

Biomassa als energiebron

Een missie voor de biologische en duurzame landbouw?

B.G.H. Timmermans, C.J. Koopmans

LOUIS BOLK INSTITUUT

de natuurlijke kennisbron

© 2007 Louis Bolk Instituut, Driebergen

Biomassa als energiebron, een missie voor de biologische en duurzame landbouw?

Bart Timmermans & Chris Koopmans, 26 pagina's.

Foto voorzijde: Stichting probos, www.probos.net

Deze publicatie is te bestellen via www.louisbolk.nl

Voorwoord

In kader van het groeiende bewustzijn van het klimaat probleem staat de reductie van de uitstoot van broeikasgassen hoog op de politieke agenda. Als een van de oplossingen is energieproductie uit biomassa aangedragen. Deze is theoretisch gezien 'klimaat neutraal' en kan bovendien nieuwe kansen bieden voor de landbouw, die deze dan ook aangrijpt. Steeds meer dringt echter ook het besef door dat energieproductie uit biomassa niet per definitie duurzaam is. Er lijkt een rol weggelegd voor de duurzame of biologische landbouw, maar past energieproductie wel bij deze landbouwsectoren?

In deze verkennende studie hebben we allereerst de achtergrond en de verschillende biobrandstoffen op een rijtje gezet. Vervolgens hebben we de voor en tegenargumenten van het gebruik van biobrandstoffen beschreven en hierbij specifiek aandacht besteed aan de biologische sector. Tot slotte zijn de kansen voor de biologische productie van energiegewassen, voor vergisting en voor hakhout beschreven.

Voor verdere medewerking gaat onze dank uit naar J. de Wit en A. Visser.

Inhoudsopgave

1 Inleiding 7

1.1 Doel 8

2 Verschillende biobrandstoffen, hun grondstoffen en verwerking 9

2.1 Twee groepen 9

2.2 Eerste generatie biobrandstoffen 10

2.2 Tweede generatie biobrandstoffen: 11

3 Ethische overwegingen 13

3.1 Mondiaal 13

3.2 Voor de biologische sector 14

4 Kansen voor de biologische landbouw 17

4.1 Teelt van energiegewassen 17

Maïs en suikerbieten 17

Koolzaad 18

Rustgewassen 18

Andere gewassen 19

Veredeling 19

4.2 Vergisting 19

Rendabiliteit 20

4.3 Hakhout 22

5 Conclusie 23

6 Literatuur 25

1 Inleiding

Eigenlijk is het gebruik van biomassa als energiebron helemaal niet zo nieuw. Tot halverwege vorige eeuw werd nog voornamelijk gestookt op hout! Geleidelijk is men toen, met de ingang van het industriële tijdperk, overgegaan op het gebruik van fossiele brandstoffen, zoals aardolie, steenkool en aardgas. Tegenwoordig is biomassa als energiebron weer veel in het nieuws. Her en der rijzen initiatieven op voor het produceren van energie of brandstof uit biomassa, al dan niet met behulp van de nodige subsidies. Vaak gaat het hierbij om biobrandstoffen, vloeibare of gasvormige producten die gewonnen worden uit plantaardig of dierlijk materiaal (biomassa).

Directe aanleiding voor deze nieuwe publiciteit is het beleid in Nederland en de EU. Hierin staan richtlijnen, dat in 2005 2% van de energiebehoefte voorzien dient te worden met biobrandstof, en in 2010 5,75% (Het Europees parlement en de raad van de Europese unie, 2003). Voor 2020 is er een concept doelstelling van 10% geformuleerd. Dit zijn richtlijnen, wat inhoud dat individuele landen zich hieraan niet persé hoeven te houden, mits ze hiertoe gegronde redenen hebben (oftewel kunnen laten zien dat ze alles geprobeerd hebben). Deze richtlijnen staan niet op zichzelf: zo is er bijvoorbeeld als doel gesteld om in de sector van het wegvervoer in 2020 het gebruik van conventionele brandstoffen voor 20% te vervangen door alternatieve brandstoffen (Commissie van de Europese gemeenschappen, 2000). Bovendien heeft de Nederlandse overheid onlangs aangegeven dat het doel is dat in 2040, 30% van de brandstofvraag (transport- en energie-sector) en 20-45% van de grondstofvraag (industriële en chemische sector) is ingevuld met biomassa.

Er zijn een drietal overwegingen aanleiding geweest voor het opstellen van deze richtlijnen (Het Europees parlement en de raad van de Europese unie, 2003).

- Ten eerste is er de naleving van het Protocol van Kyoto, waarin de verschillende partijen hebben ondertekend om in 2008–2012 hun uitstoot van broeikasgassen te verminderen met 5% in vergelijking met het niveau van 1990. Ook wordt hierin genoemd dat de lidstaten van de Europese Unie hun gezamenlijke uitstoot van broeikasgassen met 8% verminderen (De raad van de Europese unie, 2002). Door een aandeel biobrandstof in het vervoer wordt een bredere toepassing van biomassa en verdere ontwikkeling van biobrandstoffen gestimuleerd en dit is nodig is om aan het Protocol van Kyoto te voldoen. Als landbouwgewassen groeien, leggen ze namelijk CO_2 vast in hun biomassa. Vervolgens komt deze CO_2 weer vrij als de biomassa verbrand wordt. De netto uitstoot is dan nul, terwijl bij het gebruik van fossiele brandstoffen 'extra' CO_2 vrijkomt, dat al heel lang uit onze atmosfeer verdwenen was (en als een soort 'fossiel' in bv. aardolie of steenkool 'gevangen' zat). In potentie zou een aandeel biobrandstof de CO_2 uitstoot dus behoorlijk kunnen verminderen.

- Een tweede overweging van het Europese parlement is het bieden van energievoorzieningszekerheid. De Europese gemeenschap kan, door toenemende productie en gebruik van biobrandstoffen de hoeveelheid geïmporteerde energie (bv. aardolie) verminderen en zo meer invloed uitoefenen op de brandstofmarkt.

Fossiele brandstoffen raken namelijk op, en de prijzen ervan stijgen. Maar de hoeveelheid energie die vastgelegd wordt door fotosynthese op wereldschaal lijkt enorm te zijn: het gaat om vastlegging van 200 biljoen ton koolstof in organische stof per jaar. De hoeveelheid energie, die hiermee vastgelegd wordt, was in 1996 bijvoorbeeld 10x zoveel als het verbruik van alle industrie op de wereld in dat jaar, of 250x zoveel als er zat in het voedsel voor alle mensen (El Bassam, 1996). Theoretisch gezien lijken de mogelijkheden dus groot.

- De derde aanleiding is het geven van steun aan de landbouw. Het parlement wil dat bij de bevordering van het gebruik van biobrandstoffen duurzame land– en bosbouwpraktijken in acht worden genomen. Dit is namelijk vastgelegd in het gemeenschappelijk landbouwbeleid. Hierdoor zullen nieuwe kansen ontstaan voor duurzame plattelandsontwikkeling. Men wil dat er een gemeenschappelijk, marktgericht en multifunctioneel landbouwbeleid komt dat meer op de Europese markt gericht is. Dit moet leiden tot een levend platteland en een nieuwe markt voor innoverende landbouwproducten voor de huidige en toekomstige lidstaten van de Europese unie.

