27-28-29•Biomassa:27-28-29 09-12-08 08:31 Pagina 27

Biomassa, efficiënte toepassing voor energieopwekking

Nog een concurrent voor grondstoffen

Algemeen [Carolien Makkink]

De strijd om grondstoffen tussen food, feed en fuel is een actueel thema. De toegenomen afzetmarkten voor landbouwgewassen beïnvloeden de prijsontwikkelingen en brengen maatschappelijke en ethische kwesties met zich mee. Volgens Ben Brehmer, recent gepromoveerd aan Wageningen Universiteit, krijgt de grondstoffenmarkt er nog een concurrent bij: biomassa.



Ben Brehmer gebruikte Life Cycle Analysis technieken om de vervangingsmogelijkheden van fossiele brandstoffen te onderzoeken door verschillende toepassingen van biomassa te vergelijken.

Promovendus Ben Brehmer gebruikte Life Cycle Analysis (LCA) technieken om de vervangingsmogelijkheden van fossiele brandstoffen te onderzoeken door verschillende toepassingen van biomassa te vergelijken. Uit zijn onderzoek blijkt dat vooral suikerriet, sorghum, cassave, suikerbieten en oliepalm uit energie-efficiëntie overwegingen beter te gebruiken zijn als grondstof in de petrochemische industrie dan als grondstof voor energieopwekking. Alle hernieuwbare energiebronnen (zonne-energie, windenergie, getijde-energie, geo-thermale energie) zijn gebaseerd op de opwekking van warmte of elektriciteit. Biomassa daarentegen bevat koolstofcomponenten en verschillende chemische functionaliteiten. Daarom pleit Brehmer ervoor dat de toepassing van biomassa het optimale gebruik van de unieke eigenschappen van biomassa moet behelzen. Dit is uit energetisch oogpunt een efficiëntere toepassing dan verbranding of omzetting in biobrandstoffen, concludeert Brehmer uit zijn promotieonderzoek.

Bio-raffinaderij

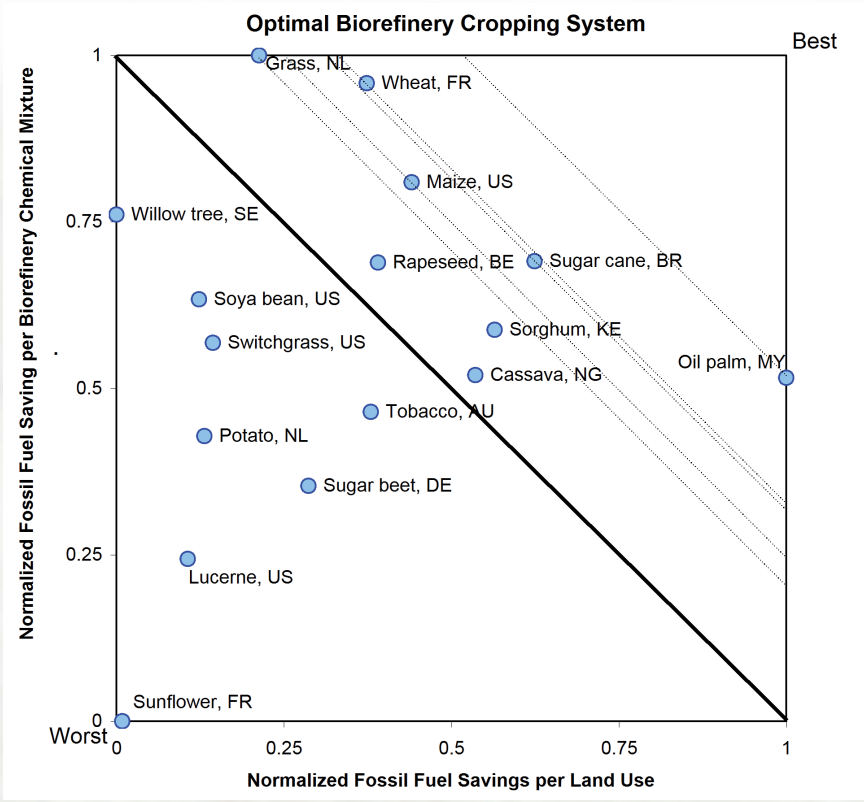
De petrochemische industrie gebruikt ruwe olie om daaruit diverse chemicaliën te winnen. De Nederlandse petrochemische industrie is verantwoordelijk voor 15 procent van het landelijke energieverbruik. In de Rotterdamse haven worden grote hoeveelheden olie en gas verwerkt tot chemische producten. Wereldwijd verbruikt de petrochemische industrie 7,5 procent van de totale energieproductie. „Door de fossiele grondstoffen van deze industrie te vervangen door biomassa, kan fors worden bespaard op het gebruik van fossiele brandstoffen", constateert Brehmer. Het toepassen van biomassa om er chemische componenten uit te winnen, wordt bioraffinage genoemd. De primaire energie-input bestaat hierbij uit zonne-energie, meststoffen, water en pesticiden voor de teelt van het gewas. Zonne-energie is de grootste input-factor, maar daarnaast zijn ook fossiele brandstoffen nodig bij de teelt van landbouwgewassen. Verder is er sprake van secundaire energie-input (teelt/oogst, drogen/verwerken, opslag en transport) en energie-input gerelateerd aan de industriële verwerking tot chemische producten.

