidligere nævnt antager vi dog, at en stor del af §3-arealerne er registreret som landbrugsarealer og derfor indgår bl.a. i tiltaget om ekstensivering af lavbundsjord. Hvis der yderligere kan høstes et årligt udbytte på 3 tons tørstof på 20 % af de tidligere nævnte 300.000 ha plejkrævende §3-arealer til omsætning i biogasanlæg, vil der kunne produceres ca. 3 PJ i form af biogas ud over det angivne i tabel 5.4.

Energipotentialt fra skov, hegn og haver er ikke medtaget i tabel 5.4. Energistyrelsen vurderer, at med dagens udnyttelse på godt 25 PJ af dansk træflis er potentialt stort set udnyttet¹³⁶. Det skal bemærkes, at ca. halvdelen af energien fra træ antages at komme fra hegn og haver, hvor der fældes brænde til lokal anvendelse i brændeovne og –fyr¹³⁷. Det siger sig selv, at der er knyttet temmelig stor usikkerhed til disse vurderinger. Dansk Skovforening vurderer på den anden side, at det vil være muligt næsten at fordoble udtaget af energi fra skovene¹³⁸. Det kan lade sig gøre, hvis der vælges hugststrategier, som favoriserer udtræk af træ til energi¹³⁹, hvilket i høj grad er et spørgsmål om markedsprisen på træflis og på konkurrerende anvendelser for træ (tømmer, papir m.m.).

Folketinget besluttede i 1989 at søge det danske skovareal fordoblet over en trægeneration, svarende til en årlig tilplantning på 4-5.000 ha. De fleste år siden 1989 er der dog kun plantet 1-2.000 ha¹⁴⁰. Skovtilplantning sikrer en positiv udvikling for natur og miljø, men giver ca. 3 gange mindre biomasse end f.eks. energiskov af pil (tabel 5.3). Pil kan sikre mod næringsstofftab næsten ligeså effektivt som skov, selvom der gødes¹⁴¹, men giver ikke samme naturværdier som etablering af naturskov eller blandet løvskov.

I scenariet for biogasproduktion fra husdyrgødning er det antaget, at 75 % af den husdyrgødning, der afsættes på stald, udnyttes. Biogasproduktion vil normalt være mest rentabelt på større husdyrbedrifter eller ved etablering af fællesanlæg. En udnyttelse på 75 % svarer til at

¹³⁶ Energistyrelsen 2006, (www.ens.dk)

¹³⁷ Evald, A. 2006. Brændeforbrug i Danmark. Rapport fra Force Technology.

¹³⁸ Morten Thorøe, Dansk Skovforening, Pers. medd. september 2007.

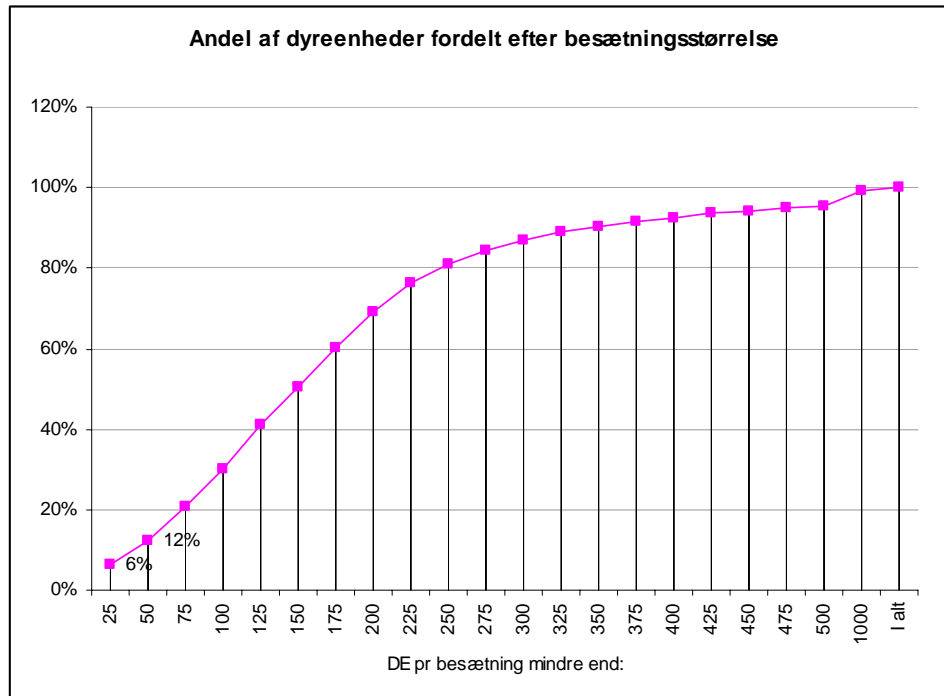
¹³⁹ Nord-Larsen, T. & Heding, N., 2003. Træbrændselsressourcer fra danske skove - prognose 2002. Dansk Skovbrugs Tidsskrift 87, 1-79.

¹⁴⁰ Bach, H., Christensen, N., Gudmundson, H., Jensen, T.S. & Normander, B., 2005. Natur og Miljø 2005. Påvirkninger og tilstand. Faglig rapport fra DMU nr. 550, 205 p.

¹⁴¹ Schou, J.S., Kronvang, B., Birr-Pedersen, K., Jensen, P.L., Rubæk, G.H., Jørgensen, U. & Jacobsen, B. 2007. Virkemidler til realisering af målene i EU's Vandrammedirektiv. Faglig rapport fra DMU nr. 625.

udnytte al gødningen fra bedrifter, der er i dag er større end 85 dyreenheder på samme lokalisering (figur 5.3). Der sker dog løbende en betydelig strukturudvikling mod større bedrifter.

Figur 5.3. Fordeling af dyreenheder på besætningsstørrelse.



Kilde: Egne beregninger, (data fra CHR, 2006)

Energiudbyttet ved afbrænding af husdyrgødning er meget afhængigt af tørstofindholdet. Ved lavt tørstofindhold er energiudbyttet lavere ved afbrænding end ved bioforgasning. Det er anslået, at det vil være mest realistisk at afbrænde gyllefibre efter en forudgående bioforgasning og separering i fiber- og væskefraktion. Det er antaget, at der kan opnås et tørstofindhold på 40 % i gyllefibre, og at det er muligt at fraseparere 60 % af den afgassede gylles tørstof i en fiberfraktion, der kan afbrændes. Ved højere tørstofprocent før afbrænding eller ved større fraseparering af tørstof vil der kunne opnås et større energiudbytte.

Energibidraget fra industriaffald i tabel 5.4 er baseret på en vurdering fra Energistyrelsen¹⁴². Det anførte industriaffald er fra danske kilder, hvortil kommer mulighed for import, der i 2006 lå på ca. 0,7 PJ. Det potentielle energibidrag fra kød- og benmel samt animalsk fedt er angivet af DAKA¹⁴³. Størstedelen af det danske kød- og benmel må ikke længere anvendes til foder og afsættes nu primært til cementindustrien. Det kan dog også afbrændes til energi. Størst interesse i energimæssig sammenhæng knytter sig til det animalske fedt, som i dag udnyttes til kraftvarme. DAKA bygger nu et produktionsanlæg til omsætning af ca. 1,9 PJ animalsk fedt til biodiesel med mulighed for udvidelse. Ud over i disse landbrugsrelaterede

¹⁴² Søren Tafdrup, pers. medd., 2006.

¹⁴³ Kjær Andreasen, pers. medd., september 2007.

affaldsprodukter er der et energipotentiale i spildevandsslam på ca. 4 PJ samt i husholdningsaffald, have- og parkaffald.

5.6 Konklusion

Bioenergi er allerede i dag Danmarks største vedvarende energikilde. Der findes nationale biomasseressourcer som muliggør en kraftig udvidet bioenergiproduktion. Bidraget fra landbruget kan mangedobles ved dels at udnytte eksisterende biprodukter såsom halm og gylle yderligere, dels ved at udnytte en del af landbrugsarealet til decideret energiproduktion, evt. i kombination med natur- og miljøbeskyttelse. Også bidraget af træ fra de danske skove kan øges - et fordoblet energibidrag synes muligt. Dertil kommer affaldsprodukter fra industrien, mulighed for høst af biomasse som et led i naturpleje og endelig udnyttelse af akvatisk biomasse, et potentiale som endnu ikke er undersøgt. Mangedoblingen er mulig uden at ændre dansk landbrugs hovedrolle som producent af foder og fødevarer. Tiltaget om omlægning af 15 % af landets kornareal til deciderede energiafgrøder vil dog omtrent ophæve Danmarks nettoeksport af korn.

Der er ikke gennemført en økonomisk analyse af, hvilke omkostninger (evt. gevinster) det vil medføre at udnytte dette biologisk-tekniske potentiale. Det vil kræve en større indsats at gennemføre en sådan analyse, idet biomassen kan udnyttes i forskellige teknologier, centralt eller decentralt, samt at der må formodes at være stigende marginalomkostninger ved stigende udnyttelse af ressourcerne. Det skal endvidere huskes, at de angivne potentialer er gennemsnitsbetragtninger, og at udbyttet af halm og energiafgrøder kan svinge betydeligt fra år til år.

Desuden bør de afledte miljø- og natureffekter af en øget biomasseudnyttelse inddrages i analysen, da de kan være betydelige og har en samfundsøkonomisk omkostning eller værdi. Netop dette aspekt vil være interessant at få inddraget i en økonomisk analyse, da det ikke i dag indgår som en del af beslutningsgrundlaget for privatøkonomiske investeringer.

Kapitel 6 Miljø- og naturmæssige konsekvenser af en øget biomasseudnyttelse i Danmark

Uffe Jørgensen, Bent Tolstrup Christensen, Jørgen E. Olesen, Gitte Rubæk, Bjørn Molt Petersen & Niels Halberg, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet

6.1 Indledning

I dette kapitel gennemgås de afledte miljøeffekter af udnyttelse af biomasse til energi. Da der er tale om mange og forskelligartede effekter, beskrives også metoder til at sammenfatte miljøeffekterne. Endelig er gennemført en vurdering af de samlede konsekvenser for nitratudvaskning og kulstofindholdet i jorden af at mangedoble biomasseudnyttelsen fra landbruget, som beskrevet i kap. 5.

Udnyttelse af biomasse til energi omhandler potentielt store mængder halm og husdyrgødning samt biomasse fra dyrkning af afgrøder på omfattende arealer. Der kan derfor være betydelige miljø-, landskabs- og natureffekter tilknyttet udnyttelsen. Det er dog meget vanskeligt præcist at kvantificere effekterne, da de vil afhænge meget af, hvilke alternative formål udnyttelsen til energi erstatter. Effekten af dyrkning af raps til biodiesel afhænger således af, om dyrkningen erstatter en tidligere braklægning eller erstatter en tidligere dyrkning af raps til fødevarerformål. Endelig bør man diskutere, om effekterne skal gøres op pr. produceret energienhed eller pr. ha landbrugsjord, hvilket kan rangere forskellige produktionssystemer forskelligt.

Centralt for udnyttelsen af bioenergi står det miljømæssige ønske om at reducere udslippet af drivhusgasser. Bioenergi beskrives i den forbindelse ofte som CO₂-neutral, fordi den mængde CO₂, der frigives ved energiudnyttelsen af biomassen, svarer til den CO₂-mængde, planten optog i biomassen under væksten. Det skal dog huskes, at dyrkning, håndtering, transport og energikonvertering af biomasse kræver energi, og den CO₂ der frigives ved dette energiforbrug, skal fratrækkes biomassens CO₂-fortrængning. Dertil kommer, at der frigives andre drivhusgasser under dyrkning og håndtering af biomasse, og disse bør også indregnes i et samlet drivhusgasregnskab. Det betyder, at der i nogle tilfælde kan risikere kun at være en meget begrænset eller i værste tilfælde ingen reel drivhusgasfortrængning ved en biomasseudnyttelse. Omvendt kan nogle teknologier for biomasseudnyttelse reducere udslippet af andre drivhusgasser end CO₂, således at det samlede regnskab bliver mere positivt, end man skulle forvente alene ud fra mængden af fortrængt fossil energi. Det er f.eks. tilfældet når husdyrgødning udnyttes til energi, hvorved metantabet ved den normale husdyrgødningshåndtering reduceres.

Analysen af forskellige bioenergiudnyttelser kan derfor hurtigt blive meget kompleks, og det er vigtigt at sikre ensartede rammebetingelser og at gennemføre følsomhedsanalyser for

ændrede betingelser eller teknologiforbedringer. Der findes forskellige analyseværktøjer til formålet, bl.a. livscyklusanalyse. Sådanne samlede analyser af forskellige teknologispor findes der desværre kun enkelte tilløb til i Danmark (f.eks. analysen bag den tværministerielle analyse af alternative drivmidler i transportsektoren¹⁴⁴).

Der er opstillet fælleseuropæiske "well-to-wheel" (kilde-til-hjul) analyser, der integrerer hele produktionskæden, men til gengæld ikke integrerer danske forudsætninger godt nok. Der er således et stort behov for at arbejde videre med at få etableret danske analyseværktøjer for hele produktionskæder, idet der specielt er behov for at integrere effekter i jordbrugsproduktionen bedre i analyserne. I de to ovennævnte analyser er således indregnet europæiske standardværdier for lattergasemission fra dyrkning af afgrøderne, men ikke indregnet effekter af ændret kulstoflagring i jorden.

Hvis de bedste teknologispor vælges, er der nemlig gode muligheder for at maksimere bidraget til Kyoto-opfyldelsen og bidrage til opfyldelsen af andre miljøplaner, såsom Vandrammedirektivet og Pesticidhandlingsplanen. Landbrugets udledninger af lattergas og metan indgår som standard i den nationale opgørelse af drivhusgasemissioner. Herudover har Danmark valgt at medregne ændringer i jordens kulstofindhold som en del af Kyoto-forpligtelsen.

Det er vigtigt at forholde sig ikke bare til miljøeffekter af biomasseudnyttelse, men også til effekter på natur og landskab. Der kan nemt opnås positive effekter på en konto og negative på andre. F.eks. kan opnås en stor drivhusgasfortrængning ved dyrkning af energiafgrøder på brakarealer, hvilket på den anden side kan reducere naturværdien af arealerne. Også her er der dog muligheder for win-win-løsninger. F.eks. kan afpudsning af engarealer til energi erstatte eller supplere afgræsning som naturplejeinstrument.

6.2 Den samlede drivhusgas- og energibalance for forskellige bioenergisor

Når energiudbyttet eller drivhusgasfortrængningen af et bioenergisor skal vurderes, er det nettoeffekten, der er interessant, og ikke bruttoeffekten. Det er altså ikke interessant, hvor mange liter biodiesel der kan produceres pr. ha, men hvor mange liter der er tilbage, når man har fratrukket forbruget til produktion af gødning, pesticider, til motordrevne redskaber i marken og til udvinding og raffinering af olien fra frøene.

Der findes forskellige analyser under danske forhold, men ikke nødvendigvis med samme rammebetingelser og forudsætninger, og sjældent dækkende mere end et par enkelte teknologier. Dog er der i forbindelse med den tværministerielle udredning om alternative drivmidler i transportsektoren netop gennemført en sammenlignende analyse af 12 forskellige

¹⁴⁴ COWI for Energistyrelsen, 2007. Rapport om Teknologivurdering af alternative drivmidler til transportsektoren.

teknologispor, hvorfra der nu foreligger en høringsversion¹⁴⁵. Heri konkluderes, at ”Generelt anvendes bioenergi i Danmark indtil videre mest energieffektivt til el- og varmeproduktion”, og at ”Biobrændstoffer kan ved iblanding anvendes her og nu i eksisterende køretøjer og kan vise sig som en mulig overgangsteknologi på vej mod mere langsigtede løsninger, herunder anvendelse af teknologier baseret på brændselsceller og elmotorer i transportsektoren”. Til transportsektoren peger udredningen specielt på det langsigtede potentiale i enten at konvertere til elbiler eller at producere metanol til brændselsceller via termisk forgasning af biomasse, som teknologier der giver en lav drivhusgasemission (tabel 6.1) og forventes at blive samfundsøkonomisk interessante frem mod år 2025. På kort sigt synes biodiesel ifølge udredningen at være det mest interessante bud på et omkostningseffektivt biodrivmiddel, der giver en vis reduktion i CO₂-emissionen.

Tabel 6.1 Forventet emission af drivhusgasser fra forskellige drivmiddelspor i år 2025 pr. GJ mekanisk energi produceret i et køretøj

Drivmiddelspor	Kg CO ₂ -ækv./GJ _{mek}
Fossil diesel	333
Fossil benzin	414
Bioethanol 1. generation	344
Bioethanol 2. generation	330
Biodiesel (RME)	138
Rå rapsolie	138
Naturgas	344
Methanol fra biomasse	63
Brint	402
Elbiler	185
DME	120

Kilde: Energistyrelsen, 2007. Alternative drivmidler i transportsektoren. Udkast til rapport fra den tværministerielle arbejdsgruppe om alternative drivmidler i transportsektoren. I beregningen er inkluderet emissioner fra energiforbruget til produktion af biomasse (og tilsvarende til produktion af fossile drivmidler) samt emission af lattergas ved produktionen af biomasse. Ændringer i jordens kulstofpulje som følge af bioenergiproduktionen er ikke indregnet.

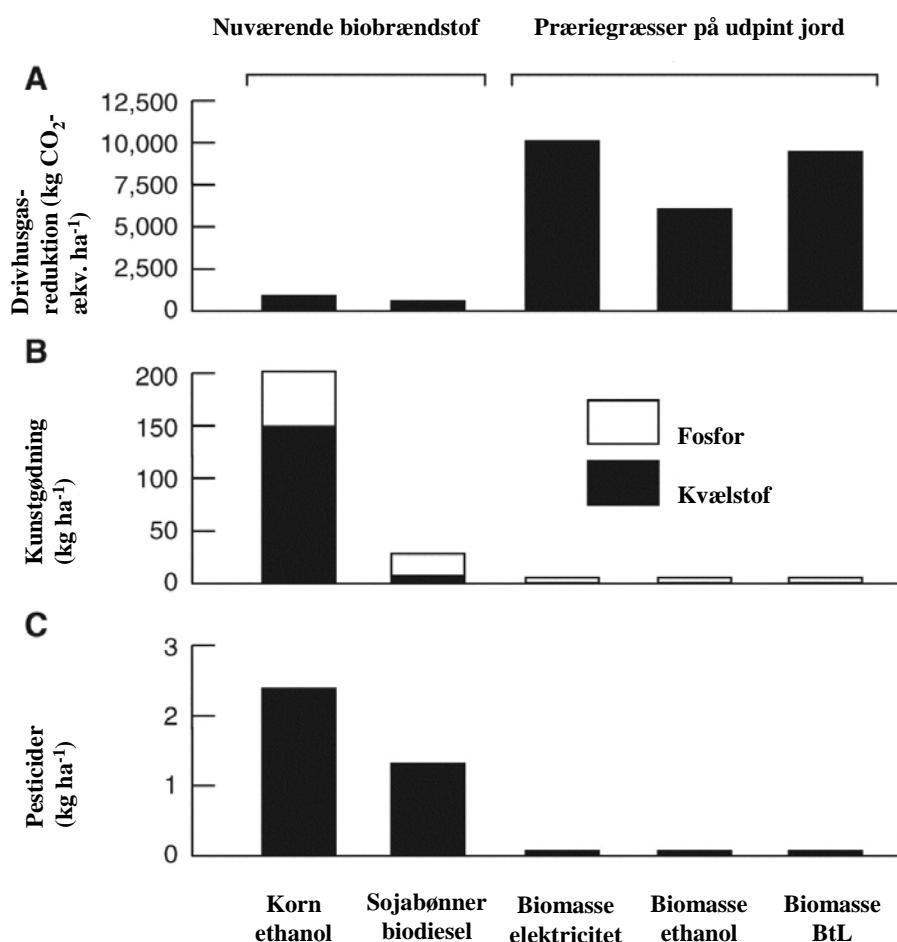
Der findes gode analyser på EU-plan og i nogle af vores nabolande, men det er vigtigt at bruge aktuelle værdier ved en lokal sammenligning af teknologier. Der er således et påtrængende behov for at få opstillet et bredt funderet dansk analyseværktøj, med deltagelse af eksperter på både biomasseproduktion og på konverteringsteknologier. I det følgende vises nogle resultater fra de eksisterende analyser.

En samlet analyse af drivhusgasbalancen kan give overraskende resultater, der er meget anderledes, end hvis fortrængningen af fossil energi ved biomasseudnyttelsen vurderes isoleret.

¹⁴⁵ Energistyrelsen, 2007. Alternative drivmidler i transportsektoren. Udkast til rapport fra den tværministerielle arbejdsgruppe om alternative drivmidler i transportsektoren.

Det illustreres f.eks. af en nylig artikel i tidsskriftet Science¹⁴⁶. Her sammenlignes nettoenergiudbytte og nettodrivhusgaseffekt af traditionelle 1. generations biobrændsler fremstillet ud fra majs eller sojabønner med 2. generations biobrændsler fremstillet på basis af vilde græsblandinger. På trods af større udbytter af majs og soja end af græsser beregnedes op til 50 % større nettooverskud af energi pr. hektar og langt større nettodrivhusgasfortrængning (figur 6.1) med de vilde græsser. Det skyldtes lavere input til den ekstensive dyrkning, mindre procesenergi til anden generations konvertering og en betydelig kulstoflagring under græsserne, der blev dyrket på udpint jord.

Figur 6.1 Sammenligning af nettodrivhusgaseffekt samt forbrug af gødning og pesticider ved traditionelle 1. generations biobrændsler fremstillet ud fra majs eller sojabønner med 2. generations biobrændsler fremstillet på basis af vilde præriegræsser



Kilde: Tilman, D., Hill, J. & Lehman, C., 2006. Carbon-negative biofuels from low-input high-diversity grassland biomass. Science 314, 1598-1600.

¹⁴⁶ Tilman, D., Hill, J. & Lehman, C., 2006. Carbon-negative biofuels from low-input high-diversity grassland biomass. Science 314, 1598-1600.