Het Europese beleid zou er dus op gericht moeten zijn om biobrandstofproductie in de duurzame landbouw en bosbouw te stimuleren. Het gevoel dat voortkomt uit de praktijk is echter dat het niet de biologische landbouw is die aan de ontwikkeling van biobrandstoffen meedoet, maar juist de gangbare landbouw. Sterker nog, vanuit wetenschappelijke bronnen klinken er verontrustende geluiden over de energieteelten en biobrandstoffen, die erop wijzen dat een aantal ontwikkelingen niet kunnen samengaan met biologische of duurzame gangbare landbouw (Muller, 2006). Andere onderzoekers wijzen juist op nieuwe kansen (Jørgensen *et al.*, 2005). Deze schijnbare tegenstrijdigheid wordt veroorzaakt door de grote verscheidenheid aan mogelijke teelten en producten die hieruit kunnen ontstaan.

Samenvattend lijkt het erop dat we in de toekomst niet meer om energieteelten heen kunnen, we zullen ermee moeten leven. Maar laten we dit dan zo goed mogelijk doen en ze op een kritische wijze in het licht van duurzame landbouw bekijken!

1.1 Doel

In deze pilot willen we een kort overzicht geven van de achtergrond van de biomassa-energie en van de mogelijke energie-dragers of brandstoffen. Vervolgens willen we de belangrijkste ethische overwegingen en bezwaren tegen biomassa energie noemen, en deze toespitsen op de duurzame en biologische landbouw. Tenslotte willen we zoeken naar verantwoorde mogelijkheden voor biomassa-productie en kansen voor de biologische en duurzame landbouw, en deze bediscussiëren.

2 Verschillende biobrandstoffen, hun grondstoffen en verwerking

Alle planten vormen biomassa door fotosynthese. Daarom zijn er ook veel potentiële energiegewassen. Bovendien kunnen alle traditionele of moderne vloeibare brandstoffen gevormd worden uit biomassa, via thermoschemische processen of upgrading (Grassi en Bridgewater, 1992). Dit heeft geleid tot een breed scala aan mogelijkheden: voor allerlei vormen van biomassa is er zo een specifieke verwerkingstechniek ontwikkeld.

Het is belangrijk ons te realiseren dat in de ontwikkelde landen op deze wereld, zoals ook in Europa, op deze manier allerlei technieken worden bedacht. Vervolgens kunnen deze technieken in veel gevallen met slechts kleine veranderingen ook gebruikt worden in landen in bv. Zuid-Europa of zelf in ontwikkelingslanden (El Bassam, 1996). Ontwikkelingen waar wij hier op aan sturen kunnen dus gevolgen hebben voor andere delen van de wereld. Hierin schuilt een potentieel gevaar.

2.1 Twee groepen

Vaak worden termen gebruikt als eerste en tweede generatie biobrandstoffen. Met eerste generatie biobrandstoffen worden producten bedoeld die we nu al vrij gemakkelijk kunnen maken uit biomassa. Hierbij wordt gebruik gemaakt van biomassa die eenvoudig te verwerken stoffen bevat, zoals veel suiker, zetmeel of (plantaardige) olie. Als grondstoffen voor eerste generatie biobrandstoffen dienen dan ook gewassen zoals suikerbieten, suikerriet, maïs, granen en koolzaad.

Voor het maken van tweede generatie biobrandstoffen zijn technieken nodig die wat ingewikkelder zijn en die nu nog niet in de praktijk te gebruiken zijn. Een reden is dat er biomassa gebruikt wordt die stoffen bevat die moeilijker tot brandstof te verwerken zijn, zoals lignine (houtstof) en cellulose. Toch is er veel interesse in tweede generatie biobrandstoffen. Dit komt omdat er nog een ander (misschien wel veel belangrijker) verschil is tussen eerste en tweede generatie biobrandstoffen: het CO_2 reductie potentieel. **Over het algemeen wordt namelijk gesteld dat eerste generatie biobrandstoffen leiden tot slechts een reductie van maximaal 50% van de CO_2 uitstoot als er over de gehele keten gerekend wordt, terwijl tweede generatie biobrandstoffen de CO_2 uitstoot met 80-90% zouden kunnen verminderen.** Dit komt omdat er voor eerste generatie biobrandstoffen, zoals biodiesel uit koolzaadolie of alcohol uit suikerbieten of maïs, relatief veel energie nodig is voor teelt, transport en fabricage. Verder veroorzaken tractoren en oogstmachines extra vervuiling en vragen de gewassen veel kunstmest en bestrijdingsmiddelen. Bovendien worden vooral gemakkelijk te gebruiken verbindingen (die echter ook minder energierijk zijn) uit de biomassa benut. Uiteindelijk is de productie per hectare relatief laag: om één auto een jaar lang te laten rijden is ongeveer een voetbalveld aan koolzaad nodig. Opgemerkt moet worden dat de bovengenoemde 50% reductie van de CO_2 uitstoot slechts een overall gemiddelde uit een heleboel berekeningen is. Zo verschillen bijvoorbeeld de schattingen van de benodigde hoeveelheid brandstof voor het maken van 1 liter biodiesel van 0.2 tot 1.3 liter (Katan, Rabbinge en van Swaai, 2006)! Een van de redenen

hiervoor is dat sommige onderzoekers energie in bijproducten (bv. samengeperste plantenresten) meerekenen als winst, omdat die bv. als veevoer gebruikt kan worden (wat weer extra reductie in brandstofgebruik voor productie en aanvoer van het veevoer oplevert). In de toekomst verwachten anderen hiervan een overschot dat dan extra energieverlies betekent. In het algemeen lijken tweede generatie biobrandstoffen bv. FisherTropdiesel en ethanol uit houtachtige gewassen een 5 tot 10 keer zo hoge productie per hectare landbouwgrond te kunnen realiseren, en hebben hierdoor een veel groter CO_2 reductie potentieel (Website agriholland; Website vrom). Omdat ze echter een groter deel van de energie uit de biomassa gebruiken, ontstaan er hierbij ook vaak minder bruikbare bijproducten. Resten of bijproducten na productie van eerste generatie biobrandstoffen bevatten namelijk vaak nog energierijke verbindingen (denk aan stro) zijn daardoor vaak van meer nut. Dit laatste kan van belang zijn voor sluiting van nutriëntkringlopen in de biologische landbouw.

2.2 Eerste generatie biobrandstoffen

Bio-ethanol (benzine vervanger)

Dit is op wereldschaal de meest gebruikte biobrandstof. Het productieproces is als volgt: een gewas wordt geteeld, geoogst, eventueel bewerkt en gekookt. Vervolgens wordt het materiaal gefermenteerd zodat alcohol ontstaat, en weer gedestilleerd. In Europa (bijvoorbeeld Frankrijk) is Ethanol tot nu toe in benzine bijgemengd in de vorm van ETBE (Ethyl Tertiair Buthyl Ether), dat ongeveer voor ongeveer de helft uit bio-ethanol bestaat. ETBE is de ethanol-tegenhanger van MTBE dat van methanol wordt gemaakt, en al sinds 1973 in Europese benzine zit (El Bassam, 1996). Het voordeel van het gebruik van ETBE is dat het reeds via wetgeving is toegestaan dit bij te mengen in benzine tot 15%, en dat olie en autobedrijven er in geïnteresseerd zijn omdat het vergelijkbaar of zelfs iets beter is (hogere octaan waarde en lager zuurstof gehalte) dan het voor hun vertrouwde MTBE. Productie van bio-ethanol kan in principe met ieder suiker of zetmeel bevattend gewas, zoals suikerbieten of suikerriet, maïs, granen, aardappels of druiven.