Suikerbieten

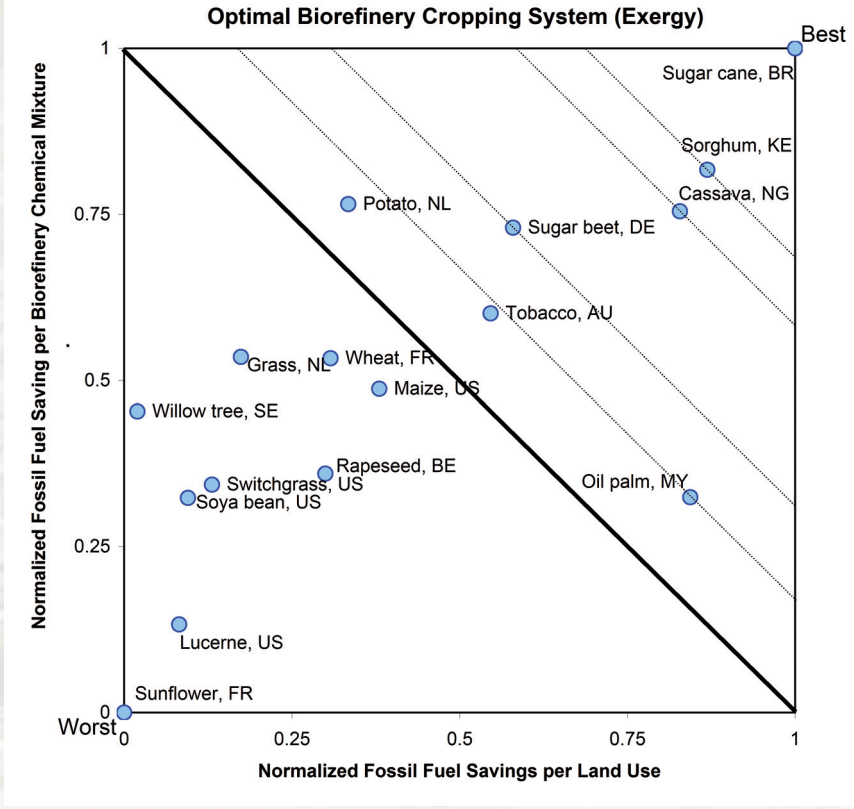
Voedselgewassen worden geteeld voor de eetbare delen. De niet-eetbare delen worden als meststof achtergelaten op het veld of toegepast in de diervoeding. In de suikerbietenteelt is bijvoorbeeld de sucrose in bieten het primaire product. Het bovengrondse deel van de plant wordt, samen met reststromen uit de verwerking van de bieten, ingezet in

Tabel 1.