Under danske forhold er beregnet den samlede drivhusgasfortrængning ved dyrkning af samme mængde energi i tre forskellige dyrkningssystemer: Triticale helsæd, elefantgræs høstet tidlig vinter og elefantgræs høstet forår (tabel 6.2). Afgrøderne blev antaget anvendt til erstatning for naturgas i kraftvarmeanlæg. Når elefantgræs høstes om efteråret opnås et stort biomasseudbytte med et højt vandindhold, mens der ved høst i foråret sker et tab af blade gennem vinteren og der kan høstes tørre strå. Det giver forskelligt energiudbytte pr. ha, men også forskellig effekt på jordens kulstofpulje, på lattergasemission m.m. Beregningen viser, at der ved produktion af samme mængde energi kan opnås over 60 % større drivhusgasfortrængning ved at producere elefantgræs frem for triticale. Det skal dog bemærkes, at der er stor usikkerhed knyttet til beregningen af kulstoflagring i jorden¹⁴⁷, der udgør den største forskel mellem de tre dyrkningssystemer.

Tabel 6.2 Arealkrav til dyrkning af 5 PJ biomasse i forskellige dyrkningssystemer samt den totale drivhusgasreduktion sammenlignet med dyrkning af foderkorn på det samme areal

Arealkrav (ha)	Triticale 32.000	Elefantgræs november 25.000	Elefantgræs april 33.000
<i>Kilotons CO₂-ækvivalenter</i>			
Fossil fortrængning	285	285	285
Reduceret energiforbrug	5	3	18
Reduceret N ₂ O	20	30	36
Kulstoflagring i jord	-45	37	108
Total drivhusgasreduktion	265	355	447
Tons CO ₂ -ækv./ha	8,3	14,2	13,5

Kilde: Olesen, J.E., Andersen, J.M., Jacobsen, B.H., Hvelplund, T., Jørgensen, U., Schou, J.S., Graversen, J., Dalgaard, T. & Fenhann, J., 2001. Kvantificering af tre tiltag til reduktion af landbrugets emission af drivhusgasser. DJF-rapport markbrug nr. 48

Den omfattende europæiske ”well-to-wheels” (kilde-til-hjul) analyse for biobrændstoffer¹⁴⁸ beskriver både nettoenergi og –drivhusgasfortrængning sammenholdt med de forventede omkostninger. I figur 6.2 er således plottet den beregnede CO₂-fortrængning mod omkostningerne pr tons CO₂ fortrængt. De mest interessante løsninger findes i øverste venstre hjørne. Øverst ligger biogas, hvis anvendelse fortrænger flere CO₂-ækvivalenter end anvendelse af fossil energi ville have givet anledning til.

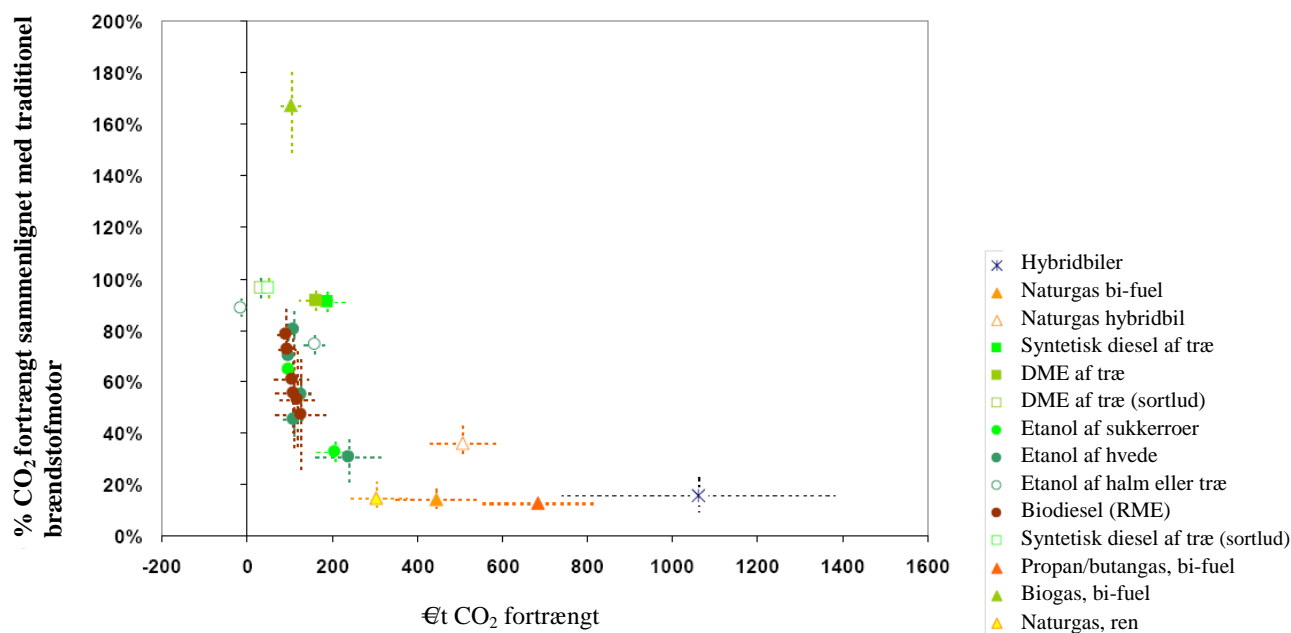
Det skyldes, at udnyttelsen af metan fra husdyrgødning til energi reducerer emissionen af denne stærke drivhusgas og således ikke kun fortrænger CO₂ ved fortrængning af fossil energi. Også fremstilling af DME (dimethylether) via forgasning af træ samt ethanol fremstilling ud fra halm eller træ har stor CO₂-fortrængning til en lav omkostning. Det sidste er i

¹⁴⁷ Hansen, E.M., Christensen, B.T., Jensen, L.S. & Kristensen, K., 2004. Carbon sequestration in soil beneath long-term *Miscanthus* plantations as determined by ¹³C abundance. Biomass and Bioenergy 26, 97-105.

¹⁴⁸ Europæisk analyse af biobrændstoffer, (<http://ies.jrc.ec.europa.eu/wtw.html>)

modstrid med resultaterne i tabel 6.1, og der er således behov for en afklaring af forudsætningerne for de forskellige analyser.

Figur 6.2 Sammenligning af forskellige teknologiers samlede drivhusgasfortrængning som funktion af prisen pr. tons CO₂-ækvivalent fortrængt



Kilde: European Commission, EUCAR, CONCAWE, 2007. Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the european context.

For beskrivelse af de enkelte teknologier henvises til kap. 4. Begrebet "bi-fuel" dækker over køretøjer til både gas og benzin. Sortlud er et biprodukt ved papirfremstilling, som kan udnyttes til biobrændstof.

6.3 Hvad vil en øget produktion af biomasse eller øget udnyttelse af eksisterende biomasse have af miljømæssig betydning?

I det følgende beskrives de miljømæssige effekter på næringsstoffab (N og P), jordens kvalitet/kulstoflagring, pesticidforbrug, vandbalance, natur, landskab og lugt.

Næringsstoffab (N (kvælstof) og P (fosfor))

Det organiske stof i husdyrgødning kan omsættes til energi dels ved biogasbehandling, dels ved afbrænding af fiberfraktionen. Husdyrgødning har tidligere været en stor kilde til nitratudvaskning fra landbruget, men gennemførslen af vandmiljøplaner har reduceret gylleudbringningens bidrag (dybstrøelse og afsætning på græs ikke indregnet) til nitratudvaskningen til ca. 7 % af den samlede udvaskning¹⁴⁹. Dette bidrag kan dog yderligere reduceres ved at

¹⁴⁹ Schou., J.S., Kronvang, B., Birr-Pedersen, K., Jensen, P.L., Rubæk, G.H., Jørgensen, U. & Jacobsen, B. 2007. Virkemidler til realisering af målene i EU's Vandrammedirektiv. Faglig rapport fra DMU nr. 625.

udnytte det organiske stof i gyllen til energi, hvorved det organisk bundne kvælstof mineraliseres eller omdannes til frit kvælstof, således at udnyttelsen af kvælstof i den resterende gyllefraktion kan blive ligeså effektiv som udnyttelsen af handelsgødning. Man skal dog huske, at organisk stof også er meget vigtigt for jordens kvalitet (humusindhold) som dyrkningsmedium (se næste afsnit), og derfor kan man i yderste konsekvens risikere dårligere plantevækst og dårligere næringsstofudnyttelse ved at afbrænde alle gyllefibre og al halm, hvis ikke der iværksættes kompensatoriske tiltag.

I en rapport om mulige virkemidler til opfyldelse af Vandrammedirektivet er gennemført detaljerede modelanalyser af, hvad bioforgasning og afbrænding af gyllefibre vil betyde for nitratudvaskningen. Effekten vil afhænge af hvor effektive de teknikker, der tages i brug, vil være til at omsætte og bortseparere det organiske stof. Desuden vil reduktionen af nitratudvaskningen være større på sandet jord med stort nedbørsoverskud end på lerjord med lille nedbørsoverskud. Endelig opnås større reduktion i nitratudvaskningen ved omsætning af kvæggylle end ved svinegylle.

Under de anvendte forudsætninger beregnedes, som et gennemsnit af jordtyper og klimaregioner og ved omsætning svinegylle, en reduktion i nitratudvaskningen på godt 2 % af totaltilførslen af N i gylle ved at bioforgasse gyllen og på yderligere knapt 2 % ved efterfølgende at afbrænde de afgassede fibre. Der blev også regnet på direkte separation af ubehandlet gylle og afbrænding af fiberfraktionen, hvilket viste en ca. halvt så stor reduktion i nitratudvaskningen som kombineret bioforgasning og separation. Det skyldes, at der ved separation af ubehandlet gylle oftest udbringes en større mængde organisk stof med den tynde fraktion, end efter biogasbehandling.

Ovennævnte effekter forudsætter, at gødsningen tilpasses den øgede udnyttelsesgrad af gyllen efter bioforgasning og/eller afbrænding. Hvis gyllen biogasbehandles uden tilpasning af udnyttelsesgraden kan behandlingen øge nitratudvaskningen¹⁵⁰. Man skal også være opmærksom på, at bioforgasning øger gyllens pH, og dermed risikoen for ammoniakfordampning. Men samtidigt sænker biogasbehandling gyllens viskositet, så gyllen nemmere trænger ned i jorden, hvilket mere eller mindre udligner pH-effekten¹⁵¹.

Der er forventninger, om at separation af gylle eventuel efterfulgt af afbrænding af gyllefibre kan udvikles til at være effektive midler til at nedbringe fosforoverskuddet i husdyrtætte områder, såfremt man når en effektivitet i separationen, der tillader fuldgødsning med husdyrgødningskvælstof samtidig med, at der tæres på jordens fosforpuljer. En sådan situation vil

¹⁵⁰ Jørgensen, U. & Petersen, B.M., 2006. Interactions between biomass energy technologies and nutrient and carbon balances at the farm level. In: Petersen, S.O. (ed.). Technology for recycling of manure and organic residues in a whole farm perspective, DIAS Report 122, 49-56.

¹⁵¹ Birkmose, T. & Petersen, J., 2004. Biogasbehandling. I: Muligheder for forbedret kvælstofudnyttelse i marken og for reduktion af kvælstoftab. DJF Rapport Markbrug 103, 61-66.

muliggøre ”behovsbaseret fosforgødsning” (fosforgødsning der afpasses jordens fosforpulje og afgrødens fosforbehov)¹⁵² på landbrugsjord i husdyrtætte områder. Hvis fosforen i den producerede aske udnyttes, vil landbrugets fosforudnyttelse kunne forbedres betydeligt og tabet af fosfor til vandmiljøet vil på lidt længere sigt kunne mindskes, idet jordens fosforpulje vil kunne reduceres, der hvor puljen er for stor, og husdyrgødningsfosfor vil kunne erstatte handelsgødningsfosfor på andre arealer, hvor der er behov for fosfortilførsler.

Det antages normalt at separation udskiller 60-80 % af fosforen i fiberfraktionen¹⁵³, og efter afbrænding vil fosforen findes i asken. Imidlertid viser nye undersøgelser fra private brug med gylleseparation¹⁵⁴, at det ofte kun er op til 25-40 % af gyllens indhold af fosfor som ender i fiberfraktionen, hvorved en væsentlig mindre del end forventet vil fjernes med denne.

Man skal også være opmærksom på, at fosforets opløselighed reduceres ved afbrænding og herved reduceres plantetilgængeligheden, når asken bruges som gødningsprodukt. Reduktionen i opløselighed og tilgængelighed vil dog variere afhængigt af asketype, forbrændingsteknik, og hvilken type biomasse der afbrændes^{155,156}. Nogle asketyper vil muligvis kunne bruges som gødningsprodukter uden nævneværdig forbehandling udover pelletering. Forsøg hos Kommunekemi viser mulighed for at ”åbne” fosforforbindelserne og reformulere fosforet i mere opløselige former. Samtidig vil uønskede stoffer (f.eks. visse tungmetaller) kunne fjernes, inden fosforen indarbejdes i kommercielle handelsgødninger.

Afbrænding af halm forventes ikke at ændre væsentligt på kvælstofudvaskningen fra landbrugsjorden. Ved nedmuldning af halm om efteråret er blevet registreret en reduktion i nitratudvaskningen i den efterfølgende vinter sammenlignet med fjernelse af halmen¹⁵⁷. Men på længere sigt formodes nedmuldning af halm at bidrage til en svag stigning i kvælstofudvaskningen som følge af et stigende indhold af mineraliserbart organisk stof. For fosfor, betyder udnyttelse af halm til afbrænding, at der fjernes lidt mere fosfor fra arealet, end hvis halmen nedmuldes, og det kan dermed medvirke til at reducere fosforoverskuddet på husdyrgødede arealer dyrket med kornafgrøder.

¹⁵² Poulsen H.D. & Rubæk G.H. (red), 2005. Fosfor i dansk landbrug - Omsætning, tab og virkemidler mod tab. DJF.rapport, husdyrbrug nr 68.

¹⁵³ Birkmose, T., Sørensen, P. & Rubæk, G.H., 2006. Utilisation and losses of nitrogen and phosphorus from field-applied slurry separation products. In: Petersen, S.O. (ed.) 12th Ramiran International conference, Technology for recycling of manure and organic residues in a whole-farm perspective. Vol. I. DIAS report no. 122 p. 163-166.

¹⁵⁴ Petersen, J. & Sørensen, P. (accepted). Loss of nitrogen and carbon during storage of the fibrous fraction of separated pig slurry and influence on nitrogen availability. J. Agric. Sci. Camb.

¹⁵⁵ Rubæk, G.H., Stoholm, P & Sørensen, P. 2006. Availability of P and K in ash from thermal gasification of animal manure. I: Technology for recycling of manure and organic residues in a whole-farm perspective. Vol. II. DIAS report no. 123, 177-180.

¹⁵⁶ Rubæk, G. H., Sørensen, P. Møller, H B. 2007. Er fosfor i aske plantetilgængeligt? I: Sammendrag af indlæg: Plantekongres 2007, 320-322.

¹⁵⁷ Christensen, B.T. & Schjøning, P., 1987. Nedmuldning af halm. Tidsskrift for Planteavl Specialserie, S 1911.

Effekten på næringsstofftab af at dyrke afgrøder til bioenergi afhænger meget af, hvilken arealanvendelse der erstattes. Der har været talt meget om at inddrage en del af Danmarks brakareal til dyrkning af bl.a. energiafgrøder. Da næringsstofftabet er ret lavt fra braklagte arealer (specielt fra permanent brak), vil der oftest være tale om en betydelig stigning i nitratudvaskningen ved opdyrkning, og risikoen for fosfortab øges også. Derimod vil omlægning fra dyrkning af f.eks. raps til spiseolie til raps til biodiesel ikke ændre på dyrkningspraksis og således heller ikke på næringsstofftabet.

Man skal være opmærksom på, at den samlede danske kvælstofgødsning er underlagt et maksimalt nationalt beregningsloft for kvælstof, der fordeles på de enkelte afgrøder ved den årlige normfastsættelse. Som følge af dette maksimale beregningsloft har kvælstofnormerne til landbrugsafgrøder de seneste år reelt været reduceret med mere end de 10 % under økonomisk optimalt niveau, som VMP II har fastlagt. Hvis det dyrkede areal stiger, som følge af opdyrkning af braklagte arealer, vil den maksimale nationale kvælstofkvote med den nuværende beregningsprocedure populært sagt blive smurt tyndere ud over det samlede areal, idet reduktionsprocenten for kvælstofnormerne vil stige. Når opdyrkning af braklagte arealer modsvares af reduceret N-gødsning på alle omdriftsarealer, vil den øgede nitratudvaskning fra de opdyrkede brakarealer modsvares af en mindre nitratudvaskning fra de øvrige omdriftsarealer.

En anden meget afgørende faktor for næringsstoffabet ved dyrkning af biomasse er, hvilken afgrødetype der er tale om. Den store skillelinje går mellem enårige og flerårige afgrøder. De flerårige afgrøder (f.eks. alm. græs eller pil) har et permanent og ofte dybt rodnet, og der er således altid rødder tilstede til at optage det kvælstof, der mineraliseres. Målinger ved DJF har vist meget lav nitratudvaskning fra pil og elefantgræs selv på grovsandet jord og ved gødsning til optimalt niveau¹⁵⁸. I tabel 6.3 er angivet nogle typiske udvaskningstal for forskellige dyrkningssystemer på sandjord. Fraværet af jordbearbejdning og det permanente plantedække minimerer også risikoen for fosforerosion fra flerårige afgrøder.

Tabel 6.3 Typiske niveauer for nitratudvaskning på sandjord

	Nitratudvaskning (Kg N/ha)
Typisk svinebrugssædskifte	60-100
Pil og elefantgræs	15-30
Rotationsbrak	40-50
Vedvarende brak	10-20

Kilde: Egne beregninger. Værdien for et svinebrugssædskifte er beregnet med modellerne SKEP-Daisy og N-LES₃, mens udvaskningen fra pil og elefantgræs er vurderet på basis af målinger ved DJF. Rotationsbrak og vedvarende brak er baseret på tal fra Jørgensen, U., 2004. Udtagning af landbrugsjord. I: Muligheder for forbedret kvælstofudnyttelse i marken og for reduktion af kvælstofstab. DJF Rapport Markbrug 103, 175-179.

¹⁵⁸ Jørgensen U., 2005. How to reduce nitrate leaching by production of perennial energy crops. I: Zhu Z, Miminami K and Xing G (eds.): 3rd International Nitrogen Conference. Science Press, NJ, USA. p. 513-518.

Jordens kvalitet og kulstoflagring

Omdrejningspunktet for bioenergi er et udtræk af organisk bundet kulstof fra jordbruget efterfulgt af den ene eller anden form for afbrænding af kulstoffet. Dette dræn af kulstof vil alt andet lige reducere dyrkningsjordens kulstofindhold. Spørgsmålet er dels, om det er af en størrelsesorden, der har kritisk betydning, dels om alt andet behøver at være lige.

Jordens indhold af kulstof er enormt og har stor betydning for atmosfærens CO₂-indhold. Den årlige udveksling af kulstof mellem land og luft svarer til ca. 8 % af atmosfærens samlede CO₂-indhold, hvilket er ca. 18 gange større end den årlige stigning i atmosfærens indhold¹⁵⁹.

Man skal være opmærksom på, at ændringer i jordens kulstofpulje finder sted over en meget lang tidshorizont, således at ændringer i landbrugspraksis kan give anledning til opbygning eller nedbrydning over en flere hundrede år lang periode, indtil en ny ligevægt opstår¹⁶⁰. Fatale problemer med jordens dyrkningskvalitet vil således normalt først opstå efter en længere årrække, hvis da ikke der er tale om jorder med et i forvejen kritisk lavt kulstofindhold. Det er ikke muligt at angive en fast størrelse for et kritisk kulstofindhold, da det vil afhænge af mange andre forhold i jorden og af intensiteten af den dyrkningsteknologiske indsats¹⁶¹.

En analyse af betydningen af at udnytte halm til energi udført for Energistyrelsen konkluderede, at specielt på lerede jorder med svine- eller planteavlsbrug er halmnedmuldning af afgørende betydning for opretholdelse af jordens dyrkningskvalitet¹⁶². Men samtidig anførtes, at det vil være muligt at kompensere for fjernelsen af halm med øget anvendelse af efterafgrøder. På sandjorder med kvægbrug og dermed græs i sædskiftet fandtes derimod stigende kulstofindhold i jorden.

I forbindelse med analysen af konsekvenser af afbrænding af husdyrgødning vurderedes det at ville kræve omfattende tilpasning i dyrkningspraksis at bibeholde jordens nuværende kulstofindhold, hvis fibre fra husdyrgødning afbrændes¹⁶³. Det hænger bl.a. sammen med, at kulstof tilført med husdyrgødning har op mod dobbelt så stor betydning for jordpuljens lang-

¹⁵⁹ Christensen, B.T., 2005. Kulstof i dyrket jord – vurdering af potentiale for øget lagring. DJF rapport Markbrug nr. 113, pp 103-120.

¹⁶⁰ Christensen, B.T. & Johnston, A.E., 1997. Soil organic matter and soil quality – lessons learned from long-term experiments at Askov and Rothamsted. I: Soil Quality for crop production and ecosystem health. Developments in Soil Science 25, 399-430.

¹⁶¹ Schjøning, P., Christensen, B. T. & Elmholt, S. (reds.), 2004. Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture. Wallingford, UK: CABI Publishing.

¹⁶² Christensen, B. T. (red.). 2002. Biomasseudtag til energiformål - konsekvenser for jordens kulstofbalance i land- og skovbrug, DJF Rapport Markbrug nr. 72.

¹⁶³ Fødevarerministeriet, 2005. Rapport fra arbejdsgruppen om afbrænding af fraktioner af husdyrgødning. www.fvm.dk.

sigtede udvikling, som kulstof tilført med plantemateriale^{164,165}. Det vurderedes således, at kompensation for den nuværende gennemsnitlige tilførsel med husdyrgødning i Danmark vil kræve efterafgrøder i alle marker.