Pure plantaardige olie (PPO) (diesel vervanger)

Dit is de meest eenvoudige biobrandstof en het productie proces bestaat uit persen (maar hierbij gaat olie verloren) of persen na verhitten (hierbij wordt een aanzienlijk groter deel van de olie gewonnen) of extraheren met oplosmiddelen. PPO heeft als nadeel dat, doordat de brandstof een lage viscositeit en hoge zuurtegraad heeft, een aanpassing moet worden gedaan aan standaard dieselmotoren (Elsbett0technologie, is relatief simpel). Wanneer PPO echter wordt bijgemengd in diesel, kan dit ook zonder aanpassingen. PPO wordt in verschillende Europese landen commercieel toegepast, op kleine schaal zelfs ook in Nederland. Mogelijke gewassen moeten oliehoudend zijn, bv. koolzaad, zonnebloem, soja. Verder is er ook nog afgewerkt frituurvet. In Nederland kan koolzaad worden geteeld voor PPO. De opbrengst is 3 – 5 ton koolzaad ha^{-1}, wat 1400 liter PPO oplevert. De koolzaadkoek die na persing overblijft is eiwitrijk en kan als veevoer dienen. Een eerste koolzaad oliemolen, met een capaciteit van 3.5 miljoen liter koolzaadolie per jaar, opende minister Veerman in juli 2005 in Delfzijl.

Biodiesel (diesel vervanger)

Via een relatief simpele chemische bewerking, namelijk verestering, is PPO om te zetten in biodiesel. Deze brandstof heeft eigenschappen die vergelijkbaar zijn met 'gewone' diesel, en kan zonder enige problemen verbrand worden in de conventionele motoren. Biodiesel wordt in Duitsland en Frankrijk op grote schaal commercieel toegepast. In Nederland zijn er plannen voor tenminste twee biodiesel fabrieken: firma's Biovalue (Eemshaven) en ATEP. Onder andere Solarix en Agros distribueren veresteringinstallaties voor het verwerken van PPO of restvetten tot biodiesel.

Biogas

Biogas is methaangas, dat vergelijkbare eigenschappen heeft als aardgas. Het wordt verkregen door het anaeroob vergisten van biomassa of biologisch afbreekbaar afval. In de eerste instantie ontstaat er dan een mix van methaan en CO_2. Na verwijdering van dit CO_2 vindt er een samenpersing van het methaan plaats, waarna het gebruikt kan worden. Echter, ook voor biogas moeten de meeste LPG motoren aangepast worden. Biogas kan geproduceerd worden uit gewassen die veel makkelijk afbreekbare koolwaterstoffen bevatten, zoals suikers, zetmeel en eiwitten. De processen voor de productie van biogas uit groene planten zijn vrij ingewikkeld en bijvoorbeeld de controle van het vergistingsproces was tot voor kort duur en moeilijk (El Bassam, 1996). In Europa werd biogas in eerste instantie vooral gewonnen bij afvalstortplaatsen en waterzuiveringsinstallaties. In Zweden rijden hier al auto's op. Tegenwoordig komt echter de vergistingsinstallatie bij de boer steeds meer in de mode. Hier wordt in een vergistingsproces van bijvoorbeeld maïs biogas geproduceerd, dat vervolgens verbrand wordt voor de productie van elektriciteit. Voordeel is dat bij de verbranding warmte vrijkomt, die voor een deel weer op het bedrijf benut kan worden. De elektriciteit kan op het net geleverd worden.

2.2 Tweede generatie biobrandstoffen

Dit zijn producten die nog niet uitontwikkeld zijn, en dus nog niet klaar voor de praktijk. Daarom gaan we hier vooralsnog niet diep op in. Opgesomd is er:

- Cellulose ethanol dit is verreweg de belangrijkste tweede generatie biobrandstof. In het productieproces wordt hout en stro afgebroken door inzet van enzymen voor afbraak van hemicellulose. In Zweden en Canada lopen proeven. Shell Global Solutions International, Iogen Corporaton, Volkswagen en DaimlerChrysler werken in een Europees project aan de ontwikkeling van geschikte automotoren.

- Biowaterstof: belangrijk als energiedrager voor brandstofcellen. In het beleid van de EU wordt deze briobrandstof apart genoemd. Voor de productie zijn een aantal technieken mogelijk, zoals na vergassing van biomassa het afscheiden met een membraan, of vergassing gecombineerd met reforming en CO_2 verwijdering, of voor gebruik op kleine schaal superkritische (erg hete en onder hoge druk) vergasssing van biomassa. Het Energiecentrum Nederland (ECN) heeft er meer informatie over.

- Bio-FischerTropsch-diesel: diesel uit vaste, houtige biomassa, met een erg hoog energierendement van het productieproces. Diesel kan gebruikt worden in conventionele motoren. Er is een proeffabriek van CHOREN in Duitsland. In Nederland zijn Shell en ECN ermee bezig. Toepassing in de praktijk heeft echter nog een lange weg te gaan.

- Pyrolyse olie: deze olie ontstaat na pyrolyse van houtige biomassa. Het pyrolyse proces in minder ver ontwikkeld dan bv. vergisting of vergassing.

- HTU of biocrude: Hydro Thermal Upgrading (HTU) is een productieproces dat sterk lijkt op pyrolyse, waar bij hoge temperatuur een zware olie ontstaat (HTU of biocrude). Een voordeel is dat dit ook kan met natte biomassa, en dat het relatief ongevoelig is voor het type biomassa. Er is een proefinstallatie bij TNO-MEP in Apeldoorn

- DME: Di-methyl-ether (DME) wordt al langer geproduceerd al drijfgas voor spuitbussen. Met relatief eenvoudige aanpassingen kan hier ook een dieselmotor op rijden. Het wordt gemaakt van koolstofbronnen, zoals kolen, aardgas maar ook biomassa. In zweden wordt het gemaakt uit reststoffen van papierpulpindustrie. Nadeel: het is agressief voor kunststoffen en rubbers. Lijkt in toepassing op LPG.

- Synthesegas (SNG): gas dat voornamelijk waterstof en CO bevat, en ontstaat door vergassing van biomassa met zuurstof. Na reiniging is dit gas op te waarderen tot 'synthetis' aardgas, synthetic natural gas (SNG) genoemd.

- Biomethanol of houtalcohol: dit is een vloeibare brandstof die zowel uit fossiele brandstoffen als uit bv. synthesegas te maken is. In de VS is men uit prijstechnische redenen hierin geïnteresseerd.