En analyse med bedriftsmodellen FASSET viste i gennemsnit af jordtyper og klimaregioner, at tilførsel af 121 kg N/ha i svinegylle gav anledning til en opbygning af kulstof i jorden. Biogasbehandling betød, at jordpuljen stort set forblev uændret, mens biogasbehandling plus afbrænding af fiberfraktionen gav anledning til en nedbrydning af jordpuljen (tabel 6.4). I modellen antages kulstof tilført med rå gylle og afgasset gylle at have samme omsætningshastighed i jorden, hvilket ikke nødvendigvis er rigtigt, men der findes endnu ikke data herfor. De beregnede årlige ændringer i jordens kulstofindhold er meget små i forhold til jordens totale kulstofindhold, og har således ingen dyrkningsmæssig betydning på kort sigt. På længere sigt kan faldende kulstofindhold dog få alvorlig betydning for jordens dyrkningskvalitet.

Tabel 6.4 Ændringer i jordens kulstofindhold i gennemsnit af en 50-årig periode

	Rå gylle	Biogasbehandlet gylle	Biogasbehandlet gylle, fibre afbrændt
Kg C ha/år	78	-7	-80

Kilde: Jørgensen, U. & Petersen, B. M., 2006. Interactions between biomass energy technologies and nutrient and carbon balances at the farm level. I: Technology for recycling of manure and organic residues in a whole-farm perspective. Vol I : DIAS Report Plant production no. 122, 49-55.

Beregnet med modellen FASSET for et typisk svinebrugssædskifte tilført 121 kg N/ha i svinegylle.

Ved dyrkning af energiafgrøder er det afgørende for vurdering af betydningen for jordens kulstofindhold, om hele afgrøden (helsæd til ethanol) eller kun en fraktion (frø af raps, nedmuldning af halm) udnyttes. En anden væsentlig faktor er, om der dyrkes enårige eller flerårige afgrøder. I dagens landbrug bidrager korndyrkning til en reduktion af kulstofpuljen, mens græsdyrkning bidrager til en opbygning af kulstofpuljen. Det antages, at deciderede energiafgrøder såsom pil, elefantgræs eller rørgræs, der alle er flerårige, ligeledes vil bidrage til at opretholde eller opbygge kulstofpuljen, men der er kun begrænset viden herom¹⁶⁶.

Pesticidforbrug

Energiudnyttelse af husdyrgødning formodes ikke at have nogen direkte betydning for pesticidforbruget. Halmfjernelse kan derimod have en positiv indflydelse på kornsygdomme (bl.a. bygbladplet og skoldplet i byg og hvedebladplet og Fusarium i hvede) i kornrige sæd-

¹⁶⁴ Olesen, J.E., Petersen, S.O., Gyldenkerne, S., Mikkelsen, M.H., Jacobsen, B.H., Vesterdal, L., Jørgensen, A.M.K., Christensen, B.T., Abiltrup, J., Heidmann, T. & Rubæk, G., 2004. Jordbrug og klimaændringer – samspil til vandmiljøplaner. DJF Rapport, Markbrug 109.

¹⁶⁵ Petersen, B.M., Berntsen, J., Hansen, S. & Jensen, L.S., 2005. CN-SIM – a model for the turnover of soil organic matter. In: Long term carbon development. Soil Biol. Biochem., 37, 359-374.

¹⁶⁶ Lemus, R. & Lal, R., 2005. Bioenergy crops and carbon sequestration. Critical Reviews in Plant Sciences, 24, 1-21.

skifter, specielt ved reduceret jordbearbejdning. Ved ukrudtsbekæmpelse med jordmidler som Boxer og Stomp kan halm på eller nær jordoverfladen binde midlerne, således at større dosering kan blive nødvendig¹⁶⁷, hvilket mest er aktuelt ved reduceret jordbearbejdning.

Hvis det organiske stofindhold i jorden på længere sigt bliver kritisk lavt som følge af energiudnyttelsen af halm og husdyrgødning, kan dyrkningssikkerheden dog reduceres med et stigende pesticidbehov til følge.

Dyrkning af energiafgrøder vil påvirke pesticidforbruget. Opdyrkning af brakarealer vil udvide det dyrkede areal og dermed det samlede pesticidforbrug (men ikke det gennemsnitlige behandlingsindeks), hvis da ikke der alene sker en opdyrkning under krav om pesticidfri dyrkning. Ofte vil kvalitetskravene til energiafgrøder være lavere end ved dyrkning af tilsvarende afgrøder til fødevarer, hvilket kan reducere pesticidforbruget. Flerårige energiafgrøder er (bortset fra etableringsfasen) konkurrencestærke overfor ukrudt og har derfor et lavere pesticidbehov. I tabel 6.5 er angivet pesticidbehandlingsindeks fra dyrkning af forskellige energiafgrøder i Danmark, hvoraf dog kun dyrkningen af pil hos Ny Vraa er sket under kommercielle vilkår.

Tabel 6.5 Behandlingsindeks for forskellige energiafgrøder sammenlignet med det nuværende behandlingsindeks for dansk landbrug samt Pesticidhandlingsplanens reduktionsmål

Afgrøde	Behandlingsindeks
Triticale 1997-98	0,9
Triticale 1998-99	0,7
Elefantgræs Foulum, 1993-2000	0,6
Elefantgræs Jyndevad, 1993-2000	1,0
Pil Foulum, 1993-2000	0
Pil Jyndevad, 1993-2000	0,4
Pil Ny Vraa Bioenergi	0,7
Gennemsnit dansk landbrug 2006	2,3
Reduktionsmål	1,7

Kilde: Triticale blev dyrket hos landmænd under "Energiafgrøde-programmet", pil og elefantgræs er dyrket i forsøg ved DJF og pil er dyrket under kommercielle forhold ved Ny Vrå Bioenergi I/S.

Vandbalance

Hvis der på sigt tæres kraftigt på jordens indhold af organisk stof kan den vandholdende evne reduceres. Der vil dog sandsynligvis kun være en mindre kvantitativ indflydelse på den samlede vandbalance for landbrugssystemet.

¹⁶⁷ Kudsk, P. & Mathiassen, S.K., 2006. The influence of straw residues on herbicide activity. I: Tillage systems for the benefit of agriculture and the environment, NJF Report 2 (4), 45.

Et skift i afgrødevalget kan derimod få stor betydning for vandbalancen. Flerårige energiafgrøder har en lang vækstsæson, dyb rodudvikling og er ofte høje, således at atmosfæren har stor kontakt med afgrøden. Det giver mulighed for en stor potentiel fordampning, der kan reducere genopfyldningen af grundvandsmagasiner under energiafgrøderne. Vanding kommer derimod næppe på tale af økonomiske og ressourcemæssige årsager. Vanding af energiafgrøder med delvist rensset spildevand er dog en interessant mulighed, som kan spare rensningsomkostninger og forøge væksten af energiafgrøderne. I Enköping i Sverige renses en stor andel af byens spildevand i pileplantager, og tilsvarende sker i et par svenske landsbyer¹⁶⁸.

Adskillige studier har vist, at specielt pil har et stort vandforbrug^{169,170}. Målinger og modelberegninger ved Forskningscenter Foulum gennem 3 år viste således ca. 100 mm mindre afstrømning fra en pilemark end fra en hvedemark (tabel 6.6). Det vil derfor være problematisk med store pilearealer i områder af Danmark, hvor grundvandskvantiteten er et problem (Østdanmark), mens det næppe vil være et problem i områder med stort nedbørsoverskud (Vestdanmark), hvor det ofte er grundvandskvaliteten, der er det største problem. Elefantgræs har et mindre vandforbrug end pil¹⁷¹, men der savnes endnu indarbejdning af forskellige energiafgrøder i vandbalancemodeller, således at regionale analyser af forskellige energiafgrødescenariers betydning for vandbalancen kan beskrives.

Tabel 6.6 Beregning af afstrømning af jordvand (mm) fra hvede og pil i tre år ved Forskningscenter Foulum

År	Hvede	Pil
<i>Jordvand (mm)</i>		
1993-94	522	404
1994-95	648	537
1995-96	77	0

Kilde: Jørgensen, U. & Mortensen, J. V., 2000. Kombination af energiafgrødeproduktion og grundvandsbeskyttelse. I: Har energiafgrøder en fremtid i Danmark? DJF Rapport Markbrug nr. 29, 97-104

Klimaændringer har over de seneste 30-40 år medført en øget årlig nedbør i Danmark på ca. 100 mm, hovedsageligt i vinterhalvåret. De menneskeskabte klimaændringer forventes at medføre tilsvarende stigninger i fremtiden. Dette kan medføre øget risiko for oversvømmelser af landbrugsarealer og problemer med forhøjet grundvandstand på en række jordtyper. En højere fordampning fra energiafgrøder sammenlignet med almindelige landbrugsafgrøder

¹⁶⁸ Melin, G., Aronsson, P. & Hasselgren, K., 2004. Recycling of wastewater and sludge in Salix plantations, www.shortrotationcrops.org/PDFs/Energiskog-engelsk.pdf

¹⁶⁹ Persson, G. & Lindroth, A., 1994. Simulating evaporation from short-rotation forest: variations within and between seasons. *Journal of Hydrology* 156, 21-46.

¹⁷⁰ Jørgensen, U. & Schelde, K., 2001. Energy crop water and nutrient use efficiency. Report for IEA Bioenergy Task 17, Short Rotation Crops.

¹⁷¹ Jørgensen, U. & Mortensen, J. V., 2000. Kombination af energiafgrødeproduktion og grundvandsbeskyttelse. I: Har energiafgrøder en fremtid i Danmark?. DJF Rapport Markbrug nr. 29, 97-104.

er derfor ikke nødvendigvis et problem, men kan i visse områder være medvirkende til at reducere problemer med vandaflodningen.

Natur

Ønsket om at udvide afgrødearealet i Danmark ved at inddrage brakarealer til produktion af mere biomasse til energi er i konflikt med ønskerne om også at udvide landets naturarealer. Der skal derfor tages en vigtig diskussion om, hvordan disse ønsker skal vægtes. Der kan dog også være muligheder for kombinationer, der både giver biomasseproduktion og naturværdi. Mest indlysende er muligheden for at benytte afpudsning af engarealer til energiformål som et redskab til naturpleje. I forhold til afgræsning kan høst og fjernelse af plantematerialet have den naturmæssige fordel, at der fjernes næringsstoffer fra engene, hvilket kan være vigtigt for at sikre en næringsstoffattig vegetation. I det tilfælde er kombinationen af naturpleje og energiproduktion mest til gavn for naturplejen, da udbytte af biomasse til energi kan forventes at blive lave og høstudgifterne forholdsvis høje.

Brakarealer tilplantet med deciderede energiafgrøder vil ikke være til rådighed som egentlige naturarealer. Der kan dog tilstræbes en miljøvenlig produktion med lavt input af pesticider, således at der sikres en øget biodiversitet. Plantning af flerårige energiafgrøder giver leveduligheder for arter, som ikke trives i enårige afgrøder i landskabet. F.eks. er påvist en betydeligt større forekomst af regnorme i pileplantager end i kornmarker, både hvad angår arter og antal orme, og en tilsvarende, men knap så markant, effekt gjorde sig gældende for mus¹⁷². Visse fuglearter og insekter trives også bedre i flerårige energiafgrøder end i omdriftsmarker¹⁷³, og med flerårig tilplantning af nogle arealer i landskabet kan sikres en øget biodiversitet på landskabsniveau. Mange pilearealer er da også hidtil blevet plantet primært med henblik på at fremme jagtmulighederne.

Ved etablering af pileplantager o.l. skal man være opmærksom på, at der som i skov, er størst artsdiversitet i randen af beplantningen, og det kan tilstræbes at plante i mønstre, der øger randvirkningerne. Det er f.eks. en del af konceptet bag det såkaldte CFE (Combined Food and Energy) system, der er undersøgt ved KU-Life, og som søger at skabe positiv vekselvirkning mellem brede hegn af flerårige energiafgrøder og almindelige fødevareafgrøder¹⁷⁴.

¹⁷² Reddersen, J., 2000. Er energipil for dyr? Dansk BioEnergi 53, 18-19.

¹⁷³ Semere, T. & Slater, F.M., 2007. Ground flora, small mammal and bird species diversity in miscanthus (*Miscanthus x giganteus*) and reed canary-grass (*Phalaris arundinacea*) fields. Biomass and Bioenergy 31, 20-29.

¹⁷⁴ Kuemmel, B., Langer, V., Magid, J., De Neergaard, A. and Porter, J.R., 1998. Energetic, economic and ecological balances of a combined food and energy system. Biomass and Bioenergy 15, pp. 407-416.

Landskab

Dyrkning af energiafgrøder kan have betydelig landskabsmæssig indflydelse. De gule rapsmarker er således meget markante i en periode af foråret, og i England var der en overgang kraftig modstand mod den udvikling. Markant er også effekten af høje afgrøder, som kan skærme for udsynet til dele af landskabet. Det kan man allerede i dag få et indtryk af fra majsmarkerne, som dækker over 130.000 ha af landet. Det er dog kun nogle få måneder om året, at majsmarkerne er høje.

Flerårige energiafgrøder med flere år mellem høsten kan skærme udsynet over en længere periode og derfor virke mere dominerende. Det vil være tilfældet for pil, poppel og andre træagtige energiafgrøder (se figur 6.4). Elefantgræs høstes hvert år, og landskabet vil således være åbent i en periode, hvis længde afhænger af høsttidspunktet (der kan høstes fra september til april). Andre flerårige græsafgrøder, der anvendes til energi, er lavere og kan vælges, hvis der ikke ønskes nogen landskabspåvirkning. Almindelig slætgræs er meget lavt og røgræs, som dyrkes en del i Sverige, bliver ca. 1,5 m højt.

Det er afgørende, at placeringen af energiafgrøder der bliver meget høje, og som vil dominere landskabet lokalt i en længere periode (det forventes, at pilemarker har en omdriftsperiode på 15-25 år), sker med omtanke og med respekt for naboer og herlighedsværdier i landskabet. Der er behov for både diskussion af, hvad der er god og dårlig landskabsindpasning og for analyser af praktiske erfaringer med energiafgrøder i landskabet.

Endelig skal det huskes, at høje energiafgrøder kan benyttes positivt i landskabet, f.eks. til at skjule produktionsbygninger. Og at felter af høje energiafgrøder kan virke afvekslende i nogle landskabstyper. Men disse vurderinger er meget afhængige af øjnene, der ser, samt af den øvrige opfattelse man har af begrundelsen for dyrkningen. Hvis dyrkningen opfattes som et vigtigt element i vores udbygning med vedvarende energi samt et redskab til at minimere næringsstoffabet til vandmiljøet, kan der være en bedre accept af et nyt element i landskabet. Problemstillingen er på mange måder parallel til problemstillingen ved opstilling af landbaserede vindmøller.

Pileavler med etårigt skud fra nye højtproducerende pilekloner.



Kilde: Foto fra Jens B. Kjeldsen. Den kraftige vækst betyder, at man nu ofte høster hvert andet år, da skuddene ellers bliver for kraftige til høstmaskinerne.

Lugt

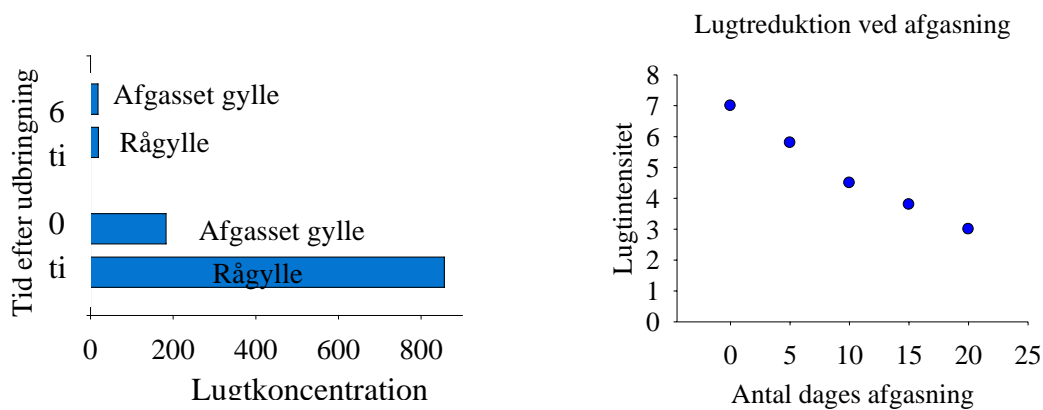
Biogasanlæg kan spille en rolle for begrænsning af lugtemission ved håndtering af husdyrgødning, idet afgangning reducerer gyllens indhold af ildelugtende organiske komponenter (Figur 6.4). En dansk undersøgelse har således vist, at indholdet af de lugtende, fede syrer (VFA) i afgasset gylle var ca. 50 % af indholdet i ubehandlet gylle¹⁷⁵. I en anden undersøgelse var lugtgenerne fra nyligt udbragt, afgasset gylle ca. 25 % af lugten af ubehandlet gylle (Figur 6.4 t.v.). Omvendt kan tilsætning af visse typer industriaffald i biogasanlæg nogle gange medføre større lugtgener end ved anvendelse alene af husdyrgødning.

Man skal dog være opmærksom på, at håndtering af store mængder gylle og anden biomasse på biogasanlæggene kan medføre lugtgener, hvilket ofte har givet anledning til konflikter omkring eksisterende biogasanlæg. Lugtgener omkring biogasanlæg kan imidlertid reduceres

¹⁷⁵ Sommer, S.G. and Husted, S. (1995). Chemical composition of the buffer system in livestock and biogas plant digested slurry. J. Agric. Sci. 124, 45-53.

ved optimering af anlæggene samt ved lufttæt indkapsling af de områder, hvor gyllen og biomasse håndteres. Ved det nye biogasanlæg, sat i drift ved Forskningscenter Foulum i år 2007, er således etableret et barkfilter til rensning af luften fra tanke og driftshaller.

Figur 6.4 Lugtgener ved udbringning af afgasset og ubehandlet gylle (til venstre) og lugtintensitet af afgasset gylle efter stigende antal dages afgang (til højre)



Kilde: Pain, B.F., Misselbrook, T.H., Clarkson, C.R., Rees, Y.J. (1990) Odour and ammonia emissions following the spreading of anaerobically-treated pig slurry on grassland *Biological Wastes* 34, 259-267.

Kilde: Powers, W.J., Horn, H.H. Van, Wilkie A.C., Wilcox, C.J. & Nordstedt, R.A. (1999) Effects of anaerobic digestion and additives to effluent or cattle feed on odor and odorant concentrations. *J. Animal Science* 77, 1412-1421.

6.4 Livscyklusanalyse af biomasseprodukter

Som det fremgår af de ovenstående afsnit sker udnyttelse af biomasse ofte i komplicerede bioenergisystemer, hvor der er tilknyttet et energiforbrug til produktion, transport og forarbejdning af biomassen samt til drift af energianlægget, som bør tages i betragtning ved vurdering af netto-energiproduktionen og netto-drivhusgasudledningen. Dertil kommer, at der er andre, afledte miljøeffekter ved udnyttelse af biomasse til energi, for eksempel tab af luftformige gasser, næringsstoffer eller kemikalier. Såfremt formålet med at producere bioenergi er at reducere udledningen af drivhusgasser, er det vigtigt at tage i betragtning, at produktion af biomasse kan give anledning til udledning af betydelige mængder af bl.a. lattergas og metan.

Desuden er det vigtigt at vurdere, hvilke fossile energisystemer forskellige bioenergisystemer kan erstatte, og hvor meget udledningen af drivhusgasser derved kan reduceres per produceret energienhed. Biomassesystemer, som primært giver energi i form af varme og el, har ikke samme miljøeffekt som biomassesystemer, der erstatter brændstoffer anvendt til transport.

En samlet miljøanalyse af disse forskelligartede effekter kan ske ved Livscyklusvurdering. Grundidéen i Livscyklusvurdering (LCA efter Life Cycle Assessment) er at præsentere de

samlede miljøeffekter ved forbrug af et givet produkt i en form, som inkluderer og aggregerer alle sammenlignelige miljøeffekter igennem produktkæden (f.eks. den velkendte omregning af drivhusgasser - metan, lattergas og kuldioxid - til CO₂ ækvivalenter). Metoder for LCA består af guidelines for afgrænsning af det system og afledte miljøeffekter, som bør inkluderes ved vurdering af et givet produkt samt metoder til at aggregerer forskellige udledninger og ressourceforbrug i miljøeffektkategorier (f.eks. udledning af drivhusgasser i CO₂ ækvivalenter, næringsstofbelastning i NO₃ ækvivalenter og forsuring i NH₃ ækvivalenter).

LCA kan derefter anvendes til at kortlægge, hvor i produktkæden de mest kritiske udledninger findes, således at videre teknologiudvikling eller –valg kan adressere problemet. Endvidere kan miljøpåvirkningerne sammenlignes pr. enhed af forskellige sammenlignelige produkter (f.eks. ”1 Kwh elektricitet” eller ”100 km transport af 10 ton gods” frembragt ved forskellige bioenergisystemer). En given LCA vurdering gælder ved det analyserede teknologistade, og når der sker forbedringer eller ny viden fremkommer, skal altid ske en genberegning. Metoden er yderligere beskrevet på DJFs hjemmeside (www.lcafood.dk).

LCA metoden har i de senere år været anvendt i Danmark og internationalt til at vurdere bioenergisystemer. Flere analyser viser nødvendigheden af at inkludere hele produktionssystemet ved vurdering af energieffektivitet og CO₂-besparelse af bioenergi, herunder at produktion og forbrug af handelsgødning til biomasseafgrøder kan udgøre en væsentlig faktor. I Holland fandtes således (i modstrid med den danske analyse gengivet i tabel 6.1), at nettoenergiproduktion og reduktion i CO₂-udledning var meget lille for raps anvendt til bio-brændstof til biler¹⁷⁶. Også kvælstofgødning til energipil udgør et væsentlig input af fossil energi (37 % af fossil energiforbrug) og påvirkede nettoenergiudbyttet, som dog i alle tilfælde var positivt¹⁷⁷. En amerikansk analyse fandt, at bioethanol fra majs (med og uden anvendelse af stænglerne) i flere scenarier ville give en reduktion i fossilt energiforbrug og reduktion i drivhusgasudledning, men ville øge forsuring og N-udvaskningen¹⁷⁸. Desuden ville høst af stænglerne påvirke kulstoflagringen i jorden, hvilket analysens forfattere fandt burde indregnes.