3 Ethische overwegingen

3.1 Mondiaal

In het algemeen zijn er een drietal ethische bezwaren tegen energieproductie uit biomassa, die men steeds opvoert. Deze willen we hier kort samenvatten. Het eerste bezwaar is mooi samengevat door de hoogleraren Katan, Rabbinge en van Swaai (2006) in een inmiddels vermaard artikel in het Financieel Dagblad: energie gewassen op grote schaal: nee, dat geeft "fuel for the rich and no food for the poor". Het probleem waarnaar verwezen wordt in dit stukje is de lage netto opbrengst per hectare van eerste generatie biobrandstoffen, bv. biodiesel. Dit heeft o.a. te maken met het feit dat je maar een klein deel van de plant voor dit product gebruikt. Bovendien kost het maken van een liter eerste generatie biobrandstof relatief veel (vooralsnog fossiele) brandstof. Om genoeg biobrandstof te produceren, zelfs alleen al om in Nederland aan de 5.75 % richtlijn in 2010 te voldoen, is een enorme landoppervlakte nodig (bv. 1.4 miljoen hectare koolzaad, wat betekend heel Nederland ten noorden van de lijn Amsterdam-Enschede). Het benodigde landoppervlak voor de hele EU of zelfs wereldwijd is dus immens en lijkt er slechts te zijn in landen als Afrika en Zuid-Amerika. Hier verwacht men een enorme concurrentie van land voor biobrandstofproductie en voedselproductie, en hierdoor veel hogere voedselprijzen. Bij kritiek op dit standpunt wordt er vaak gewezen op fouten in de berekening: er zouden in deze berekeningen van de benodigde landoppervlakte geen bijproducten zijn meegenomen. Zo is er na bijvoorbeeld koude persing van olie uit koolzaad koek en stro over. Deze koek kan gebruikt worden als veevoer en het stro kan potentieel op het land gebruikt worden of verbrand worden Zo is er sprake van minder landoppervlakte omdat je oppervlakte voor veevoerproductie wint, of meer energiewinst omdat je kunstmest spaart of stro verbrand. Tegenargument is dan weer dat als koolzaad op grote schaal geproduceerd wordt, er overschotten van zulke bijproducten ontstaan en ze daarom niet meer gebruikt kunnen worden.

Het tweede ethische bezwaar hangt hier nauw mee samen. Het heeft te maken met toenemende watertekorten die men verwacht in veel ontwikkelingslanden. De productie van biomassa voor energie zal een flinke hoeveelheid water kosten, in potentie zoveel als nu verbruikt wordt om al ons voedsel te produceren. Dit zal in een aantal landen tot toenemend watergebrek en concurrentie om water leiden (Berndes, 2002). Bovendien zullen, door de concurrentie om land voor voedselproductie en energieproductie, de kosten van het voedsel omhoog gaan. Veel landen die zelf weinig water hebben kopen netto voedsel (en dus als het ware "virtueel" water) in en dit kan moeilijker worden. Hoe dit alles precies gaat veranderen is nog niet duidelijk, maar men verwacht dat concurrentie om water in toenemende mate de wereldmarkt zal gaan beïnvloeden en dat vooral arme landen hiervan de dupe zullen worden.

Het derde ethische bezwaar is dat het produceren van biomassa, vooral als dit intensief en op grote oppervlaktes gebeurt, bijna niet op een duurzame manier kan. Denk aan de groene revolutie: deze had een enorm succes wat betreft opbrengst verhoging en verbetering van voedselzekerheid. Echter dit was gebaseerd op monoculturen van cultivars met hoge opbrengst en een veel hoger gebruik van kunstmest, herbiciden, pesticiden en veel meer irrigatie (Muller, 2006). Daardoor heeft dit ook geleidt tot vergiftiging, degradatie en verzilting van bodems, structuurverlies, erosie, eutrofiering en vervuiling van meren en een enorm verlies van

biodiversiteit. Het is slechts de vraag of de huidige, geïntensiveerde landbouw in de toekomst duurzaam kan voortbestaan. Worden hierbij immense oppervlakten voor productie van energie uit biomassa opgeteld, dan zijn er dramatische effecten op onze leefwereld te verwachten. Bovendien is het enige doel van een aantal biomassateelten zo veel mogelijk opbrengst per hectare te halen. Dit levert meer op en bespaart oppervlakte. Het gevolg is dat er, om oogstzekerheid te bereiken, een overmaat aan (kunst)mest wordt gebruikt. Tenzij we het totaal anders gaan aanpakken, is dit een zwaar punt van kritiek.

3.2 Voor de biologische sector

Past energieproductie uit biomassa bij de biologische sector? Om te proberen deze vraag te beantwoorden, moeten we terug naar de ideeën waarop de biologische landbouw is gebaseerd. Door IFOAM is in 2005 een aanzet gemaakt om de belangrijkste beginselen van de biologische landbouw, mondiaal gezien, op te schrijven (zie ook www.ifoam.org). Samenvattend zijn dit er vier: gezondheid, ecologie, billijkheid en zorg. In het kader hiervan kunnen we voor de Nederlandse biologische landbouw een aantal punten definiëren waaraan de productie van energie uit biomassa zou moeten voldoen. Om te beginnen moeten we echter opmerken dat het idee van reductie van broeikasgas uitstoot op zichzelf prima bij de bovengenoemde beginselen past. Het zorg immers voor een gezonde planeet en helpt de toekomst van het leven erop de waarborgen. Echter, het doel heiligt niet altijd de middelen, en het is dan ook de specifieke invulling die telt.

Belangrijk voor de biologische landbouw is in de eerste plaats dat energieteelten de bodemvruchtbaarheid in stand houden of vergroten. Hiertoe is er voldoende rotatie van gewassen noodzakelijk en lijkt het wenselijk restproducten zoveel mogelijk terug te brengen naar het land. Ook lijkt het wenselijker gewassen te verbouwen met voldoende wortels, aangezien de organische stof in de wortels na oogsten veelal in de bodem achterblijft.

Verder is het belangrijk teelten te hebben met zo weinig mogelijk risico's op ziekten en plagen. De mogelijkheden van bestrijding in de biologische landbouw zijn immers beperkt. Grootschalige monoculturen lijken om deze reden vermeden te moeten worden. Bovendien is het wenselijk enige genetische diversiteit in een gewas te hebben, om zo de vatbaarheid voor ziekten te verkleinen. Productie van biomassa gewassen kan hier potentieel aan voldoen. Belangrijk hierbij is dan echter de schaal waarop dit gebeurt en het specifieke gewas, of zelfs menggewas, waar het om gaat.

Omdat in de biologische landbouw input van kunstmest niet is toegestaan, moeten de nutriëntkringlopen zoveel mogelijk gesloten gehouden worden, en grootschalige output van nutriënten uit het systeem vermeden worden. Mest is dan ook een erg waardevol product. Indien mogelijk moet dit niet in grote hoeveelheden uit het systeem verwijderd worden. Energieproductie kan dus indien er geen sprake is van grootschalige afvoer van nutriënten.

Tot slotte is het belangrijk de biodiversiteit in stand te houden. Ook dit kan met energieteelten. Belangrijk echter zijn weer de schaal van de teelten, het specifieke (meng) gewas en ook de intensiteit van de teelt.

Samenvattend kunnen we concluderen dat energieteelten bij de biologische landbouw 'kunnen' passen, echter dit is niet vanzelfsprekend. Gezocht moet worden naar specifieke mogelijkheden die aan de bovengenoemde

punten tegemoetkomen. Veredeling voor de biologische landbouw lijkt hierbij erg belangrijk en wenselijk. Door een verschuiving van gewassen voor voedselproductie naar gewassen voor energieproductie is er ruimte voor nieuwe rassen, bijvoorbeeld met meer wortels of een grotere genetische variabiliteit.

4 Kansen voor de biologische landbouw

Gezien de hierboven beschreven ethische overwegingen, lijken er in de eerste instantie een aantal punten van belang om energieproductie duurzaam te laten zijn. Het eerste is de schaal waarop dit gebeurt. Productie van gewassen voor energie op grote schaal, vooral ook als dit in het buitenland moet gebeuren, lijkt niet duurzaam te kunnen. In ons eigen land of in Europa zijn er dan wel niet zulke grote oppervlakten landbouwgrond beschikbaar, maar ook hier vallen er problemen te voorzien bij te grootschalige productie. Het tweede punt is, dat energiegewassen om duurzaam te zijn geen grote verliezen van nutriënten in de hand moeten werken. Dit kan echter niet los worden gezien van het eerste punt. Het is namelijk wenselijk om op kleinere schaal toch behoorlijk hoge opbrengsten te behalen als we aan de politieke richtlijnen willen voldoen en genoeg energie willen leveren, maar toch geen al te grote oppervlaktes van energiegewassen willen hebben. De enige uitweg lijkt dat alle sectoren, ook de biologische landbouw, een deel moeten bijdragen. Alleen zo kunnen we op een zo duurzaam mogelijke manier proberen tegemoet te komen aan de wenselijke productie van groene energie.

Over het algemeen zullen biologische een lagere productie van biomassa per hectare kunnen behalen en maken ze meer kosten per eenheid van biomassa. Het probleem hierbij is rendabiliteit. Als het gaat om producten die op de markt worden gebracht, zit er namelijk een "biologisch" keurmerk aan dat een meerwaarde oplevert en zo (een deel) van deze hogere productiekosten compenseert. Voor biologische biobrandstof of energie is dit echter niet het geval en op dit gebied kan die biologische landbouw dan ook niet met de gangbare landbouw concurreren. Een oplossing kan ook hier van het schaalniveau komen. Als er energie geproduceerd wordt op kleine schaal voor regionaal of zelfs voor eigen gebruik, is van concurrentie met gangbare landbouw geen sprake. Dan geldt voor biologische energieproductie eenzelfde overweging als voor duurzame teelten in het algemeen, namelijk dat energiewinst moet opwegen tegen de som van brandstofkosten, biomassa aanvoer/extra bemestingskosten en vaste (installatie) aankoop- en onderhoudskosten.

4.1 Teelt van energiegewassen

Concreet genomen liggen hier mogelijkheden voor verder onderzoek. De praktijk lijkt vooral geïnteresseerd in gewassen die nu al in de gangbare landbouw als energiegewassen worden gebruikt. Dit zijn gewassen die van zichzelf vrij hoge opbrengsten per hectare geven, zoals maïs en suikerbieten. Verder lijken er mogelijkheden te zijn om iets te doen met koolzaad en voor het ontwikkelen van andere gewassen of gewascombinaties.

Maïs en suikerbieten

Tot nog toe wordt uit deze gewassen energie geproduceerd via een vergistingsinstallatie, waarin ze vergist worden tot biogas, dat vervolgens in een warmte kracht koppeling (soort verbrandingsmotor) omgezet wordt in elektriciteit, en teruggeleverd wordt op het net. Zo'n vergister moet continu gevuld blijven, en op een temperatuur van ongeveer 30 °C, om het proces goed te laten verlopen. De rendabiliteit lijkt voor een

belangrijk deel af te hangen van de elektriciteitsprijs, subsidie (MEP) en van de eventuele kosten voor de benodigde mest en biomassa.

In het kader van duurzaamheid zijn er een aantal mogelijkheden voor verder onderzoek:

- In de eerste kan er gekeken worden naar verschillende bemestingsregimes: bij welke nutriënteninput van welk type bemesting met welke ' timing' gaat er welk deel verloren en wordt welk deel omgezet in opbrengst. Doel hiervan moet onder andere zijn het vinden van een evenwicht tussen opbrengsthoeveelheid en nutriëntverlies/eutrofiering van het milieu. Extra punt van aandacht is hierbij opbouw van bodemorganische stof door bemesting of teelt.

- Van een aantal van zulke regimes kan dan de optimale schaal worden bepaald. Hierbij moet gezocht worden naar een evenwicht tussen opbrengst, transport kosten (hoger als schaal groter) en vaste kosten (aanschaf + onderhoud vergistingsinstallatie). Te grote schaal wordt ongewenst voor milieu en onrendabel door transportkosten en kosten voor aankoop van biomassa en mest. Te kleine schaal wordt onrendabel door een te lange terugverdientijd van de investeringen.

- Multifunctionaliteit: Een voorbeeld is de mogelijkheid om, ter voorkoming van verlies van nutriënten en organische stof, het residu van de vergisting (digestaat) als bemesting op het land in te zetten, als snel beschikbare N meststof. Probleem hiervan is dat de kwaliteit van deze meststof nogal kan wisselen met het type biomassa dat er vergist is. Een ander voorbeeld is bv. gewassen die N vasthouden of binden met hun wortels en zo een vanggewas of groenbemester functie hebben, terwijl hun bovengrondse delen geoogst en vergist worden.

Koolzaad

Ook koolzaad kan mogelijkheden bieden. Omdat slechts een klein deel (het zaad) van de plant wordt gebruikt om olie uit te winnen zijn de energieopbrengsten van dit gewas per hectare relatief laag. Echter, na pure plantaardige oliewinning door koude persing (Van Dooren *et* al., 2007) is het potentieel mogelijk het residu hiervan, koolzaadkoek genaamd, te gebruiken als veevoer. Bovendien levert de plant ook nog stro, dat potentieel kan dienen als bodemverbeteraar en bovendien nutriënten in de bodem kan helpen vasthouden (vanggewas-functie). De pure plantaardige olie zou dan kunnen dienen als brandstof voor de boer. Probleem hierbij is dat er een (relatief simpele) aanpassing aan de motor van de tractoren moet geschieden

Rustgewassen

Een kans lijkt te bestaan voor het ontwikkelen van rustgewassen, die tegelijk voor een deel geoogst kunnen worden als energiegewas. Het rustgewassen worden in de biologische landbouw gebruikt in vrij intensieve rotatieschema's, om de opbrengst op pijl te houden. Dit zijn vaak gewassen als gras-klaver of luzerne. Ze leveren bodemorganische stof, binden stikstof, werken vaak onkruid onderdrukkend en kunnen soms helpen de bodemstructuur te verbeteren (Vermeij *et al.*, 2005). Het is denkbaar dat bv. het bovengrondse deel van zulke gewassen geoogst kan worden voor en voor energieproductie kan worden gebruikt. Onderzoek lijkt nodig om

te onderzoeken in hoeverre zo'n rustgewas zijn werking behoud, en of het in combinatie met (gedeeltelijke) biomassa oogst vaker ingezet moet/kan worden.