I et review af 47 miljøvurderinger af bioethanol blev det påpeget, at de fleste studier var begrænset til vurdering af energieffektivitet og drivhusgasudledninger (eller kulstofbalancer), dvs. ikke inkluderede en fuld miljøvurdering¹⁷⁹. Forfatterne konkluderer, at de fleste studier

¹⁷⁶ Hanegraaf, M.C., Biewinga, E.E. and Van der Bijl, G. 1998. Assessing the ecological and economic sustainability of energy crops. *Biomass & Bioenergy* 15 (4/5) 345-355.

¹⁷⁷ Heller, M.C., Keoleian, G.A. and Volk, T.A. 2003. Life cycle assessment of willow bioenergy cropping system. *Biomass & Bioenergy* 25, 147-165.

¹⁷⁸ Kim, S. and Dale, B.E. 2005. Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing bio-fuels: Bioethanol and biodiesel. *Biomass and Bioenergy* 29, 426-439.

¹⁷⁹ Von Blottnitz, H., Curran, M.A., 2007. A review of assessments conducted on bio-ethanol as a transportation fuel from a net energy, greenhouse gas, and environmental life cycle perspective. *Journal Cleaner Production* (15) 607-619.

af bioethanolproduktion viser en svag til stærk reduktion i udledning af drivhusgasser og reduktion i fossilt energiforbrug med sukkerrør som den mest energi- og CO₂-effektive. Forfatterne advarer mod at basere bioenergi politik udelukkende på studier, som kun viser fordele i reduktion af fossil energi og udledning af drivhusgasser og ikke inkluderer andre miljøeffekter såsom næringsstoffab og reduktion i biodiversitet.

Forskningscenter for Økologisk Jordbrug har udgivet en vidensyntese, som analyserer potentialet i at producere rapsolie til egne traktorer på økologiske plantebedrifter samt kløvergræs til biogassfællesanlæg¹⁸⁰. En livscyklusvurdering viste, at begge produktioner gav et energi-overskud, men at det var størst for kløvergræs. Selvforsyning med energi på bedriften kunne opnås ved at allokere under 10 % af arealet til bioenergi produktion. Det samme fandtes i en svensk undersøgelse, hvor godt 9 % af arealet skulle afsættes til raps med henblik på at fremstille RME (Raps Metyl Ester)¹⁸¹. Ved produktion af RME sker en såkaldt esterificering, som kræver anvendelse af kemikalier og elektricitet, hvilket indregnedes i miljøvurderingen. Til trods for disse inputs konkluderedes, at RME var mere energieffektivt til produktion af brændstof til traktorer end bioethanol baseret på hvede eller hjemmeproduceret biogas. Sidstnævnte ansås for mere egnet til el-produktion, således som det sker i Danmark.

En nylig dansk livscyklusvurdering sammenlignede biodiesel produceret fra animalsk fedt (fra døde dyr) med henholdsvis biodiesel fra raps (1. generation) samt bioethanol fra henholdsvis majs kerner, halm og majs halsæd¹⁸². Forfatterne fremhæver, at fordi biomasse samlet set er begrænset, er det vigtigt at prioritere mellem anvendelsen til brændstof til transport og til kraftvarmeproduktion. Og at brændstof til transport produceret ved brug af animalsk fedt giver den største miljømæssige gevinst og mest energieffektive anvendelse, sammenlignet med den traditionelle anvendelse til varme. Derimod anvendes de begrænsede mængder af dyrket biomasse (landbrugsjord) bedst til kraftvarmeproduktion frem for til rapsdiesel og bioethanol.

I de nævnte undersøgelser (og de fleste andre) er ikke inkluderet betydningen af ændret kulstofopbygning i jorden som følge af produktionen af bioenergi, men dette kan have en betydelig indflydelse på sammenligningen mellem forskellige afgrøder og produktionssystemer¹⁸³.

¹⁸⁰ Dalgaard, R., Olesen, J.E., Halberg, N., Berntsen, J., 2004. Miljøeffekter og energibalancer ved energiproduktion på økologiske planteavlsbedrifter. I: Energi i økologisk jordbrug: Reduktion af fossilt energiforbrug og produktion af vedvarende energi. FØJO rapport nr. 19, s. 103-123.

¹⁸¹ Fredriksson, H., Baky, A., Bernesson, S., Nordberg, Å., Norén, O. and Hansson, P.-A. 2006. Use of on-farm produced biofuels on organic farms – Evaluation of energy balances and environmental loads for three possible fuels. *Agricultural Systems* 89, 184-203.

¹⁸² Jensen, K.H. ; Thyø, K. A.; Wenzel H., 2007. Life Cycle assessment of Bio-diesel from animal fat. Report for DAKA, 3rd draft, April, 2007.

¹⁸³ Halberg, N., Dalgaard, R., Olesen, J.E. and Dalgaard, T., 2007. Energy self-reliance, net-energy production and GHG Emissions in Danish organic cash crop farms. *Renewable Agriculture and Food Systems*. Accepted.

Reijnders & Huijbregts¹⁸⁴ vurderer således, at hvis biobrændstof produceret fra korn i fremtiden skal ske ved at inddrage arealer, der nu er beplantet med skov eller eng, vil det medføre et netto-drivhusgasudslip som følge af mindsket kulstoflagring i jorden.

Konkluderende kan det siges:

- at LCA metoden er den mest gennemarbejdede metode til at gennemføre helhedsorienterede miljøvurderinger af bioenergisystemer
- at der er stort behov for at udføre flere sammenlignelige livscyklusvurderinger af forskellige bioenergisystemer i Danmark, idet udenlandske studier ikke nødvendigvis afspejler danske rammebetingelser
- med den nuværende viden er brug af biomasse til drivmidler i form af såkaldt 1. generations biobrændstoffer formentlig ikke en optimal måde at reducere samfundets udledning af drivhusgasser på, når alle miljøaspekter tages i betragtning

6.5 Beregning af samlet effekt på nitratudvaskning og jordens kulstofindhold af et scenarium for kraftigt forøget bioenergileverance fra landbruget

Den samlede effekt på nitratudvaskningen af et scenarium for en 4-5-dobling af leverancen af bioenergi fra landbruget (se nærmere beskrivelse i kap. 5) er kvantificeret i tabel 6.7. Den præcise størrelse af effekterne vil afhænge af en række faktorer, og der er således knyttet betydelig usikkerhed til beregningen. Det er antaget, at den øgede udnyttelighed af bioforgasset gylle inddrages i gødningsplanlægningen, således at tilførslen af handelsgødning reduceres. Hvis ikke det sker, vil ikke opnås en reduktion af nitratudvaskningen ved bioforgasning. Det er endvidere antaget, at dyrkning af afgrøder på brakarealer vil medføre et øget samlet N-forbrug, hvilket dog ikke vil være tilfældet under den nuværende N-normregulering.

Effekten på kvælstofudvaskningen af at ekstensivere vedvarende græsarealer på lavbund og høste græsset til biogas er vanskelig at vurdere, da der ikke findes eksperimentel viden herom. Effekten vurderes dog at være lav, da kvælstofudvaskningen fra gødsket vedvarende græs oftest er lav. Baseret på modelberegninger med N-LES-modellen vurderes ophør med gødsning af de vedvarende græsarealer at reducere udvaskningen med ca. 10 kg N/ha. Ca. 1/3 af det areal, der indgår i scenariet for lavbundsjord er dog i forvejen ugødet brak o.l., og her forventes ikke nogen reduktion i nitratudvaskningen ved at høste græsset. Hvis ikke fiberfraktionen afbrændes efter bioforgasning af græsset risikeres omvendt en vis stigning i udvaskningen fra det areal, hvor det afgassede græs udbringes. Hvorvidt der på deciderede våde enge, som tilføres store mængder næringsstoffer fra oversvømmelse eller drænvand,

¹⁸⁴ Reijnders, L. & Huijbregts, M. A. J., 2007. Life cycle greenhouse gas emissions, fossil fuel demand and solar energy conversion efficiency in European bioethanol production for automotive purposes. *Journal of Cleaner Production*, 15, 1806-1812.

kan opnås en større miljøeffekt ved høst og fjernelse af næringsstoffer er uvist. Effekten vil formodentlig være størst for fosfor.

En gennemførelse af en 4-5 dobbelt biomasseleverance vurderes samlet set at ville reducere nitratudvaskningen på landsplan med mellem 5.000 og 18.000 tons N/år. Til sammenligning er reduktionsmålet for VMP III i 2015 på 21.150 tons N årligt. Om reduktionen bliver stor eller mindre afhænger meget af, hvilke typer energiafgrøder der vælges dyrket. Som det fremgik af tabel 6.3, vil der på sandjord være 50 - 60 kg N/ha større udvaskning ved dyrkning af korn og raps (samme størrelsesorden for majs), end hvis der dyrkes flerårige energiafgrøder. På lerjord er forskellen mindre.

Tabel 6.7 Beregning af effekten på nitratudvaskningen (tons N/år) ved at gennemføre et scenarium for kraftigt forøget bioenergileverance fra landbruget.

Tiltag	Enårige	Flerårige
80 % af kornhalm der ikke bruges til foder og strøelse	~0	~0
80 % af rapshalm der ikke bruges til foder og strøelse	~0	~0
75 % af husdyrgødning afsat på stald til biogas	-3.600	-3.600
Fiberfraktion afbrændes efter afgangning	-3.300	-3.300
100 % af rapsolien til energi	0	0
50 % af brakarealet dyrkes med energiafgrøder	+2.900	+600
15 % af kornarealet dyrkes med energiafgrøder	0	-11.000
75 % af lavbundsarealer med permanent græs til biogas	-800	-800
Total	-4.800	-18.100

Kilde: Baseret på Schou., J.S., Kronvang, B., Birr-Pedersen, K., Jensen, P.L., Rubæk, G.H., Jørgensen, U. & Jacobsen, B. 2007. Virkemidler til realisering af målene i EU's Vandrammedirektiv. Faglig rapport fra DMU nr. 625. Angivet dels for dyrkning af enårige energiafgrøder, dels for flerårige afgrøder.

Den samlede effekt på jordens kulstofindhold af et scenarium for en 4-5 dobling af leverancen af bioenergi fra landbruget er kvantificeret i tabel 6.8. Analyserne for effekten af øget energiudnyttelse af halm og gylle på kulstof i jord er foretaget med samme model og efter samme principper som i det forberedende arbejde i forbindelse med Kyotoprotokollen¹⁸⁵, men med en forenklet national opskalering. Effekterne fremkommer som en differens mellem C-udviklingen under nuværende praksis, og under den formindskede tilførsel af C, som tiltagene om energiudnyttelse af halm og husdyrgødning vil give anledning til.

¹⁸⁵ Gyldenkerne, S., Petersen, B.M. & Olesen, J.E. 2007. Konsekvenser og muligheder ved Danmarks deltagelse i Kyotoprotokollens artikel 3.4 på landbrugsområdet. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr 5, 2007.

Tabel 6.8 Beregning af effekten på dyrkningsjordens kulstofindhold (1000 tons C) ved at gennemføre et scenarium for kraftigt forøget bioenergileverance fra landbruget

Tiltag	Enårige	Flerårige
80 % af kornhalm der ikke bruges til foder og strøelse	-29	-29
80 % af rapshalm der ikke bruges til foder og strøelse	-11	-11
75 % af husdyrgødning afsat på stald til biogas	-106	-106
Fiberfraktion afbrændes efter afgangning	-45	-45
100 % af rapsolien til energi	0	0
50 % af brakarealet dyrkes med energiafgrøder	-22	+24
15 % af kornarealet dyrkes med energiafgrøder	-87	+94
75 % af lavbundsarealer med permanent græs til biogas	?	?
Total	-300	-73

Kilde: Egne beregninger. Effekterne er beregnet som den gennemsnitlige årlige effekt over de første 50 år med øget biomasseudnyttelse. Angivet dels for dyrkning af enårige energiafgrøder, dels for flerårige afgrøder.

Modelberegningen er gennemført for en 50-årig periode fra ændringen af biomasseudnyttelsen igangsættes. Det skal bemærkes, at det i modelberegningen er antaget, at bioforgassede gyllefibre omsættes i jorden med samme hastighed som almindeligt gylletørstof. Det er næppe korrekt, og den beregnede reduktion i kulstofindhold som følge af bioforgasning kan tænkes at være overestimeret, mens reduktionen beregnet for afbrænding af de afgassede fibre kan tænkes at være underestimeret. Ny viden om dette aspekt vil blive opnået i et netop igangsat forskningsprojekt under Fødevarerforskningsprogrammet 2006, hvorefter en mere præcis beregning kan gennemføres.

Effekten af dyrkning af energiafgrøder er baseret på tidligere beregninger foretaget for dyrkning af triticale (enårig) og elefantgræs (flerårig) på sandjord. Der blev beregnet udvikling i kulstofindhold for to høsttidspunkter af elefantgræs, november og april. Ved høst i april er en stor andel af blade og top tabt på jorden og bidrager til kulstofpuljen i jorden. Der blev således beregnet en årlig kulstoflagring på 0,42 t/ha ved novemberhøst og 0,91 t/ha ved høst i april, mens der blev beregnet en årlig nedbrydning af kulstof på 0,39 t/ha ved dyrkning af triticale-helsæd. Ved beregning af samlede scenarieeffekter i tabel 6.8 er benyttet værdien for novemberhøst af elefantgræs, som antages bedst at svare til andre flerårige energiafgrøder som f.eks. pil. Det skal bemærkes, at der er behov for mere viden om effekten af flerårige energiafgrøder på jordens kulstofindhold, og beregningen heraf er derfor temmelig usikker.

Ved høst af græs til biogas fra ugødede arealer forventes en mindre opbygning eller evt. en større nedbrydning af C i jorden end i den nuværende situation. Det er en kombineret konsekvens af, at mere kulstof fjernes fra systemet, og af at der ikke længere gødes. De samlede konsekvenser af at høste græs på lavbundsjord er vanskelige at kvantificere, da der ikke findes forsøgsresultater herom og vi ikke mener at det nuværende modelapparat godt nok kan beskrive effekten. Der er således ikke givet et kvantitativt bud på effekten af høst af

græs på lavbundsarealer i tabel 6.8. Hvis der i stedet for at udnytte eksisterende græsarealer til energi sker en omlægning af lavbundsjordene i omdrift til permanent græs til biogas, forventer vi at der vil ske en stigning i jordens indhold af kulstof.

Hvis ikke der gennemføres kompensatoriske tiltag (f.eks. dyrkning af flere efterafgrøder), vurderes gennemførelsen af en 4-5-dobling af bioenergileverancen fra landbruget at medføre en samlet årlig reduktion i landbrugsjordens kulstofindhold på godt 73-300 kilotons kulstof (svarende til 268-1100 kilotons CO₂) afhængigt af, om der dyrkes enårige eller flerårige afgrøder (tabel 6.8). Størrelsen vil dog også afhænge af, bl.a. på hvilke jordtyper og bedriftstyper de forskellige tiltag vil finde sted, og mere detaljerede scenarieanalyser inklusive følsomhedsanalyser vil være på sin plads fremover.

Efter 50 år vil den øgede halmudnyttelse have forårsaget en nedgang i dyrkningsjordens indhold af organisk stof (beregnet for pløjelaget) på ca. 1,2 %, biogasudnyttelsen reducerer med yderligere 3,2 % og fiberafbrændingen med 1,3 %, i alt 5,7 %. Gennemsnitligt betraget er det ikke alvorligt i forhold til jordens dyrkningskvalitet, men på jorder, der i forvejen har lave indhold af organisk stof kan det være kritisk. Hvis man ønsker at kompensere den samlede reduktion i jordens kulstofpulje ved en 4-5-dobling af biomasseudnyttelsen med dyrkning af efterafgrøder, kan, på basis af de værdier der er benyttet ved analysen af Danmarks Kyotoforpligtelse, beregnes et behov for efterafgrødedyrkning på mellem 0,6 og 2,3 mio. ha. Allerede 0,6 mio. ha, som er nødvendigt ved dyrkning af flerårige energiafgrøder, er tæt på det totale omfang af bare marker om efteråret idag, og en fuldstændig kompensering for nedgangen i jordens kulstofindhold vil derfor blive vanskelig.

Man kan også overveje, om nedgangen i kulstofindhold i jorden overstiger fortrængningen af CO₂ ved udnyttelsen af biomassen. En mere præcis vurdering heraf kræver bl.a. en specificering af, hvilke bioenergiteknologier der anvendes, idet der kan være store forskelle i deres effektivitet (se afsnit 6.2). Det kan dog beregnes, at nedgangen i jordens kulstofindhold svarer til mellem 15 og 20 % af kulstofindholdet i den biomasse, der leveres til energiformål, og hvis der sker en effektiv substitution af fossilt bundet kulstof med biomasse, vil der være mulighed for en betydelig positiv drivhusgasfortrængning.

6.6 Samlet diskussion

Produktion af biomasse, håndtering af biomasse og omsætning af biomasse til energi indebærer effekter på miljøet. Disse effekter skal indgå i en samlet vurdering af bæredygtigheden af bioenergiudnyttelse sammenlignet med andre energikilder. Det er dog vigtigt at bemærke, at produktion af biomasse til energi kan ske med væsentlig mindre miljøpåvirkning end den nuværende produktion af biomasse til foder og fødevarer. Og at der findes biomasse, hvis udnyttelse vil have en umiddelbar positiv effekt på miljøet. Det gælder f.eks. udnyttelse af husdyrgødning til biogas, hvorved emissionen af drivhusgassen metan reduceres og nærings-

stofferne i gødningen efter afgangning udnyttes bedre, således at næringsstoffetab til vandmiljøet kan reduceres.

Hvis de bedste teknologisor vælges, er der gode muligheder for at maksimere bidraget til Kyoto-opfyldelsen og at bidrage til opfyldelsen af andre af vores miljøplaner. I den forbindelse er det vigtigt at understrege, at valg af teknologisor desværre ofte opfattes alene som et valg mellem teknologier til energikonvertering af biomasse. Vurderingen af teknologierne bør rettelig også omfatte dyrkningsmetoderne til biomasseproduktion. Valget af produktionsmetode indebærer nemlig mindst lige så store miljøforskelle, som valget af konverteringsteknologi. Det er således vores opfattelse, at den dag vi får kombineret de mest miljøvenlige biomasseproduktionssystemer med de mest effektive konverteringsteknologier, kan det betragtes som næste generations teknologisor.

Produktion eller udnyttelse af biomasse har meget forskellige effekter på forskellige miljø- og naturparametre, og det er derfor kompliceret at pege på de mest egnede systemer. I tabel 6.9 er på baggrund af oplysningerne i dette kapitel angivet en kvalitativ oversigt over effekterne. Størst positiv effekt på miljø og natur opnås ved ekstensivering af landbrugsjord og høst af græsset som et led i naturpleje. Energiudbyttet ved denne produktion er dog begrænset (se tabel 4.2), og da det ikke forventes, at der må gødes på arealerne, kan de ikke indgå som harmoniareal for landbruget. Produktion af flerårige energiafgrøder indebærer også en række positive miljøeffekter og giver en langt større energiproduktion (se tabel 4.2) end ekstensivering af landbrugsjorden. De flerårige energiafgrøder har et højt vandforbrug, hvilket kan være uheldigt i nedbørsfattige dele af landet, men er uden betydning eller kan være en fordel i nedbørsrige dele af landet. Indpasning af de flerårige afgrøder i landskabet skal dog ske med omtanke, da de bliver høje, og nogle står flere år inden de høstes.

Endelig er der nogle væsentlige fordele ved udnyttelse af husdyrgødning til energi, samtidig med at udnyttelsen ikke lægger beslag på arealer. Både husdyrgødningsudnyttelse og halmudnyttelse vil dog påvirke jordens kulstofpulje negativt, hvilket ved en kraftig udvidelse af udnyttelsen kan kræve tiltag, der sikrer jordens kvalitet som dyrkningsmedium. Det kan f.eks. ske ved udvidet brug af efterafgrøder.

Dyrkning af enårige afgrøder til energi indebærer i de fleste tilfælde ingen positive effekter på miljøet ud over den fortrængning af fossil energi og dermed CO₂ fra atmosfæren, som kan opnås ved anvendelse af en fornuftig konverteringsteknologi. At der alligevel er stor interesse for at producere energi ud fra enårige afgrøder hænger sammen med, at de er velkendte at dyrke for landmanden, indgår i udnyttelsen af husdyrgødningen (harmoniareal) og ikke lægger beslag på dyrkningsarealet mere end et år af gangen, og således sikrer landmanden fleksibilitet i sin driftsplanlægning.

Tabel 6.9 Samlet oversigt over forventede effekter af produktion eller udnyttelse af forskellige former for biomasse fra landbruget til energi

	Drivhusgas- balance	Nærings- stoffab	Kulstof i jord	Pesticid- forbrug	Grundvands- dannelse	Natur	Lugt
Halm	+	0	-	0	0	0	0
Husdyrgødning	++	+	-	0	0	0	+
Enårige energi- afgrøder	+	0	-	(+)	0	0	0
Flerårige energi- afgrøder	++	+	+	+	-	+	0
Ekstensivt græs	++	+	++	++	0	++	0

Kilde: Egne beregninger, Miljø- og natureffekter er vurderet i forhold til et fortsat traditionelt kornsædskifte, (+ betyder positivt for miljø og natur).

Den fremtidige miljøregulering i Danmark vil blive meget målrettet mod de naturelementer, som anses for væsentlige at bevare. Der er således allerede udpeget Natura 2000 områder, hvor der kan forventes krævet særlige hensyn. Ligeledes tilsiger Vandrammedirektivet, at hvert enkelt vandområde i Europa skal opnå ”god økologisk tilstand”. Det er i modsætning til de tidligere nationale vandmiljøplaner, der har haft nationale målsætninger og derfor er blevet reguleret med nationale regelsæt. Dette bliver anderledes fremover, og biomasseudnyttelse eller –produktion kan indgå som regionale virkemidler.