Andere gewassen

In principe is de markt open voor andere, nieuwe gewassen waaruit op de een of andere manier energie gewonnen kan worden (door ze te verbranden of vergisten bijvoorbeeld). De lijst van kandidaat gewassen hiervoor is enorm, met bijvoorbeeld Hennep, Grassen, Riet, Bamboe, Lupine, Zonnebloem, Topinamboer, Olifantgras (*Miscanthus*) en *Robinia pseudoaccacia*. Verder lijken er ook kansen te zijn voor menggewassen: vergisting of verbranding lijken niet heel specifiek gebonden aan 1 plantensoort. Waarom dan niet onderzoeken of we het anders kunnen aanpakken in plaats van te blijven denken in standaard teeltmethodieken. Dit kan leiden tot multifunctionaliteit. Zo kunnen gemixte/afwisselende energiegewassen potentieel ook belangrijk zijn voor bv. recreatie ("mooie teelten"?) of voor het ondersteunen van flora/fauna. Duitse onderzoekers noemen nog ongepubliceerde resultaten van extensieve mengteelten van *Robinia* met Lupine, die biomassa opbrengsten hebben die per hectare even hoog zijn als maïs.

Veredeling

Veredeling: zoals al genoemd in paragraaf 3.2 zijn bij energie gewassen vaak andere eigenschappen van belang dan wanneer deze gewassen dienen voor voedselproductie. Smaak of eiwitgehaltes zijn van minder belang, terwijl wortel en bovengrondse drogestof productie en gewasweerbaarheid belangrijker zijn. Zo zouden langstrorassen, die men in de biologische graanteelt liever heeft vanwege het stro, weer van belang kunnen worden. Het lijkt noodzakelijk dat op dit vlak onderzoek en ontwikkeling plaatsvindt, om toekomstige teelten en teeltrotaties te verbeteren in allerlei opzichten. Dit is een uitgesproken kans.

4.2 Vergisting

Een grote kans voor de biologische landbouw lijkt er te zijn voor biogas productie met een vergistinginstallatie (zie ook Van Dooren *et al.*, 2007). Deze is namelijk multifunctioneel: biomassa kan hierin worden vergist, wat biogas oplevert. Verder kan het residu van de vergisting (dat snel beschikbare stikstof bevat) op het land worden gebracht, wat nutriëntverlies van het bedrijf kan voorkomen. Zo'n vergistinginstallatie kan worden ingezet om maaisels uit natuur(beheers)gebieden te vergisten. Zo wordt een natuur(beheers)gebied verarmd (aangezien daar de voedingstoffen weggehaald worden) en dat is een van de doelen waar men met natuurgebieden naartoe wil. Vaak zitten natuurbeheerorganisaties nu al te zoeken waar ze maaisels kwijt kunnen, en zijn er al goede contacten tussen natuurbeheerorganisaties en biologische boeren. Dit komt onder andere doordat maaisels voor een deel als stro gebruikt kunnen worden in potstallen (Smeding en Langhout, 2006). Aanvullend gebruik van maaisels in een vergister zou, doormiddel van gebruik van digestaat als meststof, een extra input van nutriënten kunnen vormen voor de biologische boer. Er zijn zelfs ideeën dat door middel van het vergisten van biomassa de nutriëntverliezen verkleind kunnen worden. Vergisting wordt dan gezien als een tijdelijke opslag van biomassa met stikstof in een vergister, totdat deze, op het moment dat de stikstof echt nodig is, op het land wordt gebracht. Door deze tijdelijke opslag (waarbij er geen nutriëntverliezen

door uitspoeling zijn) kan de stikstof uit de biomassa efficiënter worden benut. Hier kan een kans voor onderzoek liggen, om zo de inzet van digestaat en het gebruik van stikstof te helpen optimaliseren.

Een probleem bij het gebruik van digestaat als meststof kan de wetgeving vormen: vastgelegd is dat het digestaat slechts als meststof mag worden beschouwd als in de input van de vergister tenminste voor de helft uit mest bestaat. Echter, het gebruik van het digestaat na vergisting van puur maïs is inmiddels ook toegestaan en verdere uitbreiding op deze wetgeving valt te verwachten. Een ander punt dat verder onderzocht moet worden is of onkruidzaden in staat zijn om vergisters te overleven, in hoeverre toepassing van digestaat als bemesting onkruidproblemen kan veroorzaken.

In een vergistinginstallatie kunnen natuurlijk ook speciaal geteelde energiegewassen vergist worden. Er mag gesteld worden dat, bij het berekenen van de rendabiliteit van een vergistingsinstallatie, de aankoop en aan en afvoer van de te vergisten biomassa en mest een van de belangrijkste kostenposten is. Een vergister op bijvoorbeeld een kippenbedrijf zou dan ook wel eens een groot voordeel kunnen hebben ten opzichte van een vergister op een bedrijf dat het merendeel van de mest en biomassa moet aankopen. Kippenbedrijven zitten namelijk vaak met een mestoverschot en het vergisten van tenminste een deel van deze mest kan hiervoor een uitweg bieden en winst in de vorm van energie opleveren.

Rendabiliteit

De rendabiliteit van een vergister is een belangrijke vraag. Om hier enig inzicht in te krijgen hebben we een vijftal rendabiliteitberekeningen, gepubliceerd in Boerderij en Ekoland (Loefs & Lelieveld, 2006; Hogenkamp 2005; Kort, 2005) enigszins aangepast en op een rijtje gezet (Tabel 1). Omdat er slechts beperkt inzicht is in

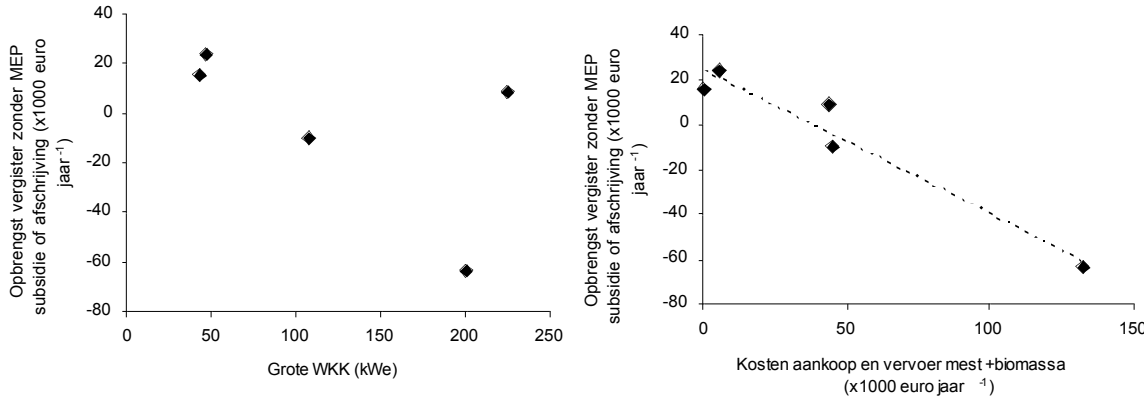
Tabel 1. Grootte, kostenposten en opbrengst van een vijftal praktijkvoorbeelden van vergistingsinstallaties in Nederland (aangepast uit: Loefs & Lelieveld, 2006; Hogenkamp 2005; Kort, 2005).

Praktijkvoorbeelden	Vb.1	Vb. 2	Vb. 3	Vb. 4	Vb. 5
Type bedrijf:	bio, koopt biomassa	gemengd bedrijf	gemengd bedrijf	akkerbouw	vleesvarkens
Grootte WKK (kWe)	200	225	47	107	43
Uitgaven[1]					
Installatie[2]	70000	103750	40489	53855	39680.88
Biomassa en mest aanschaf	132500	43800	0	45000	5250
Onderhoud	19000	19000	7145	11615	6843
Arbeid		8200	2600	5200	2600
Jaarkosten Continuon	8500				
TOTAAL[1]	**230000**	**174750**	**50234**	**115670**	**54373.88**
Opbrengsten[1]					
Verkoop stroom[3]	235500	202500	38505	100003	36591
Besparing gas en elektra	6500		8281	7626	22348
TOTAAL[1]	**242000**	**202500**	**46786**	**107629**	**58939**
NETTO[1]	**12000**	**27750**	**-3448**	**-8041**	**4565.125**

[1]Kosten en opbrengst worden berekend per jaar gedurende de 1e 10 jaar.
[2]De aanschafkosten van de vergistingsinstallatie worden (inclusief 2.5 % rente) over tien jaar afbetaald.
[3]Verkoop van stroom is inclusief MEP

wat in de verschillende voorbeelden is meegerekend en omdat de berekeningen afkomstig zijn uit verschillende publicaties, zijn noodgedwongen enkele posten hierbij opengelaten. Desalniettemin geeft deze tabel een aardig overzicht.

Bij alle in de tabel gepresenteerde opbrengsten is rekening gehouden met de MEP subsidie, die 9.7 eurocent per geleverde kWh bedraagt, gedurende de eerste 10 jaar van levering. Ook worden bij alle vijf voorbeelden de aanschaf en aanlegkosten van de installatie afgeschreven in de eerste 10 jaar. Het valt meteen op dat 2 van de vijf installaties gedurende de eerste 10 jaar geen winst maken. Verder valt op dat het voor de verschillende voorbeelden enorm verschilt hoeveel kosten er zijn voor aanvoer van de benodigde mest en biomassa: dit varieerde van 0 tot 132500 euro per jaar. Dit kan dus een enorme kostenpost zijn. Vooruitgedacht over de situatie na de eerste 10 jaar kan gekeken worden naar de opbrengsten van de vergisters zelf (Figuur 1). De MEP subsidie en de afschrijving van de aanschafkosten van de installaties zijn dan namelijk afgelopen. Deze berekening laat zien dat de grote winsten van de twee grotere vergistingsinstallaties sterk afhingen van de MEP subsidie en dus over 10 jaar bij huidige elektriciteitsprijzen afgelopen zijn. In geval van stijgen van energieprijzen kan dit echter gunstiger uitpakken. Een grotere installatie betekent dus ook een risico, op potentieel minder winst of verlies bij afschaf van de MEP of na de eerste 10 jaar. Het rechterdeel van Figuur 1 laat nog eens zien hoe belangrijk de kosten voor aanschaf van biomassa en mest kunnen zijn: de winst correleert hier lineair mee. Met andere woorden: bedrijven die al veel mest of biomassa uit rustgewassen hebben, of hier goedkoop aan kunnen komen, hebben een erg groot voordeel.



Figuur 1. Opbrengst van de vergisters uit de praktijkvoorbeelden zonden MEP of jaarlijkse afschrijving van de aanschafkosten, uitgezet tegen de groottes van de WKK en de kosten voor productie of aanschaf van biomassa en mest.

Samenvattend kunnen we stellen dat biogas productie door vergisting zeker een grote kans is, ook voor de biologische sector. Speciaal in die gevallen waar er een mestoverschot is, of waar er op een goedkope manier grote hoeveelheden biomassa aangekocht of geproduceerd kunnen worden is te verwachten dat dit rendabel kan zijn. Het lijkt de moeite waard koppelingen tussen natuurgebieden met veel maaisel en boeren te proberen te maken.

4.3 Hakhout

Een andere kans voor de biologische landbouw is het verbouwen van houtgewassen in een (relatief) korte rotatie (in literatuur "short rotation coppice" genoemd, zie ook Van Dooren *et al.*, 2007). Het gaat hier om wilgen, populieren of elzenbossen, die verbouwd kunnen worden in een +/- 20 jaar durende rotatie. Eens in de 2-6 jaar kunnen de takken hiervan geoogst worden. Zulke gewassen kunnen tegen relatief natte omstandigheden en staan bv. in Scandinavië vaak op te natte graslanden of in uiterwaarden. Els is handig omdat deze boomsoort symbiose met de stikstofbindende *Frankia* heeft, Wilg en Populier kunnen echter sneller groeien de eerste jaren, of zijn makkelijker vegetatief te vermeerderen. *Robinia* (ook stikstofbinder) is in Duistland geopperd als potentieel hakhoutgewas. Onder wilg en populier worden wel stikstofbindende klaver of lupine gewassen als bodembedekkers geplant. In Scandinavië is het product van dergelijke gewassen het hout, dat op de individuele boerderijen met behulp van een "Stirling engine" voor kleinschalig gebruik, onbemand en bijna onderhoudsvrij elektriciteit op het net kan leveren. Bij zulke lokale omzetting van biomassa in energie is er geen sprake van concurrentie met gangbare boeren. Er zijn slechts geringe vervoerskosten, en alle geproduceerde elektriciteit levert meteen iets op. Andere voordelen van dit soort gewassen zijn er ook: ze hebben relatief weinig mest nodig, en beperken, zelfs in situaties mét hoge bemesting, de nitraat uitspoeling naar het grondwater enorm (Jørgensen *et al.*, 2005) in vergelijking met andere gewassen. Verder verhogen ze het gehalte aan bodemorganische stof en hebben ze een verminderend effect op bodemziekten voorkomend bij landbouwgewassen en op eenjarige onkruiden. Ze kunnen echter een stimulerend effect hebben op meerjarige onkruiden. Landschapsecologisch gezien kunnen zulke gewassen bijdragen aan de biodiversiteit en het behoud van wilde plant- en diersoorten. Tot slotte worden, uit het oogpunt van efficiëntie van grondgebruik, deze gewassen besproken als mogelijk multifunctioneel: er zijn proeven geweest met varkens of ganzen die hierin foerageren. Dit verhoogt het dierwelzijn (iets wat ook hoog op de agenda staat) en kan nitraat uitspoeling van de uitwerpselen van de dieren (een probleem bij varkens) minimaliseren. Voor ganzen ging dit over het algemeen erg goed, bij varkens niet altijd: enkele wilggewassen hebben erg lekkere wortels, en na enkele maanden gingen de varkens hier massaal aan eten (observaties van Svalöf Weibull). Elzen lijken in dat opzicht beter geschikt. Na verbranding kan as potentieel terug worden gebracht naar het land. Echter, in bepaalde fracties van de as (de losse deeltjes die gefilterd kunnen worden uit de rook) kunnen zware metalen voorkomen. Een laatste mogelijkheid die we willen noemen is de aanleg van houtwallen (bv. bestaande uit bovengenoemde boomsoorten) die tegelijkertijd als hakhout dienen. Deze kunnen als multifunctioneel worden gezien: ze bieden bescherming tegen extreme weersomstandigheden, en verhogen de landschappelijke waarde. Verder kunnen ze gezien worden als 'corridors', verbindingen die dier- en plantensoorten in naburige bosgebieden met elkaar in contact brengen en verhogen ze de ruimtelijke biodiversiteit. Ze kunnen ook bijdragen aan het verhogen van de 'functionele' diversiteit (Altieri, 1999), bijvoorbeeld door het aantrekken van kevers die onkruiden eten, of van nuttige insecten.