Alt efter de lokale forhold kan det være forskellige af de i tabel 6.9 nævnte natur- og miljøelementer, der er vigtigst at opnå. I Natura 2000 områder kan det være relevant at maksimere naturværdien ved at ekstensivere landbrugsdriften og høste græs og urter til energiformål. I oplande, der afstrømmer til målsatte vandområder eller Natura 2000 områder, kan det være vigtigt at begrænse næringsstoffabet samtidigt med at der sikres mulighed for fortsat landbrugsdrift og omsætning af husdyrgødning. Her kan biogasudnyttelse, afbrænding af fiberfraktionen samt dyrkning af flerårige energiafgrøder bidrage til en løsning. Disse virkemidler er således udpeget blandt de mest omkostningseffektive i en tværministeriel analyse af omkostningerne ved opfyldelse af Vandrammedirektivet¹⁸⁶.

Det kan være af stor betydning for at opnå den maksimale miljøeffekt af et virkemiddel, at det placeres bedst muligt i landskabet. F.eks. minimeres risikoen for fosfortab ved at placere ekstensivering af landbrugsjord i ådale og langs med vandløb og søer, således at brinkerosion og overfladisk afstrømning begrænses, og for ådalenes vedkommende således, at der kan opfanges fosfor på arealet under midlertidige oversvømmelser i vinterhalvåret. I den forbindelse kan det tænkes, at den påtænkte ophævelse af brakforpligtelsen kan erstattes af strategisk placering af ekstensivering og miljøvenlig produktion på et mindre areal end det nuværende brakareal under opnåelse af ligeså store miljø- og naturfordele som nu.

¹⁸⁶ Finansministeriet, Fødevarerministeriet, Miljøministeriet, Skatteministeriet, Økonomi- og Erhvervsministeriet, 2007. Fagligt udredningsarbejde om virkemidler i forhold til implementering af vandrammedirektivet. Rapport fra Finansministeriet, juni 2007.

Kapitel 7 Eksisterende reguleringer med betydning for biomasseområdet

7.1 Indledning

Udbud af og efterspørgsel efter biomasse er hovedsageligt styret af markedet, men på nogle områder er der indført reguleringer, virkemidler mv., der positivt eller negativt påvirker udbudet og efterspørgslen i forskellige led. Den konkrete udformning af det enkelte virkemiddel har betydning for de afledte effekter og eventuelt samfundsøkonomiske forvriddingstab. Endvidere kan det være mere eller mindre specifikt i sin udformning – nogle opsætter overordnede mål uden at angive midlerne til at nå målet, mens andre er meget specifikke i deres udformning.

7.2 Politikker, som berører produktion og udbud af biomasse

EU's fælles landbrugspolitik omfatter bl.a. markedsordninger for de enkelte produkter og har til formål at sikre stabile markeder, sikre forsyninger til rimelige priser samt at sikre landbrugerne en rimelig levestandard.

Den fælles markedsordning for korn benytter flere instrumenter til at regulere markedet, herunder muligheden for intervention samt en fælles import- og eksportordning. Interventionsmekanismen fungerer som et sikkerhedsnet, idet der i et svagt marked er mulighed for at sælge korn til interventionsoplagring. Gennem årene har der lejlighedsvist været opkøbt betydelige mængder korn til intervention, men for tiden er lagrene næsten afviklede. Der er netop vedtaget en ændring til den fælles markedsordning for korn, hvorefter interventionen af majs nulstilles efter 2009. Det medfører mere fri prisdannelse på biomasse i form af kornprodukter, herunder majs, og dermed større markedsorientering for så vidt angår produkterne anvendelse. I sundhedstjekket skal det overvejes at ændre interventionsordningen for korn evt. efter samme model som majs.

Efter gennemførelse af en række reformer i EU er de tidligere relative høje garanterede kornpriser i EU reduceret væsentligt igennem flere år, og landmændene er kompenseret med direkte støtteudbetalinger, der fra 2005 ydes som afkoblet, dvs. produktionsuafhængig, støtte.

Aktuelt kan der konstateres relativt høje kornpriser på verdensmarkedet. Det skyldes et sammenfald af dårligt høstudbytte og øget efterspørgsel, der tillige omfatter korn til fremstilling af biobrændsel. Trods forventning om stigende anvendelse af korn i energisektoren i de kommende år forventes ikke stadigt stigende priser på korn (jf. kap 2.3).

Markedsordningen for sukker (samt isoglucose og insulinsirup) fastsætter produktionskvoter og bestemmelser for anvendelse af sukker produceret ud over kvoten. Markedsordningen fastsætter endvidere en minimumspris for leverede sukkerroer. Produktionen af sukker er således stærkt reguleret. Eksport og import af sukker sker inden for nærmere fastsatte kvoter (WTO aftaler mv.) og med eksportstøtte og importafgifter.

Sukker produceret ud over kvoten kan anvendes af den kemiske industri til fremstilling af en række nærmere definerede produkter, herunder ethanol. Prisen på sukker uden for kvoten, som vil kunne anvendes til fremstilling af ethanol, ligger mellem EU's interne pris og verdensmarkedsprisen. Sukkerroer, som anvendes direkte til fremstilling af ethanol, indgår ikke i opgørelsen af sukkerkvoten.

I 2006 blev der gennemført en reform af markedsordningen for sukker på linie med de reformer, der er gennemført for andre landbrugsprodukter (korn, kød og mælk mv.). Reformen indebærer en reduktion af de garanterede priser for sukker med 36 % over 4 år samt udbetaling af en kompenserende sukkerpræmie til landmændene. I fremtiden kan der forventes yderligere skridt i den retning, således at priserne på sukker tilnærmes verdensmarkedsniveau.

Udtagning af arealer: Som led i EU's landbrugspolitik har der siden reformen i 1992 været pligt til at udtage en vis andel af det såkaldte reformafgrødeareal af landbrugsproduktionen. Udtagningskravet har gennem årene været svingende og har i Danmark senest udgjort ca. 8 % svarende til knapt 190.000 ha. EU's landbrugsministre vedtog på rådsmøde den 26. september 2007 at nulstille udtagningsforpligtelsen for dyrkningsåret 2007-08. Da der i Danmark i 2007 allerede produceres nonfood afgrøder på knapt 40.000 ha, resterer der ca. 150.000 ha, som potentielt kan inddrages til dyrkning. Fødevareøkonomisk Institut har vurderet, at mellem 25.000 og 50.000 ha vil blive inddraget til dyrkning i 2008. Hvis udtagningsordningen i forbindelse med sundhedstjekket af EU's landbrugspolitik i 2008 fjernes permanent, kan opdyrkingen få et større omfang, men en stor del af de resterende arealer består af marginaljorder og relativt små lodder, som det næppe kan svare sig at dyrke.

Tilskud til energiafgrøder: Tilskuddet er en del af EU's landbrugspolitik, hvor der ydes et EU-tilskud på 335 kr. pr. ha ved dyrkning af energiafgrøder inden for en fastsat ramme på 2 mio. ha. Alle landbrugsafgrøder undtagen sukkerroer kan anvendes som energiafgrøder. Kravet er, at der indgås kontrakt med en aftager, der forpligter sig til at producere et godkendt slutprodukt, som f.eks. bioethanol, biogas, elektrisk og termisk energi m.v. Arealet med tilskudsberettigede energiafgrøder i Danmark er steget fra 17.300 ha i 2005 til 47.500 ha i 2007. I 2007 er arealet med energiafgrøder overskredet med ca. en tredjedel, hvilket medfører en tilsvarende reduktion af energitilskuddet pr. ha. På baggrund af den stigende

efterspørgsel på biomasse har Kommissionen i sit oplæg til sundhedstjekket af den fælles landbrugspolitik i 2008 foreslået at fjerne dette tilskud.

Målsætning om reduktion af kvælstofudledning: Som en del af vandmiljøplanerne er der lagt begrænsninger på det samlede nationale kvælstofforbrug. Det betyder, at produktion af biomasse til forskellige formål ud over at konkurrere om det samme areal også skal dele en årligt fastsat gødningsmængde. Målsætningen om reduktion af kvælstofudledning kan således virke som en begrænsende faktor i biomasseproduktionen.

7.3 Politikker, som berører anvendelse af biomasse

Biomasseaftalen

Et bredt flertal stod bag aftalen af 14. juni 1993 (S, RV, KrF, CD, K, V og SF) om den fremtidige biomasseudbygning. Ifølge aftalen skal der fra år 2000 anvendes 1,4 mio. tons biomasse i elforsyningen, heraf 1,2 mio. tons halm og 0,2 mio. tons træflis. Aftalen blev fulgt op af et pålæg efter elforsyningsloven til Elsam og Elkraft i december 1993 om anvendelse af biomasse.

Biomasseaftalen blev justeret i juli 1997, bl.a. således at der blev øget fleksibilitet i forholdet mellem halm og træflis. Samtidig blev parterne enige om, at der i naturgasområderne i den decentrale kraftvarmesektor skulle være mulighed for at anvende biomasseressourcer i kraftvarmeforsyningen, hvis der var et lokalt ønske herom. Såfremt der alene produceres varme er der imidlertid begrænsede muligheder for etablering af større anlæg baseret på biomasse.

Forbud mod afbrænding af halm skal ses i denne sammenhæng og fungerer som et incitament til nyttiggørelse af restproduktet halm. Kravene i medfør af vandmiljøplanerne om grønne marker og efterafgrøder fungerer ligeledes som en slags incitament, da de typisk er uforenelige med afbrænding af halm på marken.

CO₂-afgifter: Energi fra biomasse fortrænger delvis CO₂ og er fritaget for CO₂-afgifter, hvilket har stor betydning for biomassens konkurrenceevne som energikilde i forhold til fossile brændsler.

Tvangsblandinger: Regeringen har fremlagt en målsætning om, at anvendelsen af biobrændstoffer skal nå 5,75 % af det samlede brændstofforbrug i 2010. Dermed er Danmark på niveau med EU's målsætning om, at andelen af biobrændstoffer udgør min. 5,75 % i 2010 og 10 % i 2020. Det er endnu uafklaret, hvordan den tvungne iblanding vil blive iværksat.

Den generelle energipolitik indebærer som nævnt, at der anvendes en vis mængde biomasse i form af halm og flis som brændsler på kraftvarmeverkerne, men indebærer også en slags kvotering af brændselstyperne. Det skyldes, at naturgassen i visse områder ikke må erstattes

med biobrændsler og omvendt. Dette sætter grænser for anvendelse af de forskellige brændselstyper, der allerede er i brug, men virker også som barrierer for inddragelse af alternative energikilder.

Den generelle affaldspolitik er udformet således, at man taler om et affaldshierarki, hvor der ved hjælp af økonomiske virkemidler tilstræbes genanvendelse frem for forbrænding og forbrænding frem for deponering. Imidlertid tages der i den sammenhæng ikke højde for, at mange affaldstyper rent faktisk har en selvstændig værdi som brændsel, ligesom definitionen af hvad, der er egentligt affald, og hvad der kan nyttiggøres (f.eks. som brændsel) er præget af de teknologiske vilkår for 30 år siden, da det nuværende affaldsregime blev introduceret. Et eksempel herpå er husdyrgødning, der – ved afbrænding – defineres som affald, og dermed belastes af en affaldsafgift af en størrelsesorden, der umuliggør driftsøkonomisk lønsomhed.

Certificering af biomasse: Det forventes, at der i EU-regi i løbet af 2008 vil blive udarbejdet et forslag til en certificeringsordning for biobrændstoffer (jf. EU-beslutning om energi fra marts måned 2007). Certificeringsordningen forventes blandt andet at indeholde krav til importerede biobrændstoffer fra lande uden for EU.

Pristillæg til miljøvenlig elproduktion: Der ydes særlige pristillæg til den miljøvenlige elproduktion, der omfatter elproduktion baseret på vind, biobrændsler, biogas, og affald samt på naturgas på mindre værker. En del pristillæg gives som et konstant tillæg mens andre reguleres i forhold til markedsprisen, således at summen af markedspris og pristillæg sikrer producenten en fast afregning.

Tillægget for vedvarende energiproduktion er således en tilskyndelse til at anvende biomasse, husdyrgødning og andet organisk affald i biogasanlæg. Regeringen har fremlagt en målsætning om, at andelen af vedvarende energi skal fordobles og mindst udgøre 30 % i 2025.

7.4. Handelspolitiske aspekter

EU's handelspolitik

Kernen i den fælles handelspolitik er kompetencen til at forhandle og indgå told- og handelsaftaler og gennemføre opfølgende handelspolitiske foranstaltninger. I den forbindelse er EU fortaler for en liberalisering af verdenshandelen og er gået ind i forhandlinger herom med det formål at få hindringerne for en friere handel elimineret. Mest aktuelt ses det ved Doha-forhandlingerne, der foregår i WTO regi. Her har EU bl.a. tilbudt en væsentlig reduktion i tilladt brug af den produktionsrettede landbrugsstøtte, afvikling af eksportstøtten samt en betydelig reduktion af importtolden.

Europa Parlamentet i Strasbourg



Kilde: Molloy Ricky John, Polfoto

Ved overvejelse af virkemidler med henblik på biomasse til energifremstilling vil et af de helt afgørende spørgsmål være de handelspolitiske rammevilkår. Dette gælder ikke blot overvejelser om biomasse, men også aktuelt i forhold til udbud og efterspørgsel af bioethanol og biodiesel som 1. generationsprodukter. Her drejer det sig om at isolere og vurdere de handelspolitiske aspekter, som i høj grad kan sammenfattes i én problemstilling: Forudses biobrændslen og råvarerne til energifremstillingen tilvejebragt fortrinsvis på EU's indre marked eller skal import kunne spille en afgørende rolle? Debatten herom er skudt i gang og fokuserer på, hvor meget EU bør åbne for importen og på hvilke vilkår.

I debatten om handelspolitiske rammevilkår er et tilbagevendende emne præciseringen af eventuelle kriterier, der kan definere standarder for biobrændstof (evt. certificering). Sådanne kriterier er foreslået at skulle omfatte bl.a. hensyntagen til miljø og biodiversitet i produktionen som betingelser for markedsadgang. Endvidere er sikring mod negative konsekvenser for udsatte befolkningsgruppers fødevarerforsyning nævnt som et muligt afgørende hensyn. Det vil være en udfordring at udforme sådanne kriterier, så de bliver operationelle og ikke strider imod EU's forpligtelser under WTO-aftalen.

Aftaler og forpligtelser i WTO-regi

Hovedtrækkene i de relevante regler i landbrugsaftalen under WTO beskrives nedenfor. Indledningsvis bemærkes det, at landbrugsaftalens dækningsområde i det væsentlige er kapitlerne 1-24 i det harmoniserede toldsystem med enkelte tilføjelser. Udgangspunktet er dermed bredt, og selv uden en mere præcis angivelse af, hvilke produkter der sigtes til med begrebet biomasse, skal det her antages, at der i det væsentlige er tale om produkter omfattet af landbrugsaftalen.

WTO's landbrugsaftale er et led i den samlede aftale fra 1994, der afsluttede Uruguay Runden af frihandelsforhandlinger. Hvis den nuværende Doha-forhandlingsrunde (indledt i 2001) kan afsluttes med en ny samlet WTO-aftale, vil det formentlig indebære mere markedsorienterede vilkår for produktion og handel med landbrugsvarer. Nye produkter som f.eks. biomasse til energiformål vil dermed også blive berørt af en ny aftale. Det aktuelle handelsregime skal ses i lyset af dette generelle forbehold. Men hertil kommer også andre forbehold, der har at gøre med produktklassificering og -oprindelse. Betydning og konsekvenser heraf uddybes nedenfor.

Told: På landbrugsområdet opereres der i EU med over 2.200 toldlinier/produkter med toldniveauer, der strækker sig fra 0 % til over 100 %. Den gennemsnitlige told på landbrugsvarer er på ca. 23 %. Det helt generelle sigte med tolden er et traditionelt ønske om at beskytte EU's landbrug og forarbejdningsindustri mod ydre konkurrence. I det perspektiv er told (eller andre handelshindringer) nødvendige, idet europæiske prisniveauer typisk ligger højt nok over verdensmarkedspriser til at kunne tiltrække konkurrerende import. Biomasse kan som udgangspunkt dække et bredt sortiment af produkter, og toldniveauet kan i den forbindelse spænde fra ca. 60 % for en række kornvarer til ca. 170 % for sukker. Toldvariationen er i et noget andet leje for færdigforarbejdet biobrændstof: ca. 6,5 % for industrivaren biodiesel og over 50 % for landbrugsproduktet ethanol. En ny WTO-aftale vil formentlig betyde, at tolden på landbrugsvarer mister en del af sin rolle som handelshindring, idet toldniveauerne som udgangspunkt ventes at blive mere end halveret.

Produkter med oprindelse i de mindst udviklede lande vil som regel kunne indføres toldfrit under en særlig præferenceordning (EBA¹⁸⁷), som EU har med disse. Næsten tilsvarende vilkår gælder importen fra yderligere en gruppe udviklingslande under en anden særlig EU præferenceordning (GSP+¹⁸⁸). EBA-vilkår ventes i 2008 udstrakt til også at gælde samtlige AVS-lande¹⁸⁹. I princippet vil den medfølgende toldfrie adgang til EU også gælde bio-

¹⁸⁷ EBA: Everthing but Arms ordningen.

¹⁸⁸ GSP: Generalized System of Preference - handelsaftale, som sikrer begunstigeelse i form af lavere told typisk til fordel for udviklingslande. EU tilbyder en regulær GSP til udviklingslande med en variant "GSP+" for lande, der imødekommer særlige krav vedr. f.eks. arbejdstagerrettigheder.

¹⁸⁹ AVS lande: Gruppe af Afrikanske, Vestindiske og Stillehavslende, som er tidligere europæiske kolonier og som omfattes af begunstigende systemer af handelsaftaler.

brændsel og biomasse. Men perspektiverne for - og eksportpotentialen fra - disse udviklingslande skal vurderes blandt andet i lyset af den særdeles pris-billige konkurrence fra brasiliansk eksport.

I forhold til toldproblematikken skal det endelig nævnes, at der i WTO-forhandlingerne og i EU har været overvejelser om opdeling af den brede gruppe af øvrige varer end landbrugsvarer i særlige kategorier, hvor toldreduktioner alene kunne forhandles for kategorien. Fiskerivarer er et eksempel på en kategori, der er bragt i forslag. Det er imidlertid i det store og hele blevet ved idéen, og varer uden for landbrugskategorien behandles således i det væsentlige under ét under betegnelsen "Non Agricultural Market Access". Dermed eksisterer der heller ikke et selvstændigt regelsæt for, hvordan et produktområde som biobrændsel håndteres i WTO-sammenhæng. Det skal dog nævnes, at der som en mulig undtagelse til denne hovedregel i WTO-forhandlingerne og i EU er stærke overvejelser om at understøtte det særlige forhandlingsområde, der benævnes "handel og miljø" gennem identificering af produkter, der i særlig grad kan betegnes miljøvenlige. Tanken er, at handelen med sådanne produkter bør kunne fremmes ved særlig toldsækning eller fritagelse. For Brasilien indebærer denne målsætning selvfølgelig interessante perspektiver for eksport af bioethanol. Målsætningen stiller modsvarende EU's prioriteringer af selvforsyning og bæredygtighed på spidsen.

Intern støtte: I WTO's landbrugsaftale omfatter intern støtte såvel prisstøtte som egentlig statsstøtte. I landbrugsaftalen opdeles støtte i handelsforvridende støtte og minimalt/ikke-handelsforvridende støtte. Den mest handelsforvridende støtte er under nuværende regler pålagt budgetmæssige lofter. Som led i en ny WTO-aftale kan dækningsområdet for sådanne lofter ventes udvidet og selve lofterne kan ventes reduceret betydeligt. Den såkaldte minimalt/ikke-handelsforvridende støtte vil fortsat være uden budgetbegrænsning og kan ventes at få voksende opmærksomhed som eneste tilforladelige støttekategori. EU's afkoblede støtte under enkeltbetalingsordningen ventes anmeldt og formentlig accepteret i WTO som minimalt/ikke-handelsforvridende støtte. I WTO-reglerne for intern støtte er der endelig en særlig klausul (den såkaldte Blair House aftale), der begrænser de arealer til hvilke EU kan yde støtte til produktion af oliefrø. Den fortsatte gyldighed af denne aftale er et uafklaret spørgsmål.

For så vidt der også fremover ydes direkte støtte til dyrkning af energiafgrøder på arealer inden for et bestemt maksimum, vil der typisk være tale om en form for støtte, som kan ventes disciplineret og reduceret i en kommende ny WTO-aftale. Dette vil også være i overensstemmelse med generelle danske målsætninger inden for landbrugspolitikken.

Såvel reglerne om minimalt/ikke-handelsforvridende støtte under landbrugsaftalen som de mere generelle WTO-regler om statsstøtte giver nogen adgang til støtte til innovation, forskning og udvikling herunder især på miljøområdet.

7.5 Overordnede aftaler/målsætninger

Der er en række overordnede aftaler/målsætninger på klima-, miljø- og naturområdet, der både kan påvirke og påvirkes af udviklingen i den fremtidige biomasseproduktion.

Klima: Med Kyoto-protokollen har EU forpligtet sig til i perioden 2008-12 at nedbringe udledningen af drivhusgasser til 8 % under niveauet i 1990. Som bidrag hertil har Danmark givet tilsagn om en reduktion på 21 % af udledningen i forhold til niveauet i 1990. Til opfyldelse af den danske reduktionsforpligtigelse kan produktion og udnyttelse af biomasse til energiformål spille en positiv rolle både i henhold til fortrængning af fossile brændsler i energi- og transportsektoren samt i forhold til landbrugets udledning. Til vurdering af effekten af dyrkning af biomasseafgrøder på drivhusgasemissionerne indgår både energiforbruget til produktionen, effekterne på lattergasemissionerne samt kulstoflagring i jorden. Begge de to sidst nævnte indgår i det nationale drivhusgasregnskab.

Miljø (vandmiljø): I aftalen om vandmiljøplan III fra 2004 er der konkrete målsætninger om at nedbringe landbrugets udledning af næringsstoffer. Således skal landbrugets overskud af fosfor halveres frem til 2015 og der skal etableres 50.000 ha randzoner langs søer og vandløb. Udvaskningen af kvælstof skal reduceres med minimum 13 % frem til 2015. Planen skal midtvejsevalueres i 2008 og 2011.

Vandrammedirektivet omhandler fastsættelse af bindende mål for miljøkvaliteten af vandløb, søer, kystområder og grundvand. Målsætningen er, at der senest i 2015 skal være opnået 'god økologisk tilstand' i overfladevand og grundvand. I forlængelse heraf skal der senest ved udgangen af 2008 fastlægges regionale målsætninger for tilstanden i individuelle vand- og naturområder. Dette arbejde pågår pt. og sideløbende hermed arbejdes der på vurdering af virkemidler, der omkostningseffektivt kan gennemføre målsætningerne.

Natur: I EU er der en overordnet målsætning om at stoppe forringelser af biodiversiteten senest i 2010. Et af de vigtigste midler til at opfylde denne målsætning er de såkaldte Natura 2000-direktiver (habitat- og fuglebeskyttelsesdirektivet). Habitat- og fuglebeskyttelsesområderne under Natura 2000 danner tilsammen et økologisk netværk af beskyttede naturområder gennem hele EU.

Pesticidplan 2004-2009: I 2003 blev der indgået aftale om Pesticidplan 2004-2009, heri er der fastsat en målsætning om at nedsætte behandlingshyppigheden til 1,7 senest i 2009 samt fremme omlægning til pesticidfri dyrkning. Tallet for behandlingshyppigheden i 2006 er opgjort til 2,28 og viser et svagt fald i forhold til de seneste år. Slutevalueringen er fremskyndet fra 2009 til 2008.

7.6 Afrunding

Udbud og efterspørgsel efter biomasse til fødevarer, foder, nonfood formål, herunder energi, styres i betydelig grad af markedet, men som det fremgår af kapitlet, er der tale om et særdeles reguleret område. Det gælder både i form af internationale politiske aftaler, herunder handelsforhold, samt i form af direkte og indirekte subsidier.

Der kan dog konstateres 2 hovedtendenser.

Den ene tendens peger på, at de landbrugs- og handelspolitiske rammer bevæger sig mod øget markedsorientering af produktion og handel med landbrugsafgrøder, herunder altså også biomasse.

Den anden tendens peger på øget fokus og opmærksomhed på de miljømæssige og etiske udfordringer, som tegner sig i lyset af den øgede og bredere efterspørgsel efter biomasse, hvor især efterspørgslen efter biomassen til vedvarende energi er kommet i fokus.

Udfordringen bliver at følge konsekvenserne af de 2 hovedtendenser, herunder især at etablere den fornødne konsensus omkring værdisætning af fordele og ulemper ved udviklingen, og i det omfang, at de negative effekter (costs) overstiger de positive effekter (benefits) da at være rede til at gå ind og sætte rammer, som kan sikre en afbalanceret udvikling.

Kapitel 8 Ethiske problemstillinger og biomasse

8.1 Indledning

Grøn biomasse handler om jorden og dermed også om forvaltningen af natur- og energiresourcer. Biomassen er grundlaget for opretholdelse af liv både i relation til produktion af fødevarer og i relation til klodens klima. Biomassen udgør dermed basale eksistensvilkår for både mennesket og andre levende væseners liv.

Den teknologiske udvikling inden for produktion og anvendelse af biomasse skaber nye muligheder og indeholder konsekvenser, som det kan være svært at overskue. De nye muligheder påvirker ressourcer, miljø og samfund forskelligt. Derfor er det relevant at inddrage kriterier for, hvordan vi træffer de bedste valg for menneskeheden, når vi udnytter biomassen.

På baggrund af ovenstående kommer etikken ind i billedet. Grundlaget for etikken i dag er det humanistiske livssyn, der hviler på, at alle mennesker er lige meget værd som mennesker¹⁹⁰. Det betyder også, at spørgsmålet om fordeling af ressourcer udgør et etisk aspekt, i hvert tilfælde i det omfang, hvor menneskers liv og værdighed er truet, f.eks. på grund af sult og ekstrem fattigdom.

Etikken rækker imidlertid længere end blot til mennesket, når vi taler om biomasse, fordi biomassen også udgør livsbetingelser for øvrige levende væsener og i sidste instans for kloden. Det er oven i købet livsbetingelser, der gøres til genstand for menneskets magtudøvelse og politiske beslutninger. Vores ansvar og forpligtelser for alle levende væsener med deres afhængighed af biomasse er derfor uomgængelig, uanset om vi begrundet det ud fra en respekt for alt liv eller ud fra menneskehedens egeninteresse på lang sigt.

8.2 Den globale balance og biomasse

De etiske problemstillinger i det 21. århundrede drejer sig om vores forestillinger om, hvordan vi bør behandle vores planet og dens liv i al sin mangfoldighed. Det vil sige etikken forholder sig til hvilke vilkår, der skal gælde for livet for mennesker, dyr og naturen, inklusive alle dens levende væsener.

De fleste er i dag enige om, at mennesket bør afstemme sine behov med hensynet til naturen. Vi formulerer det bl.a. som krav om bæredygtighed og biodiversitet. Udsigten til en globalt

¹⁹⁰ Fremstillingen af etik er inspireret af ”Etik – en introduktion”, udgivet af Det Ethiske Råd, 1995. I øvrigt takkes lektor Klemens Kappel, medlem af Det Ethiske Råd, for kommentarer til kapitlet. Synspunkterne i kapitlet står alene for projektgruppens regning.

omfattende trussel mod vores natur, klima og miljø udfordrer den måde, hvorpå vi hidtil har produceret til vores samfunds materielle opretholdelse og udvikling. Vi bliver tvunget til at kaste et blik på, hvordan vi bedst kan skabe balance mellem vækst og velstand på den ene side og naturen og dens ressourcer på den anden side.

Balancen er en global dagsorden, både fordi vi produktionsmæssigt befinder os i en global arbejdsdeling baseret på markedskræfternes konkurrence, og fordi naturen og dens ressourcer har en global sammenhæng, hvilket vi ser et tydeligt eksempel på ved klimaforandringer.

Respekten for menneskers lige værd indebærer, at fundamentale rettigheder og livsnødvendige behov får en væsentlig relevans, når der diskuteres fordeling af jordens ressourcer. Mad, klæder og sundhed er fundamentale menneskerettigheder, som ikke nødvendigvis lader sig fuldstændigt forene med f.eks. samfundsskabte behov for brændstof til transport. Da den globale fordeling af politisk og økonomisk magt typisk ikke er koncentreret dér hvor de basale behov er størst, er den globale balance afhængig af, at de politiske systemer kan håndtere en global forståelse for og prioritering af de forskellige behov og hensyn.

Det er f.eks. tænkeligt, at kommercielle interesser vil presse på for at få løst energisituationen ud fra de teknologiske muligheder, uden at der nødvendigvis stilles for mange spørgsmål til, hvad det vil få af betydning for anvendelsen af jorden og bekæmpelsen af sult. I sådanne tilfælde forventes det, at det politiske system går ind og sætter nogle rammer, som kan sikre en afbalanceret løsning.

Biomasse er i sig selv ikke problematisk i forhold til de etiske aspekter. Det problematiske opstår, når der relateres til anvendelsen af biomasse, dvs. hvilke behov biomassen skal opfylde og i hvilket omfang. Dette kan komme i konflikt med både hensynet til naturen og respekten for menneskers lige værd.

Generelt er det etisk uproblematisk at anvende biomasse i form af affaldsprodukter til nyttige formål. At anvende f.eks. biomasse i form af halm til energi strider ikke mod centrale etiske forhold, og det samme gælder anvendelse af f.eks. husdyraffald (gylle, slagteriaffald) til energiformål. Tværtimod vil mange opfatte det positivt, at der sikres størst mulig udnyttelse af affald og restprodukter, som vores produktion af fødevarer og foder ellers giver.

Det etisk problematiske knytter sig primært til øget anvendelse af jord for at kunne producere bioenergi og især energi til transportsektoren, hvis dette sker på bekostning af en forringet mulighed for at dække mere basale menneskelige behov og på bekostning af natur og biodiversitet.

Det problematiske forstærkes af, at dette energiforbrug i forvejen kan anses for at være for højt og i øvrigt er globalt meget skæv fordelt. Ud fra et etisk synspunkt kan jorden betragtes som en ressource, der primært skal anvendes til at skaffe os føden, og så lang tid der på globalt plan findes sult, vil anden produktiv anvendelse af jorden kunne anfægtes som problematisk. Der vil således være ét etisk synspunkt, der ikke accepterer præmissen om, at jorden skal bidrage til at dække brændstofbehov i rige lande, førend den globale sult er udryddet. I stedet vil man ifølge dette etiske synspunkt f.eks. pege på overforbruget af energi i transportsektoren.

En parallel etisk holdning vil pege på, at det globale fødevareforbrug skal omlægges, således at det bliver mindre ressourcekrævende og ikke presser til udpining af jorden eller unødvendig udvidelse af dyrkningsarealet. I den tankegang ligger blandt andet, at den rige verdens høje kødforbrug bør reduceres, fordi dette alt andet lige er mere ressourcekrævende (areal og energi) og desuden til en vis grad belaster miljøet (drivhusgasudledning og gyllehåndtering).

Med det konstante pres for at inddrage nyt land til landbrugsjord aktualiseres en potentiel konflikt i forhold til, at naturen ligeledes tjener til at opfylde rekreative behov. Naturen har en "nytteværdi" for mennesket som rekreativt univers, ikke mindst i takt med den stigende urbanisering. Hvis udvidelse af landbrugsarealet truer herlighedsværdier eller eksotisk natur vil dette ifølge nogle være et etisk dilemma, når der skal afvejes hensyn.

Der knytter sig også et væsentligt etisk aspekt til det sociale område. Sult, fattigdom eller ufrie arbejdsforhold opfattes ud fra en vestlig selvforståelse som noget, der hører fortiden og et lavere civilisationstrin til. I det omfang disse fænomener kan kobles sammen med produktion og handel til dækning af vestlige samfunds behov, vil der rejse sig en etisk debat herom. Den voksende debat om Fair Trade og virksomheders sociale ansvar er udtryk herfor. Debatten er ikke nødvendigvis kun etisk, men kan også handle om politiske og demokratiske værdier. Det skal i den forbindelse nævnes, at FN har sat som målsætning at reducere fattigdommen¹⁹¹. For perioden 1990-2015 er målet at halvere antallet af sultramte og fattige (mennesker med under 1 dollars indkomst pr. dag).

Etiske aspekter kan ikke afgøres på forhånd med et "rigtigt" eller "forkert". Ofte bliver de også brugt om noget, der kan ske på lang sigt. Det gør, at de på den ene side undertiden tilbagevises som "utopiske", "skrækscenarier" eller noget der "ikke er aktuelt lige nu". Men på den anden side kan man hævde, at de etiske aspekter er de helt afgørende i en politisk debat, fordi vi forventer, at politikere vil styre langsigtet og kan præge udviklingen ud fra hvad der tjener menneskeheden og herunder vores sameksistens med naturen bedst. Det er således meget naturligt, at den etiske diskussion løber forud for den politiske beslutning.

¹⁹¹ United Nations: The Millennium Development Goals Report, 2006 (mål nr. 1), www.unmillenniumproject.org/goals/gti.htm

Det skal understreges, at biomasse ikke har sin egen særlige etiske relevans. Biomasse er etisk relevant, fordi det er en økonomisk aktivitet (produktion og forbrug), som på lige fod med øvrige økonomiske aktiviteter udfordrer den måde, hvorpå vi tilgodeser de menneskelige behov og forvalter naturen. Biomassen rammer ned i krydsfeltet mellem menneskelige behov og naturen, fordi biomassen både har betydning for menneskets behov for mad, samfundets behov for energi og planetens behov for balance i naturens kredsløb.

Biomassen er dog ekstra interessant set ud fra et etisk synspunkt, fordi den berører menneskets fundamentale livsvilkår dobbelt: både fødevarer og klima er stærkt afhængig af, hvordan vi producerer og anvender biomasse.

I det følgende uddybes 3 konkrete etiske problemstillinger, som oftest fremdrages i debatten om biomasse og bioenergi. Det er ikke en udtømmende redegørelse, men alene et forsøg på at sætte fokus på nogle af de hyppigst mødte problemstillinger. At sætte fokus på betyder i denne forbindelse også at forsøge at gøre bedst mulig rede for de faktiske forhold, som de etiske problemstillinger drejer sig om. Især når det handler om at afveje interesser og hensyn mod hinanden, er det vigtigt, at forholdene er bedst muligt belyst.

Der er valgt følgende 3 etisk relevante temaer i relation til øget produktion af biomasse:

- Sult og fattigdom
- Fældning af regnskov
- Belastning af natur og landskab

8.3 Sult og fattigdom

Set fra et etisk synspunkt er spørgsmålet om global sult og fattigdom contra bioenergi et af de helt centrale emner, i hvert tilfælde, når man taler om anvendelse af nyproducerede energiafgrøder som sukkerrør, majs og andre kornafgrøder samt olieafgrøder.

Den etiske problemstilling går på, at en udvidet anvendelse af biomasse fra direkte producerede afgrøder på forskellig vis vil påvirke fødevarereproduktionen og adgangen til fødevarer for den fattigste del af den globale befolkning.

Problemstillingen understreges yderligere af, at det fremtidige fødevarerbehov vil stige, ikke bare proportionalt med befolkningsvæksten, men også som følge af den forventede velstandsstigning i en række store udviklingslande som bl.a. Kina og Indien. Den formodede velstandsstigning vil ændre fødevarerforbruget i retning af flere animalske produkter (fra ris til gris) og bidrage til, at det globale areal til fødevarer og foder vil stige.

Internationale organisationer som FAO og OECD er stærkt optaget af emnet, bl.a. med henvisning til, at der fortsat findes 854 mio. underernærede mennesker, heraf alene 820 mio. i udviklingslandene¹⁹².

Fødevarereproduktionen og fødevarerpriser påvirkes af følgende forhold:

- a) Øget efterspørgsel til bioenergi baseret på afgrøder som majs vil føre til prisstigninger, som kan ramme den fattige befolkning, for hvem majs er et vigtigt ernæringsmiddel. Det er især tilfældet i Latinamerika og dele af Afrika. Det vil typisk sige den fattigste del af bybefolkninger, som er afhængig af markedet for at købe fødevarer. Bl.a. er der rapporteret om stigende majspriser i Mexico til skade for den fattigste del af befolkningen, som i høj grad bruger tortillas i den daglige madlavning. Tilsvarende gælder prisen på palmeolie, som er en vigtig spiseolie i Sydøstasien. Med stigende fødevarerpriser vil adgangen til fødevarer blive forringet for de fattigste befolkningsgrupper i byerne.
- b) Øget efterspørgsel på afgrøder, der kan bruges til bioenergi, vil få producenter til at omlægge produktionen af basale fødevarer til højprisafrøder til brug for energiformål. Dette kan i visse tilfælde indebære en mindre produktion af basale fødevarer, som kan få priserne på disse til at stige. I USA forudser flere, at den øgede anvendelse af majs til bioethanol vil få hvedeproduktionen i Midtvesten til at falde drastisk og måske føre til, at korneksport fra dette område vil falde betydeligt¹⁹³. USA er verdens vigtigste eksportør af hvede.
- c) Højprofitable energiafgrøder vil forstærke strukturudviklingen i udviklingslandenes landbrug til gunst for de store og kapitalstærke producenter på bekostning af småbønder, som dermed mister adgangen til jord. Især småbønder, som ikke selv ejer deres jord, er en udsat gruppe i denne strukturudvikling. Dette påvirker i sig selv ikke nødvendigvis den totale fødevarereproduktion, men fordriver småbønder fra den jord, de dyrker og forringer dermed deres adgang til fødevarer. Småbønderne må enten flytte længere bort til nye dyrkningsområder, blive løsarbejdere i jordbruget eller flytte til storbyernes slumkvarterer i forsøget på at finde jobs i den urbane sektor.
- d) Set ud fra et landeperspektiv vil højere fødevarerpriser og høje energipriser især være et problem for lande, som på begge områder er afhængig af import, hvilket navnlig gælder en række af dårligst stillede udviklingslande. De stigende oliepriser har allerede de senere år forværret handelsbalancerne for en række u-lande og dette vil for-

¹⁹² UN-Energy: Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers, April 2007, side 32

¹⁹³ Institute for Agriculture and Trade Policy: Staying Home. How Ethanol will Change US Corn Exports, December 2006, Minneapolis, Minnesota, USA.

stærkes, hvis også importen af basale fødevarer fordyres. Især de olie-importerende lande syd for Sahara kan rammes hårdt, fordi deres eksportindtægter ikke kan følge prisstigningen i importen. Lande som Etiopien, Tanzania, Malawi og Kenya har alle haft relativt stigende handelsunderskud primært som følge af olieprisens stigning fra 22 dollars pr. tønne i juni 2002 til 64 dollars pr. tønne i juni 2006¹⁹⁴. Disse lande er samtidigt afhængige af import af vigtige fødevarer som majs, hvede og ris.

Samlet set bliver fødevarerforsyninger og fattiges adgang til fødevarer udsat for risici, når det globale behov for bioenergi vokser. Det er især tilfældet, hvis der er tale om bioenergi baseret alene på øget anvendelse af ny jord eller ændret anvendelse af eksisterende jord. En øget bioenergi baseret på restprodukter og affaldsprodukter vil derimod ikke udsætte den globale fødevarerproduktion for den samme risiko. Samme risiko gør sig i princippet gældende, hvis det animalske foderforbrug lægger beslag på mere jord, fordi de ekstremt fattige i højere grad er afhængig af vegetabiliske fødevarer.

Det skal understreges, at mange lokale forhold spiller ind på sultproblematikken. Det er ikke kun anvendelsen af jorden, der er afgørende. Hvis f.eks. adgangen til kreditter fra regeringers side favoriserer energiafgrøder eller animalsk foder kan det have en lige så stor påvirkning.

Ligeledes skal det understreges, at stigende priser på fødevarer kan medføre fordele for de små og mellemstore producenter, som er i stand til at markedsføre deres produktion af landbrugsafgrøder. Flere, bl.a. FAO, peger på disse muligheder i diskussionen om biomassen og anfører, at en evt. ende på overproduktionen af fødevarer kan få en prismæssig gunstig effekt for småbønderne, især i den 3. verden. Bliver dette tilfældet, vil det både forbedre fødevarerforsyningerne og afhjælpe fattigdomsproblemet i landdistrikterne.

I det globale perspektiv er fødevarerknaphed dog formentlig en mindre trussel for sulten end de prisstigninger, som fødevarerne udsættes for som følge af ændret konkurrence om jorden. Alene i 2007 forventes de internationale kornpriser at blive op mod 30 % højere end tidligere og kornlagrene er de laveste i 28 år¹⁹⁵. Dette skyldes ikke blot, at en større andel af jorden anvendes til bioenergiafgrøder, men også dårlig høst i 2006 og stigende efterspørgsel på fødevarer som følge af velstandsstigninger. Sultproblemet er således mere et strukturelt fattigdomsproblem end det er et forsyningsproblem.

Et eksempel på at sult mere er et fattigdomsproblem end et forsyningsproblem, findes i Brasilien, som er kendetegnet ved både at have en meget stor, moderne og kraftigt voksende

¹⁹⁴ Målt i % af bruttonationalproduktet er handelsunderskuddet steget i perioden fra 2002 til 2006 med følgende %: Etiopien fra 17 til 25 %, Kenya fra 5 til 15 % og Tanzania fra 7 til 13 % (Beregnet ud fra Regional Economic Outlook. Subsaharan Africa, African Development Bank, 2007)

¹⁹⁵ Høje kornpriser bringer brakmarker i fare, Politiken, den 15. august 2007

landbrugssektor og samtidig at have relativ udbredt fattigdom. Selv om fattigdommen er faldet i perioden fra 1991 til 2000, udgør den rurale fattigdom alligevel 60 % af landbefolkningen i 2000 mod 25 % af bybefolkningen¹⁹⁶. Ud af landets befolkning på 180 mio. er 54 mio. fattige (30 %), fordelt med ca. 19 mio. på landet og ca. 35 mio. i byerne.

Samtidigheden af stærk økonomisk vækst og udbredt fattigdom har kendetegnet Brasilien i årtier og det skal understeges, at den nuværende regering har et klart mål om at reducere fattigdommen. Regeringen har blandt andet iværksat nye ”Nul sult”- programmer til fordel for de fattige. I øvrigt vil en indkomstudligning i Brasilien uden tvivl føre til en vækst i den interne fødevarerefterspørgsel og ad den vej sætte pres på landbrugsproduktionen.

8.4 Fældning af regnskov

Mange NGO’ere og forskningsinstitutioner fremhæver risikoen for et voldsomt pres mod regnskoven, hvis det globale behov for bioethanol bliver dækket af uhæmmet dyrkning af energiafgrøder i tropiske lande. Hovedproblemet i rydning af regnskov er dels, at det kan true det tætte dyre- og planteliv i disse skove, dels at de store regnskove i sig selv har betydning for klimaet og udledningen af drivhusgasser. Endvidere spiller regnskoven stadig en rolle nogle steder for oprindelige befolkningsgrupper.

Globalt set fældes i gennemsnit ca. 13 mio. ha skov om året ifølge FN, hvilket har medført, at 30 % af jordens overflade var dækket af skov i 2005 mod 31 % i 1990¹⁹⁷. Skovarealet i Latinamerika er i denne periode faldet fra 50 til 46 % og i Sydøstasien fra 56 til 47 %¹⁹⁸.

Fældningen af regnskov er især blevet fremhævet som et problem i Brasilien og i sydøstasiatiske lande som Malaysia og Indonesien.

Brasilien

Brasilien er verdens førende eksportør af bioethanol og har siden 1970’erne haft en omfattende produktion af bioethanol baseret på sukkerrør. Ethanolen anvendes primært på hjemmemarkedet, hvor over halvdelen af nye biler er såkaldte flexi-fuels biler¹⁹⁹.

Landet har generelt haft en stærk stigning i sin landbrugsproduktion de seneste 30 år, herunder også af soja, fjerkræ, svin og kødkvæg, hvilket har ført til en kraftig udvidelse af landbrugsarealet.