5 Conclusie

Een van de onderliggende politieke doelstellingen voor het maken van richtlijnen om energie te produceren uit biomassa is het stimuleren van de duurzame landbouw geweest. Dit dreigt in de praktijk echter niet te gebeuren. Er is een breed scala aan gewas/technische mogelijkheden voor energieproductie of brandstofproductie uit biomassa. Daardoor is het niet makkelijk een overzichtelijk beeld te krijgen van hoe realistisch of rendabel een bepaald scenario is. Ethische bezwaren tegen energieproductie uit biomassa hebben betrekken op richtlijnen van de politiek, en grootschalige teelten in een mondiaal perspectief. Concurrentie om land, concurrentie om water en de non-duurzaamheid van intensieve, grootschalige productie zijn de drie belangrijkste. Specifiek voor de biologische landbouw zijn er doelstellingen als: het in stand houden van de bodemvruchtbaarheid, teelten zonder al te veel ziekte verwekkers, het stimuleren van biodiversiteit en het beperken van de output van grote hoeveelheden nutriënten en organische stof uit een systeem. Op zichzelf hoeven energieteelten niet in strijd met deze doelstellingen te zijn, maar kunnen ze dat wel zijn. Het hangt dus allemaal af van de manier waarop. Oplossingen zijn bijvoorbeeld kleine schaal en regionaliteit, multifunctionaliteit en geen onnodige intensiteit. Kansen voor energieteelten: gewassen die al nu al als energiegewassen geteeld worden, worden vaak op een absoluut niet duurzame manier geteeld. Hier ligt een uitdaging, om na te denken hoe deze teelten te verduurzamen. Hiernaar is een veelvoud van vernieuwend onderzoek mogelijk. Belangrijke aspecten kunnen zijn het schaalniveau waarop een gewas geteeld wordt en de intensiteit waarmee dit geteeld wordt. Ook zijn er kansen voor veredeling: voor energiegewassen zijn vaak andere eigenschappen van belang dan voor voedselgewassen. Kansen voor vergisting in de biologische landbouw zijn er eveneens, vooral in situaties waar de te vergisten biomassa relatief goedkoop kan worden aangekocht of geproduceerd. Samenwerking tussen boeren en natuurbeheerders lijkt hoopvol. Het digestaat uit een vergister kan terug wordt gebracht naar het land als meststof, en zo een meerwaarde bieden. Houtachtige gewassen, al dan niet als teelt of als houtwal, die geoogst kunnen worden en gebruikt voor elektriciteit- of warmte productie lijken ook kansen te bieden. Deze zijn multifunctioneel doordat ze naast energieproductie, de landschappelijke waarde kunnen vergroten, (functionele) biodiversiteit kunnen stimuleren, kunnen dienen als windschermen en ecologische verbindingen kunnen vormen. Er zijn zelfs mogelijkheden zulke gewassen te gebruiken als dieruitloop, waarbij de bomen helpen de uitspoeling van nitraat te beperken. Al met al lijken we niet meer om energieproductie uit biomassa heen te kunnen, maar laten we dan vooral proberen te helpen dit op een duurzame manier aan te pakken. Het verduurzamen van teelten in de gangbare landbouw is een belangrijke stap hierin. Verder lijkt ook de biologische landbouw voor tenminste een klein deel in haar energieproductie te kunnen voorzien, zonder al te desastreuze gevolgen voor het systeem. Zulke stappen lijken onmisbaar om bij te dragen aan een leefbare wereld in de toekomst.

6 Literatuur

Altieri, M. 1999. **The ecological role of biodiversity in agroecosystems**. Agriculture, Ecosystems and Environment 74, 19-31

Berndes, G. 2002. **Bioenergy and water – the implications of large-scale bioenergy production for water use and supply.** Global Environmental Change 12, 253-271

Commissie van de Europese Gemeenschappen, 2000. **Groenboek. Op weg naar een Europese strategie voor een continue energievoorziening.** COM(2000)729 final. 138 p.

De Raad van de Europese Unie, 2002. **Beschikking van de Raad van 25 april 2002 betreffende de goedkeuring, namens de Europese Gemeenschap, van het Protocol van Kyoto bij het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake klimaatsverandering en de gezamenlijke nakoming van de in dat kader aangegane verplichtingen**. Publicatieblad van de Europese Unie L130, 0001-0003

El Bassam, N. 1996. **Renewable energy. Potential energy crops for Europe and the Mediterranean region**. RUE technical series 46, FAO, Rome

Grassi, G, Bridgewater, T, 1992. **Biomass for energy and environment, agriculture and industry in Europe, a strategy for the future.** Commission of the European communities, Directorate General for Science Research and Development. Luxemburg. 58 p.

Het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie, 2003**. Richtlijn 2003/30/EG van het Europees parlement en de raad, van 8 mei 2003, ter bevordering van het gebruik van biobrandstoffen of andere hernieuwbare brandstoffen in het vervoer.** Publicatieblad van de Europese Unie L123, 42-46

Hogenkamp, W. 2005. **Vergister tweede poot onder bedrijf.** Boerderij 90, nr. 15, 26-27

Jørgensen, U, Dalgaard, T, Kristensen, ES, 2005**. Biomass energy in organic farming-the potential role of short rotation coppice.** Biomass and Bioenergy 28, 237-248

Katan, M, Rabbinge, R, van Swaai, W. 2006. **Toekomst voor biodiesel is illusie**. Financieel Dagblad, 7 juli

Kort, K. 2005. **Schaalgrootte bepaalt rendement vergister.** Boerderij/Veehouderij 90, nr. 17, 8-10

Loefs, R. Lelieveld, W. 2006. **Duurzame energie: mestvergisting. Is energie uit mestvergisting rendabel, ook zonder MEP?** Ekoland 12, 20-21

Muller, A, 2006. **An organic farming perspective on the production of biomass for energy use.** Working Papers in Economics 216, Göteborg University, Department of Economics. http://www.handels.gu.se/epc/archive/00004987/01/gunwpe0216.pdf. 18 p.

Van Dooren, H.J.C., Van der Voort, M.P.J., Timmermans, B.G.H. 2007**. Opties voor duurzame energieproductie in de biologische landbouw.** Rapport 99. Animal Science Group, Wageningen Universiteit, Lelystad.

Vermeij, I., Spruijt-Verkerke, J., van der Klooster, A., van Krimpen, M.M. 2005. **Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw: teelt van voedergewassen en rantsoenen voor varkens en leghennen.** Animal Science Group, Wageningen Universiteit, Lelystad.

Website agriholland: http://www.agriholland.nl/dossiers/biobrandstoffen/biobrandstof.html

Website vrom: http://www.vrom.nl/pagina.html?id=20930#2