¹⁹⁶ OECD Policy Reform: Agricultural Policy Reform in Brazil, October 2005. Fattigdom defineres her som en månedlig indkomst på under 75 Reais (ca. 33 US dollars).

¹⁹⁷ United Nations: The Millennium Development Goals Report, 2006, side 16.

¹⁹⁸ Samme, side 16

¹⁹⁹ Marcos de Oliveiros og Yuri Vasconcelos: Revolution in the sugarcane industry, Revista Pesquisa Fapesp, April 2006, Sao Paulo, Brasilien. <http://revistapesquisa.fapesp.br/index.php?art=1685&bd=1&pg=1&lg=en>

Udvidelsen finder sted i form af "the agricultural frontier" som konstant drives mod nord og vest og dermed rammer hele Amazonområdet og det indre bagland mod grænsen op til Bolivia og Paraguay. De store vejbyggerier i Amazonas, den voksende tømmerhugst, søgning efter guld og andre mineraler og anvendelsen af jord som investeringsmiddel i perioder med kraftig inflation er andre faktorer, der har bidraget til ekspansionen.²⁰⁰

De to vigtigste produkter bag landbrugsekspansionen er soja og kvæg. Siden 1980 er der kommet yderligere 14,5 mio. ha til med soja, hvilket gør afgrøden til Brasiliens vigtigste med i alt 22 mio. ha.²⁰¹ Oprindeligt var produktionen lokaliseret i de sydlige delstater af Brasilien, men siden man i midten af 1990'erne fik udviklet en sojabønne, der kan klare det tropiske klima, er sojaekspansionen også nået til Amazonas. I 1980 blev kun 16 % af sojaen dyrket uden for de sydlige delstater, mens det i 2005 var 63 %.²⁰²

I Amazon-området blev kvæghjorden fordoblet fra 26 mio. kvæg i 1991 til 52 mio. i 2001, og sojaarealet voksede med 60 % mellem 1998 og 2002²⁰³. Sojaarealet i de nye områder vokser især dér hvor de billigste transportomkostninger til de store udskibningshavne på østkysten findes, dvs. især langs floderne.

Udvidelsen af landbrugsarealet og tømmerhugsten i Amazon-området har de seneste 30 år ført til en betragtelig reduktion af regnskoven. Ifølge Brasiliens egne officielle data²⁰⁴ drejer det sig om ca. 55 mio. ha (547.000 km², svarende til Frankrigs størrelse) i perioden 1978-2005, det vil sige i gennemsnit knap 2 mio. ha om året.

²⁰⁰ Philip M. Fearnside m fl.: Deforestation in Brazil, Encyclopedia of Earth.,Marts 2007.
http://www.eoearth.org/article/Deforestation_in_Aamzonia.

²⁰¹ USDA: Focus on Brazil, agricultural production and trade, USDA, februar 2006. [Www.fas.usda.gov](http://www.fas.usda.gov)

²⁰² Samme.

²⁰³ Woods Hole Research Center: Agricultural Frontier Explosion in Brazil,
www.whcr.org/southamerica/agri_expans.htm

²⁰⁴ National Institute of Space Research: Deforestation figures for the Brazilian Amazon, 1978-2005, her givet i rainforests.mongabay.com/20brazil.htm.

Sojabønner fortrænger regnskov i Brasilien



Kilde: AP Photo/Alberto Cesar

Brasilianske miljøorganisationer forsøger at skabe debat om problemstillingen. De peger primært på den kraftige vækst i landbrugsproduktionen som den væsentligste årsag til fældningen af regnskov. Fældningen og afbrændingen af skov er den største bidragsyder i Brasilien til udledningen af drivhusgas²⁰⁵, mens udledningen forårsaget af fossilt brændstof er langt mindre, bl.a. som følge af den høje anvendelse af biobrændstoffer i transportsektoren. Greenpeace i Brasilien har advaret om, at selv om der ganske vist er rigeligt med jord til rådhed i Brasilien, skal der ske ændringer i den førte politik, hvis ikke udvidelsen af "the agricultural frontier" skal føre til den helt store ødelæggelse.

Den nuværende brasilianske regering erkender fældningen af regnskoven, men understreger at tempoet i regnskovsfældningen er reduceret siden 2003. Som led i beskyttelsen af regnskoven, har regeringen foreslået, at de rige lande må bidrage finansielt, fordi de med ca. 65 % af udledningen af drivhusgas står med det største ansvar for at redde kloden.

Det kan forekomme overraskende, at landbrugsudviklingen i Brasilien har medført reduktion af regnskoven, fordi landet råder over store jordreserver. Således vurderer bl.a. Foreign Agricultural Service (FAS) i USA, at Brasilien kan opdyrke mellem 145-170 mio. ha jord

²⁰⁵ Claudia Izique: The price of Deforestation, Revista Pesquisa Fapesp, Januar 2005, <http://revistapesquisa.fapesp.br/index.php?art=1390&bd=1&pg=1&lg=en>

med markafgrøder – heraf op til 50-100 mio. ha med sojabønner - mens det brasilianske landbrugsministerium er citeret for at angive jordreserverne til 90 mio. ha.²⁰⁶. Hvad angår sukkerrør mener andre kilder, at Brasilien i løbet af de næste 20 år kan udvide sin produktion til 35 mio. ha²⁰⁷. I betragtning af, at Brasilien udvidede sit sojaareal med ”kun” 14,5 mio. ha i perioden 1980-2005, kan udvidelsen de næste 20 år blive af langt større omfang, hvis ovennævnte forudsigelser holder stik.

Sydøstasien

I Sydøstasien har der især været rejst kritik mod dyrkningen af palmer med henblik på udtræk af palmeolie til biobrændstof. Indonesien og Malaysia står for over 90 % af den globale export af palmeolie og en stigende andel eksporteres til brug for biodiesel. Kina er et voksende marked, men også EU og USA importerer palmeolie fra Sydøstasien. Udover at kunne anvendes til biodiesel er palmeolie et vigtigt element i fødevareforbruget og inden for non-food industrien, bl.a. i den farmaceutiske industri og den hastigt voksende olikemiske industri, som søger at finde erstatning for petrokemiske produkter.

Globalt set anvendes i 2007 ca. 9,9 mio. ha til at producere palmeolie, hvoraf de 4,0 mio. ha ligger i Malaysia, hvor palmeolietræer nu dækker 2/3 af landbrugsarealet²⁰⁸. Indonesien bidrog i 2006 med 3,7 mio. ha palmeolietræer, hvilket er en kraftig udvidelse, da der kun var 1,0 mio. ha i 1995.²⁰⁹

Oliepalmer giver en meget høj ydelse på ca. 3,7 tons pr ha pr. år, mens den for sojaolie ligger på 0,4 tons pr. år. Dette betyder, at mens det globale areal med palmeolietræer kun udgør 4,5 % af det totale areal med vegetabiliske olier, udgør palmeolie 36 % af den globale produktion af vegetabiliske olier.²¹⁰ Et palmeolietræ giver olie i ca. 25 år inden det tages ud af produktionen.

Den hurtige ekspansion i produktionen af palmeolie som følge af gunstige priser medfører kraftige investeringer i produktionen, inkl. tilførsel af udenlandsk kapital, bl.a. kinesisk kapital.

Arealudvidelsen lægger pres på regnskoven, bl.a. på Borneo og Sumatra, som er hjemsted for en lang række sjældne og truede dyrearter, herunder orangutangen. En række miljøorganisationer frygter, at udvidelsen af arealer med palmeolietræer vil fortsætte med at stige og

²⁰⁶ Brazil: Future Agricultural Expansion Potential Underrated, www.usda.gov.pecad2/highlights/2003/01

²⁰⁷ Marcos de Oliveira og Yuri Vasconcelos: Revolution in the sugarcane industry, *Revista Pesquisa Fapesp*, April 2006, Sao Paulo, Brasilien.

²⁰⁸ Oil World 2007, her gengivet i Soyatech: Palm Oil Facts., http://www.soyatech.com/Palm_Oil_Facts.htm

²⁰⁹ Statistics Indonesia, Estates Area by crops, Indonesia 1995-2006, <http://www.bps.go.id/sector/agri/kebun/table1.shtml>,

²¹⁰ Samme

har bl.a. anført, at Indonesiens areal med palmeolietræer kan vokse til 26 mio. ha i 2025 og at hovedparten af lavlandsregnskoven på Borneo og Sumatra vil være væk i 2022²¹¹.

Ifølge FAO har skovfældningen i Indonesien i perioden 1990-2005 været på ca. 28 mio. ha, hvilket gør landet til det mest udsatte land efter Brasilien²¹².

I Indonesien foregår fældningen af regnskoven primært i form af tømmerhugst, som omsættes på det internationale marked. En del af tømmerhugsten foregår illegalt og uden at myndighederne hidtil har været i stand til at få kontrol over situationen. Efter skovfældningen beplantes området med palmeolietræer.

Der gøres imidlertid også forsøg på at etablere en bæredygtig produktion af palmeolietræer, fordi denne vegetabiliske olie både har mange ernæringsmæssige fordele og vide anvendelsesmuligheder i nonfood industrien. Der er etableret en frivillig organisation²¹³, som forsøger at markedsføre palmeolie, der er produceret på bæredygtig vis, dvs. efter bestemte principper og kriterier.

Regeringerne i Malaysia og på Indonesien henviser til nødvendigheden af at udvide deres nationale energiforsyning, hvor netop biodiesel produceret på palmeolie er konkurrencedygtig ved de nuværende og høje priser på fossil olie.

Miljøorganisationen Friends of the Earth, Holland har krævet, at anvendelse af palmeolie som biobrændstof forbydes med henvisning til, at tilplantningen af palmer fører til rydning af værdifulde skovarealer. EU-parlamentet har drøftet et forbud mod import af biobrændstoffer produceret af palmeolie, men begrænsede sig til at opstille krav til, at produktionen skal ske på bæredygtige kriterier²¹⁴.

Forslag til beskyttelse af regnskoven

Blandt internationale miljøorganisationer er der også fokus på fældningen af regnskov. Det europæiske netværk af miljøorganisationer European Environmental Bureau (EEB) har opstillet en række krav til produktion af biomasse til energiformål²¹⁵, blandt andet at:

²¹¹ Orangutan Conservancy: Orangutans and the Rainforest,

http://orangutan.com/orangutans_avoid_palmoil.html

²¹² FAO Global Forest Resources Assessment Report 2005, her citeret i Earth Observatory,

http://earthobservatory.nasa.gov/Library/deforestation/deforestation_update3.html

²¹³ The Roundtable for Sustainable Palm Oil (RSPO)

²¹⁴ Her citeret fra side 9 i Forum for Bæredygtig Udvikling: "Biobrændstoffer, 1. og 2. generation – risici og fordele. En analyse fra 92-gruppen, maj 2007,

²¹⁵ EEB position on biomass and Biofuels: The need for well-defined sustainability criteria, December 2005

- Ingen naturlige økosystemer må omdannes med henblik på produktion af biomasse
- Skove og landbrugsområder må ikke udpines, fordi alt biologisk affald fjernes
- Produktionen må ikke have en negativ effekt på ferskvandsressourcer
- Produktionen må ikke føre til erosion eller forgiftning af jordområder

Det skal bemærkes, at der på G8-topmødet i Tyskland i juni 2007 var enighed om, at et stop for fældningen af regnskov kunne være et betydeligt skridt hen imod reduktion af udledningen af drivhusgasser. I forbindelse hermed arbejder Verdensbanken med at iværksætte et pilotprojekt, som vil belønne lande, der undgår at fælde regnskov, som bl.a. Indonesien, Brasilien og Congo²¹⁶.

I forhold til biobrændstof arbejder EU-kommissionen som nævnt i kapitel 7 med at indføre en certificeringsordning for international handel hermed.

Det må konkluderes, at øget anvendelse af markafgrøder til biobrændstoffer som ethanol og palmeolie direkte eller indirekte lægger pres på uopdyrket jord, herunder blandt andet regnskov. Det er svært at præcisere omfanget af den hidtidige skovfældning som følge af afgrøder til biobrændstoffer og endnu sværere at forudsige omfanget i de følgende år. Der er tale om en kompleks problemstilling, som ikke bare er en konsekvens af den globale markedssituation, men også af de pågældende regeringers landbrugs- og miljøpolitik.

Effekten på regnskoven af øget dyrkning af afgrøder til biobrændstoffer er ikke anderledes end ved andre større ekspansioner i landbrugsproduktionen. Selv i et så stort biobrændstofproducerende land som Brasilien, vil efterspørgslen efter andre afgrøder også udgøre en tilsvarende risiko for regnskoven. Det særlige ved ekspansionen i landbrugsarealet som følge af efterspørgslen efter biobrændstoffer er, at den kan blive af et hidtil uset omfang i løbet af et meget kort tidsrum, som følge af det voksende energibehov og den økonomiske og politiske interesse for at fremme biobrændstoffer ved anvendelse af råvarer, der også tjener som fødevarer.

8.5 Natur og landskab belastes

Ud fra en generel betragtning vil inddragelse af ny jord påvirke naturen negativt, f.eks. ved at reducere biodiversiteten og ved at give negative konsekvenser både for stofkredsløbet i naturen og for landskabets udseende.

Udtagningsforpligtelsen som et element i EU's fælles landbrugspolitik har ikke umiddelbart betydning for dyrkning af nonfood afgrøder, idet pligten til udtagning alene omfatter råvarer

²¹⁶ Ulandsnyt, den 12. juni 2007

til fødevarereproduktionen. Imidlertid vil den generelle efterspørgsel efter og højere priser for biomasseprodukter betyde, at nulstillingen af udtagningsforpligtelsen - foreløbigt for 2008 – vil føre til, at en del af brakjorden vil blive inddraget til landbrugsproduktion.

I Danmark spiller udtagningsforpligtelsen en rolle for plante-, fugle- og dyreliv, idet braklægning i vidt omfang er søgt placeret på arealer, der dels har marginal dyrkningsmæssig betydning og dels stor natur- og landskabsværdi. Frigivelse af sådanne arealer til opdyrkning vil – hvis der er økonomisk grundlag for opdyrkingen – selvsagt være en udfordring for naturen og biodiversiteten, hvis ikke udvidelsen følges op med den nødvendige miljømæssige overvågning.

EU's stats- og regeringsledere besluttede i 2001, at målet for EU-landene skulle være at stoppe tabet af biodiversitet i 2010. Selv om landbruget har nedbragt sit kvælstof- og fosforoverskud er der fortsat et pres for, at yderligere ekstensivering af landbrugsproduktionen er nødvendig, hvis tabet i biodiversitet skal stoppes.

Landskabsværdierne – eller herlighedsværdierne – hænger i høj grad sammen med landbrugs virksomhed. En stor del af disse værdier er knyttet til de kulturlandskaber, der var et resultat af tidligere driftsformer, hvor overdrev-, eng- og hedearealer blev udnyttet til ekstensiv græsning. Om jorden bliver anvendt til konsum- eller nonfood afgrøder er ikke afgørende for landskab og natur, men generelt højere efterspørgsel kan betyde, at der også kan opnås positiv jordrente på arealer med ringere bonitet. Derfor kan der blive behov for en særlig indsats for at sikre natur- og landskabsværdierne.

Højere priser på biomasse kan også bidrage til bevarelse af herlighedsværdi i lokalområder, f.eks. da græsset fra naturarealer kan anvendes i biogasproduktion. Dyrkning af pil eller andre former for flerårige afgrøder kan både have positive og negative konsekvenser afhængig af placeringen i landskabet.

Ser man på natur- og landskabsproblematikken uden for EU og Danmark, er det primært regnskoven og andre oprindelige økosystemer, der drøftes, fordi disse indeholder den største biodiversitet hvad angår dyr, fugle, insekter og planter og desuden dækker hovedparten af de udryddelsestruede arter. Der henvises til det tidligere afsnit om regnskoven.

8.6 Afrunding

Etiske overvejelser er relevante i forbindelse med biomassens produktion og anvendelse som led i en afvejning af interesser og hensyn. Biomassen er særlig relevant fra en etisk synsvinkel, fordi biomassen både vedrører menneskehedens fødevarer-situation og klodens klima- og naturforhold.

Bedømt ud fra økonomisk konkurrenceevne står en række tropiske lande stærkt hvad angår eksport af biobrændstof (eller råvarer dertil), når de rige lande skal forsynes. Dilemmaet er, at selv om der er økonomiske og visse miljømæssige fordele ved en sådan udvikling, så er der også risici ved det i forhold til en række etiske hensyn.

Det kan for det første konkluderes, at de etiske dilemmaer reduceres i det omfang bioenergi produceres på basis af biomasse, som ikke samtidigt tjener som fødevarer eller presser udnyttelsen af jord unødvendigt. Set fra et etisk synspunkt er det således at foretrække at anvende restprodukter fra jordbruget til at dække energibehov frem for landbrugsafgrøder.

For det andet er det indlysende, at en reduktion i energibehovet - frem for alt i transportsektoren - fra et etisk synspunkt vil være mere acceptabelt end ensidig satsning på produktion af biobrændstoffer.

For det tredje er vurderingen, at sultproblemet primært er et strukturelt fattigdomsproblem, som relaterer sig til de ejendomsstrukturer i landbrugssektoren og fordelingspolitiske forhold, der i øvrigt er i de enkelte lande. Produktion af biomasse til bioenergi vil næppe mindske forsyningen af fødevarer, måske snarere tværtimod, fordi højere landbrugspriser kan gøre det mere profitabelt for landmænd i den 3. verden at dyrke jorden med fødevarer. En dansk eller international beslutning om at øge anvendelsen – og importen - af biomasse til biobrændstoffer ses ikke at være den afgørende faktor for omfanget af global sult og fattigdom. Øget verdenshandel fulgt op af nationale jordreformer og indkomstudligninger forekommer at være den bedste kombination til bekæmpelse af global sult og fattigdom.

For det fjerde er der set fra et etisk synspunkt grund til at være betænkelig over de konsekvenser øget jordbrugsproduktion generelt kan få for beskyttelsen af regnskoven, fordi hovedparten af klodens regnskov er placeret i lande, f.eks. Brasilien, Malaysia og Indonesien, der står med stærke konkurrencefordele på landbrugsproduktion generelt og biobrændstof i særdeleshed.

Endelig er der for det femte en række regionale og nationale forhold omkring natur og landskab, som vil påvirkes af øget landbrugsproduktion uanset hvad denne produktion anvendes til. Her kan der opstå et reelt dilemma mellem et globalt forsyningsproblem med fødevarer og et nationalt hensyn til natur- og landskabsforhold. En større produktion af biomasse/fødevarer kan lægge en dæmper på prisudviklingen, men kan stride mod nationale natur- og miljøhensyn. Set fra et etisk synspunkt er begge dele vigtige. Det betyder, at fastholdelse og udvikling af miljøpolitiske instrumenter med relation til landbrugsproduktionen både nationalt og globalt vil være en fortsat stor udfordring.

Kapitel 9 Forsknings- og udviklingsinitiativer

9.1 Indledning

Fødevarerektorens traditionelle rolle som producent af fødevarer, herunder også som producent af foder til den animalske produktion og nonfood produktion er under hastig forandring.

Forandringerne er i et globalt perspektiv afledt af såvel det øgede behov efter foder og fødevarer især på grund af befolkningstilvækst og indkomstudvikling samt fra en udvidet interesse efter nonfood produkter til industrielt brug, f.eks. biologisk baserede kemikalier og lægemidler samt materialer produceret ud fra biomasse frem for f.eks. fossile råvarer som olie. I de seneste år er der herudover på baggrund af klimaproblematikken opstået en udvidet interesse for biomasse både til optag af kulstof (CO₂ lagring) og til energiproduktion, ikke blot til opvarmning, men også til flydende brændsler.

Fødevarerektoren skal derfor i fremtiden ses i et langt bredere biobaseret, økonomisk perspektiv end blot producent af traditionelle fødevarer fra landbrug, gartneri, akvakultur og fiskeri.

Denne udvikling har også betydning for forsknings- og udviklingsindsatsen. Forsknings- og udviklingsindsatsen på fødevarerområdet har - også i Danmark - været rettet mod at sikre bæredygtige løsninger - miljømæssige som økonomiske - på de udfordringer, som samfundsudviklingen har stillet til jordbrugs- og fødevarerproduktionen, der også skal honorere krav til fødevareresikkerhed ("security" og "safety") og fødevarerekvalitet.

De udfordringer og potentialer, som ligger i en udvidet anvendelse af biomasse til nonfood formål er et interaktivt samspil mellem udvikling i den bioteknologiske forskning, klimaudfordringerne og presset på de udtømmelige ressourcer.

Den bioteknologiske forskning giver nogle helt nye muligheder for at målrettet produktion af biomasse til specifikke formål samt anvendelse af den nyproducerede biomasse. Den bioteknologiske forskning rummer også potentialer for helt nye anvendelsesformer for biprodukter fra fødevarerindustrien, således at sidestrømme fra forarbejdning af vegetabiliske, akvatiske og animalske råvarer udnyttes bedst muligt. Hertil kommer de muligheder, der findes i nye anvendelser af biomasse til bioenergi, biobaserede materialer, makrokomponenter (fedtstoffer, proteiner og sukkerstoffer) samt mikrokomponenter (lægemidler, naturmedicin og tekniske enzymer).

Disse potentialer skal udnyttes også i et scenario, hvor fødevaresektoren både skal tilpasses de klimamæssige udfordringer og bidrage til reduktion af drivhusgasudledningen.

Udfordringerne for fødevareerhvervet består for det første i at videreudvikle og forbedre dyrknings- og driftssystemer, herunder afgrødevalg osv., så de negative klimapåvirkninger fra fødevareproduktionen begrænses mest muligt og de positive udnyttes bedst muligt. For det andet er der et betydeligt behov for at foregribe effekterne af klimaændringerne, så fødevareproduktionen fortsat kan foregå bæredygtigt under nye, klimatiske forhold. Der må imødeses en betydelig forskningsindsats for at bevare fødevareerhvervenes evne til også under nye klimatiske betingelser at være konkurrencedygtige både på fødevarer og foderproduktionen, men også på nonfood området, hvis betydning næppe i fremtiden bliver mindre.

Forskning og innovation inden for biomasse kan bidrage til at imødegå en række udfordringer for samfundet, jf. bl.a. beskrivelsen i OECD's Horisontscanningen fra august 2007. Scanningen er udført på anmodning fra Danmark som led i opfølgningen på regeringens globaliseringsstrategi i forbindelse med en vurdering af fremtidige forskningsbehov (FORSK 2015²¹⁷ initiativet).

OECD-scanningen peger på udfordringerne omkring den stigende fødevareefterspørgsel, biologisk baseret alternativ behandling, mad som sygdom og behandling, forsuring, iltsvind, klart vand, klimaforandringer, genanvendelse af "affald", drivhusgasser, fiskebestande på retur, intensiveret husdyrproduktion, klimahøsten, økologiske fødevarer, nonfood-afgrøder til farmaceutisk brug og brændstof m.m., regional udvikling, funktionelle fødevarer samt biotek-afgrøder (GMO-produkter).

Endeligt peges der i scanningen på behovet for at styrke de tværvideenskabelige kompetencer og samarbejdsrelationer, idet den forventede stærke udvidelse af biomasseproduktionen til nonfood området, herunder til vedvarende energi, stiller nye og øgede krav til, at fødevaresektoren kan levere målrettede og anvendelses-specifikke processer og produkter, der optimerer anvendelsen af nonfood produkter.

Der vil således kunne være nogle gode muligheder i at koble de nyere og spændende højteknologiklynger inden for industriel og medicinsk forskning tættere sammen med fødevarer-, foder- og nonfoodområdet, hvor nogle af Danmarks største og mest betydelige industri- og kompetenceklynger allerede findes. Den kobling kan ske gennem en forstærket og koordineret forsknings- og innovationsindsats inden for biomasse i bred forstand, det vil sige inden for fødevarer, foder og nonfood. En tættere forbindelse mellem forskning, innovation, iværk-

²¹⁷ FORSK 2015 er en indsats aftalt i forbindelse med udmøntningen af Globaliseringspuljen, der sigter på at forbedre grundlaget prioritering af strategisk forskning.

sætter og kommerialisering herunder landdistriktsudvikling vil samtidig forbedre Danmarks konkurrenceposition.

I nedenstående afsnit peges der på nogle områder for en sådan indsats.

9.2 Bioteknologisk forskning med fokus på optimeret udnyttelse af biomassen

Det Rådgivende Udvalg for Fødevarerforskning (RUFF) har i den bioteknologiske forskningsstrategi *Værditilvækst og bedre miljø* fra 2006 peget på, hvordan der gennem en intensiv udnyttelse af biomasse og sidestrømme fra jordbrug, akvakultur, gartneri, fiskeri og fødevarerindustri kan opnås større værditilvækst samt opfyldelse af en række samfundsmæssige mål med hensyn til energi, miljø og klima samt udvikling i landdistrikterne.

Udvalget har i sin seneste redegørelse fra september 2007 anført, at strategien stadig er yderst aktuell, men trods de seneste års tematiske satsninger har det vist sig vanskeligt at gennemføre en samlet opfølgning, fordi strategien går på tværs af etablerede strukturer og organisationer.

I strategien fra 2006 er det anført, at der i de senere år er sket en revolution i viden om biologiske processer og dermed også i de bioteknologiske muligheder. På globalt plan går udviklingen mod en biobaseret økonomi, hvor energi, kemikalier, lægemidler og materialer kan produceres ud fra biomasse. En øget udnyttelse af de biologiske råvarer kræver et øget samspil mellem erhvervssektorerne inden for fødevarer, miljø- og energi.

Som eksempler på potentialerne for forskning i biomasse er følgende fremhævet:

Flere produkter fra samme råvare – integreret anvendelse af råvaren

Den stadigt stigende internationale konkurrence gør det nødvendigt at tilpasse vores industrielle produktion. I den nuværende produktionsform oparbejder vi én råvare til bare ét produkt.

Visionen er, at flere højværdiprodukter skal kunne fremstilles ud fra den samme råvare, så vi bedre kan udnytte alle ressourcer, og kan disse højværdiprodukter – i en kædebetragtning – herudover genanvendes i flere led, vil dette yderligere kunne bidrage til ”god ressourceøkonomi”.

Vækst og miljø på samme tid

Danmark kan gå fra en dyr, olieafhængig produktion til en bæredygtig produktion baseret på fornybar biomasse, som f.eks. halm og affald fra industri, jordbrug og fiskeri.

Ved at satse på biomaterialer til byggeri og emballager vil vi kunne reducere CO₂-udledningen. På foderområdet er det muligt at forbedre kvaliteten af det græs, der bruges til kvægfoeder, så både køernes sundhed og mælkeproduktionen forbedres. Samtidig er der en miljøgevinst, fordi man kan bruge færre plantebeskyttelsesmidler, og fordi der bliver mindre udskillelse af næringsstoffer fra køerne.

Forurening af vandmiljøet og udledning af drivhusgasser kan afhjælpes gennem udvikling af bioteknologien - og dermed blive til Danmarks vigtigste konkurrenceparametre i morgen.

Nye muligheder for landbruget, fiskeriet, industrien og for landdistrikterne

Øget bioteknologisk forskning i nonfood og foder vil skabe grobund for et nyt marked med nye aftagere af landbrugets og fiskeriets produkter. Det kan give landbruget bedre muligheder for at klare sig på et verdensmarked, hvor traditionelle landbrugs-, fiskeri- og gartneri-produkter og produktionsmetoder kommer under et stadig mere pres.

Nye og bedre produkter til forbrugerne

Naturens stoffer og biologiske processer kan erstatte kemikalier og tilsætningsstoffer i fødevarer og forbrugsgoder. Eksempelvis farlige blødgørere, der findes i legetøj, badebassiner og andre produkter. Vi kan skåne miljøet og fremme borgernes sundhed ved at udnytte restprodukter fra f.eks. fiskeriet til at fremstille nye lægemidler eller vaskepulver, der vasker rent ved lavere temperaturer.

Sammenfatning

RUFF har givet konkrete bud på, hvordan bioteknologisk forsknings mange potentialer bedst kan realiseres. De er beskrevet i de to bioteknologiske forskningsstrategier for henholdsvis fødevarer, nonfood og foder²¹⁸.

Forskningen vil fremme en bæredygtig jordbrugsproduktion, der reducerer ressourceforbruget og skåner miljøet mest muligt, og som er til gavn for befolkningens velfærd og livskvalitet. Samtidig vil forskningen være fundamentet for en betydelig eksport af biobaserede produkter, viden og teknologi til den øvrige del af verden. Med andre ord vurderer udvalget, at der skal satses målrettet på bioteknologisk forskning i fødevarer, nonfood og foder, hvis vi vil realisere visionen om at få Danmark helt i front i den globale, biobaserede økonomi.

²¹⁸ *Sunde, sikre og velsmagende fødevarer – en bioteknologisk forskningsstrategi for fødevarerområdet*. Det Rådgivende Udvalg for Fødevareforskning, 2004. Se: <http://www.netpublikationer.dk/DFFE/3859/>
Værditilvækst og bedre miljø – en bioteknologisk forskningsstrategi for nonfood og foder. Det Rådgivende Udvalg for Fødevareforskning, 2006. Se: <http://www.netpublikationer.dk/DFFE/6397/>

9.3 Forskningspolitiske rammer

Universiteterne, erhverv og myndigheder har på biomasseområdet tradition for et tæt samarbejde. En øget udnyttelse af de biologiske råvarer kræver imidlertid et øget tværfagligt samspil mellem de forskellige sektorer, f.eks. til energisektoren, hvis der er tale om biomasse til energi.

Universiteterne har mulighed for igangsætning af en strategisk satsning på biomasseområdet via egne midler kombineret med midler fra forskningsrådssystemet, EU's rammeprogram, sektorministerierne og erhverv. Hertil kommer, at sektorministerierne i forbindelse med aftaler med universiteterne om forskningsbaseret myndighedsbetjening kan prioritere temaer.

Forskningen sker på alle niveauer



Kilde: DJF, 2004, (FVM mediedatabase), Forskning

Potentialet på biomasseområdet (bl.a. i et klimatisk perspektiv) forventes desuden at indgå i den igangværende proces i projektet FORSK 2015²¹⁹ om identifikation og kvalifikation af behovene for strategiske forskningsprogrammer, der skal munde ud i et solidt fremadrettet besluningsgrundlag for den politiske prioritering af strategiske forskningssatsninger på de kommende år, herunder i forbindelse med udmøntning af globaliseringspuljen. Muligheden for en forstærket og koordineret indsats inden for biomasseforskning, -innovation og -iværksætterier både nationalt og på EU-plan kunne overvejes i dette projekt.

²¹⁹ FORSK 2015 er en indsats aftalt i forbindelse med udmøntningen af Globaliseringspuljen, der sigter på at forbedre grundlaget prioritering af strategisk forskning.

På EU plan er der på initiativ fra det tyske formandskab publiceret et såkaldt "Cologne Paper" i forbindelse med en konference om "En Route to the Knowledge-Based Bio-Economy" (KBBE) den 30. maj 2007. KBBE er defineret som: "transforming life science knowlegde into new, sustainable, eco-efficient and competitive products". Anerkende eksperter fra universiteter og industrien har bidraget til publikationen.

Publikationen og det videre arbejde i KBBE netværket kan anvendes ved en målrettet søgning under 7. rammeprogram for forskning og udvikling, hvor flere af forskningsområderne er relevante for den biobaserede økonomi.

9.4 Forskningsmiljøer

Hovedparten af forsknings- og udviklingsindsatsen i Danmark på biomasseområdet er af historiske grunde tæt tilknyttet til Fødevarerministeriet og de universiteter, hvor Fødevarerministeriets sektorforskningsinstitutioner nu indgår, dvs. DJF på Aarhus Universitet, DFU på Danmarks Tekniske Universitet og det jordbrugsvidenskabelige miljø på KVL, som nu er en del af Københavns Universitet.

Der er imidlertid tætte bånd til beslægtede forskningsmiljøer, der er stærke på forskningsdiscipliner, der på parallelle områder arbejder med lignende problemstillinger eller discipliner, der er nødvendige forudsætninger for fødevarerforskning.

Koordinationen og samarbejdet med sådanne nationale og internationale forskningsmiljøer på universiteter og i industrien kan blandt andet sikres via målrettede programmer, der bringer de mest kompetente og relevante kemiske, biologiske, jordbrugs- og samfundsfaglige samt teknisk orienterede miljøer tæt sammen til løsning af konkrete anvendelsesorienterede problemstillinger. Et samarbejde på tværs af institutioner i Danmark - og inden for EU - giver forskningsmiljøer med tilstrækkelig tyngde til at kunne være blandt de bedste i verden.

Som eksempel på et tværgående dansk program kan nævnes et projekt under VMP III forskningsprogrammet, der i 3 delprojekter søger at identificere nye muligheder for udtræk af salgbare næringsstoffer og energi fra husdyrgødning.

I projektet deltager forskningsmiljøer ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, Aalborg Universitet og Fødevarerøkonomisk Institut samt erhvervspartnerne fra Dansk Svineproduktion, Landscentret, Kemira Miljø samt Novozymes.

De 3 delprojekter omfatter:

- 1) fysisk/kemisk karakterisering af gylle og procesoptimering,
- 2) udvikling af et under gulv behandlingsteknologi for gylle og

3) karakterisering af gødningsværdien fra separationsprodukter samt mulighederne for termisk behandling med fosfor- og energiudvinding.

I 1) samarbejdes mellem biologisk og kemiske miljøer om fysisk-kemisk karakterisering af gylle samt optimering af forskellige separationsteknologier, herunder også enzymatisk behandling, mellem biologisk og kemiske miljøer ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Ålborg Universitet samt virksomhederne Kemira Miljø og Novozymes.

I 2) samarbejdes mellem tekniske miljøer ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Landscentret og Danske Svineproduktion om praktisk design og potentiale af behandlingsteknologi under gulvet.

I 3) samarbejdes mellem tekniske og jordbrugsfaglige miljøer ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet og Ålborg Universitet om potentialet i termisk behandling af den fraseparerede faste del af gyllen, fosfor og kalium ekstraktion fra asken samt gødningsværdi af henholdsvis separationsprodukter og aske.

Projektets samlede budget er på 13,9 mio. kr. og leverer 12,3 års videnskabeligt arbejde.

Ordliste

På de følgende sider kan du få forklaringer på en række af de ord og nøglebegreber, der optræder i Vidensyntesen.

B

Biodiesel

Fremstilles oftest ud fra planteolie som f.eks. rapsolie. Typisk er biodiesel Rapsoliens MethylEster (RME) som fremstilles ved at lade fedtsyrer reagere med methanol. Andre olier og alkoholer kan anvendes.

Bioethanol

Er ethanol (sprit) dannet ud fra biomasse til brug som biobrændstof. Bioethanol bruges i ren form eller ved iblanding i benzin som brændstof til biler. Almindelige benzinbiler kan køre med op til 10 % bioethanol iblandet benzinen, men specielle Flexifuel-biler eller ombyggede biler kan køre på langt højere koncentrationer. Brændstoffet E85 med 85 % bioethanol og 15 % benzin er f.eks. ganske udbredt i Sverige.

Biomasse

Den bionedbrydelige del af produkter som stammer fra planter og dyr. Det vil sige afgrøder og restprodukter fra landbrugsproduktionen, planteprodukter fra skovbruget samt den bionedbrydelige del af affald fra industri og husholdninger.

Biopesticider

Biologisk bekæmpelsesmiddel som består af naturligt forekommende mikroorganismer (bakterier, svampe eller vira). Biopesticider anvendes til bekæmpelse af insekter og plantesygdomme.

Bioplastik

Plastik til f.eks. emballage, som er produceret af planteprodukter i stedet for olie. Der er bl.a. opfundet bioplastik som kan smides på kompostbunken og nedbrydes i løbet af få uger.

C

C3-fotosyntese

Planter som vokser ved C3 fiksering af CO₂ (C3-planter) trives for det meste i områder med moderat sollys og moderate temperaturer. C3-kulstoffiksering er en betegnelse for kulstoffiksering ved hjælp af fotosyntese, hvor produktet af fotosyntesen indeholder 3 kulstofato-

mer. C3-planterne dukkede op før C4-planterne og C3-planterne udgør omkring 95 % af jordens plantebiomasse.

C4-fotosyntese

Planter som vokser ved C4 fiksering af CO₂ (C4-planter), er derimod tilpasset til et miljø med meget sollys og høje temperaturer. Den findes især hos planter fra tropiske og subtropiske egne. Produktet fra fotosyntesen indeholder 4 kulstofatomer. C4-planter findes i mange grupper af tropiske græsser, f.eks. i sukkerrør, elefantgræs og majs. C4-planter har en konkurrencemæssig fordel i forhold til C3-planter under varme forhold.

CO₂-fortrængning

Når man kan erstatte brug af fossilt kulstof med fornybart kulstof, f.eks. plantebiomasse. Ved omsætning (forbrænding) af biomasse frigives CO₂, men ikke mere end planterne har optaget fra luften under deres vækst. Ved afbrænding af fossilt kulstof frigives der også CO₂, men dette har været lagret i millioner af år og vil derfor kunne medføre en ubalance i atmosfærens CO₂-indhold.

D

Drivhusgasfortrængning

Se CO₂-fortrængning. Der findes dog også andre vigtige drivhusgasser end CO₂, som kan fortrænges. Metan og lattergas er således langt kraftigere drivhusgasser end CO₂, og betyder meget for landbrugets samlede drivhusgasudledning. Ved biogasproduktion fortrænges disse gasser, idet metan opsamles og afbrændes.

Dybstrøelse

Fast gødning, hvor udskilt urin og vandspild opsuges af gødningen, ved at der løbende tilføres halm eller andet tørstof.

E

Elvirkningsgrad

Den andel af energien i et brændstof målt som nedre brændværdi der udnyttes til elproduktion.

Ensilage

Syregæring af f.eks. vilde engplanter, grønhøstet korn (f.eks. havre), roetoppe eller majs. Efter at afgrøden er høstet, bliver den presset let sammen og pakket lufttæt. De iltkrævende åndningsprocesser opbruger ilten, og herefter kommer der gang i de iltfrie gæringsprocesser. I princippet svarer ensilering til fremstilling af surkål. Ensilage anvendes som foder.

Enzym

Et enzym er et protein, som fremmer en bestemt kemisk proces. Enzymer anvendes bl.a. til at nedbryde cellulose til sukker, således at der kan fremstilles alkohol.

Esterificering

En kemisk reaktion mellem syrer og alkohol. Benyttes ved fremstilling af biodiesel, hvor fedtsyrer reagerer med methanol. Andre alkoholer kan anvendes.

F

Fermentering

En kemisk proces som fremmes af eller foregår pga. mikroorganismer og deres enzymer. Ved fermentering nedbrydes organisk materiale til enten andet organisk eller til uorganisk materiale eller en blanding. F.eks. ved alkoholgæring, hvor der dannes både uorganisk kuldioxid og organisk ethanol.

G

GLR

Generelt Landbrugsregister, som er en del af en fælles database med det centrale husdyrregister (CHR), hvor oplysninger om det enkelte landbrug og evt. dyrebesætning fremgår.

Gylle

En flydende staldgødning, som opstår, når kreaturer og/eller svin går på spaltegulve, der tillader både ajle (urin) og mæg (blanding af fast afføring og strøelse) at falde ned i et opsamlingsystem. Fra møget kommer et indhold af kalium, fosfor og magnesium, og fra urinen stammer gyllens høje indhold af kvælstof (her i form af den stikkende luftart ammoniak).

K

Katalysator

En substans som igangsætter eller accelerer en kemisk proces.

Kulstofbalancen i jorden

Kulstofbalancen er balancen mellem den mængde kulstof der tilføres jorden (med planterester og husdyrgødning) og den mængde kulstof som forsvinder fra jorden, når det organiske stof nedbrydes og kulstof frigøres, primært som kuldioxid. Hvis der gennem længere tid høstes afgrøder fra et areal uden at der samtidig tilbageføres kulstof, f.eks. i form af husdyrgødning, kan det påvirke kulstofpuljen negativt. Jordens indhold af kulstof har betydning for jordens frugtbarhed og en negativ påvirkning af kulstofmængden i jorden kan derfor over tid påvirke jordens dyrkningsevne.

L

Lavbundsjord

Lavbundsjord er fugtige, ofte lavtliggende, arealer med et højere humusindhold end højbundsjordene. Lavbundsjord i omdrift er afvandede (drænede eller grøftede). Lavbundsjord kan have tørvelag, men på landbrugsarealer vil disse ofte være blevet helt eller delvist omsat. Arealer omfattet af arealklassen "lavbund" på www.djfgeodata.dk er afgrænset på de topografiske målebordsblade fra starten af 1900-tallet og inkluderer det, der dengang var eng, mose, marsk, inddæmmede arealer o.l.

Lignocellulose

Lignocellulose er en fællesbetegnelse for de vigtigste bestanddele i plantefibre, som er cellulose, hemicellulose og lignin. Hvis materialet ønskes omsat til ethanol er det nødvendigt, eventuel ved hjælp af enzymer, først at nedbryde cellulose og hemicellulose til sukkerstof, som derefter kan omdannes til alkohol ved forgæringsprocesser.

Livscyklusvurdering (LCA efter Life Cycle Assessment)

Grundidéen i Livscyklusvurdering (LCA efter Life Cycle Assessment) er at præsentere de samlede miljøeffekter ved forbrug af et givet produkt i en form, som inkluderer og aggregerer alle sammenlignelige miljøeffekter igennem produktkæden (f.eks. omregning af drivhusgasser - metan, lattergas og kuldioxid - til CO₂ ækvivalenter). Metoder for LCA består af guidelines for afgrænsning af det system og afledte miljøeffekter, som bør inkluderes ved vurdering af et givet produkt samt metoder til at aggregere forskellige udledninger og resourceforbrug i miljøeffektkategorier.

M

Mineralisere

Nedbrydning af organisk stof til uorganiske (mineralske) stoffer. En række processer, der tilsammen bevirker, at stoffets mineralske bestanddele frigøres og opløses, så planter kan optage dem (plantenæringsstoffer).

N

Naturbeskyttelseslovens § 3 areal

Et § 3-areal er beskyttede naturtyper, hvor der ikke må foretages ændringer i tilstanden af arealet såfremt naturarealet er større end 2.500 m² i sammenhængende areal, for søer dog over 100 m².

Nettoenergiudbytte

Den energi der er tilbage når der er fratrukket hele det energiforbrug som er brugt til fremstillingsprocessen, evt. hjælpestoffer (f.eks. gødning), høst og transport af afgrøder mv.

Q

Organisk

Stoffer og genstande, der har deres oprindelse i levende væsner. Organiske stoffer og genstande indeholder kulstof.

P

Pesticidbehandlingsindeks

Behandlingsindekset er et udtryk for, hvor mange gange en afgrøde er blevet behandlet med en normaldosering pr. hektar af et pesticid (plantebeskyttelsesmiddel).

S

Stirling-teknologi

En Stirling-motor kan sammenlignes med en almindelig forbrændingsmotor med den forskel, at forbrændingen ikke foregår inde i cylinderen, men i et eksternt brændkammer, hvorefter energien tilføres cylinderen via en varmeveksler. På grund af den interne forbrænding kræver en almindelig forbrændingsmotor et meget rent brændsel som f.eks. benzin eller gas, mens en Stirling-motor med eksternt forbrænding er i stand til at håndtere besværlige brændsler som f.eks. træflis.

Substrater

I biokemi er et substrat det molekyle som et enzym virker på. Substratet bindes til enzymet og nedbrydes eller omdannes herefter til et produkt, hvorefter det frigøres fra enzymet. Det er planternes evne til at indgå i denne proces man forsøger at effektivisere i forbindelse med fremstillingen af bioethanol.

Switch grass

Er en græsart som vokser på prærien i de centrale dele af Nordamerika. Græsset bliver omkring 2 meter højt, og kan anvendes som foder og til produktion af energi.

V

VFA (Volatile Fatty Acids)

VFA er en samlebetegnelse for Volatile Fatty Acid som på dansk er flygtige fede carboxylsyrer. De vigtigste er eddikesyrer, propionsyre og smørsyre. VFA anvendes bl.a. af methanodannede bakterier i biogasfremstilling.