Proces	GJ per ton biomassa		GJ per hectare land	
	Energie	Exergie	Energie	Exergie
Bio-energie (verbranding)	7,1	4,4	209	128
Eerste generatie	3,7	6,1	107	179
Tweede generatie	4,9	6,5	143	190
Chemische bio-raffinage	10,3	14,1	302	411



Figuur 1. Optimale bioraffinage per gewas (energie)



Figuur 2. Optimale bioraffinage per gewas (exergie)

de diervoeding. Verbranding van het gehele gewas voor de opwekking van energie levert een besparing op fossiele brandstoffen op van 4,4 GJ per ton biomassa, ofwel van 128 GJ per hectare (bij een opbrengst van 100 ton suikerbieten per hectare = 29,2 ton drogestof per hectare).

Eerste generatie biobrandstof (suikers -> bio-ethanol) kan worden geproduceerd uit suikerbieten. Deze route leidt tot een besparing op fossiele brandstoffen van 6,1 GJ per ton biomassa ofwel 179 GJ per hectare. Als naast de eenvoudige suikers ook de lignocellulose uit de suikerbiet wordt omgezet in ethanol (tweede generatie biobrandstof), wordt 6,5 GJ per ton biomassa, ofwel 190 GJ per hectare bespaard, op fossiele brandstoffen.

Bio-raffinage van suikerbieten behelst de omzetting van zetmeel en lignocellulose in bio-ethanol en de winning van eiwitten uit suikerbieten. Langs deze weg wordt 79 procent van de biomassa benut. De verkregen eiwitten kunnen worden toegepast als vervanging voor N-bevattende chemicaliën (amine-based chemistry). Bioraffinage van suikerbieten leidt tot een besparing op fossiele brandstoffen van 14,1 GJ per ton biomassa, ofwel 411 GJ per hectare. Dit komt overeen met een besparing van 67 vaten ruwe olie per hectare landbouwgrond. Tabel 1 geeft een overzicht van de besparingen per verwerkingsroute.

Alle toepassingen van suikerbieten leiden, zoals uit tabel 1 blijkt, tot een beperking van het gebruik van fossiele brandstoffen.

Chemische bio-raffinage levert geen brandstof op, maar leidt tot de grootste besparing op fossiele brandstoffen.

Verbranding van de biomassa geeft aanzienlijk minder exergie (maat van energieverlies) dan energie, waaruit blijkt dat er weinig technologische mogelijkheden zijn om de efficiëntie van het proces te verbeteren. De bottleneck is de efficiëntie van de boiler. Bij chemische raffinage is de exergie 26,5 procent hoger dan de energie. Hieruit blijkt dat er mogelijkheden zijn om de efficiëntie van het proces technologisch te verbeteren.

Besparingen per verwerkingsroute

Vervanging van fossiele brandstoffen bij verschillende verwerkingen van suikerbieten. Exergie is een maat voor het energieverlies in de verschillende processtappen en daarmee voor de 'kwaliteit' van de energie (exergie is dus gebaseerd op zowel de eerste (wet van behoud van energie) als de tweede (toename van entropie bij elke systeemverandering) wet van de thermodynamica).

27-28-29•Biomassa:27-28-29 09-12-08 08:32 Pagina 29

Bio-ethanol

Bij de eerste generatie winning van bio-ethanol uit mais of tarwe via fermentatie van het zetmeel komt dry distillers grains with solubles (ddgs) vrij als co-product. Ddgs wordt ingezet in de diervoeding. Het is echter ook mogelijk om de cellulose- en eiwitcomponenten van ddgs te benutten als chemische precursor. Brehmer onderzocht de mogelijkheden van (tweede generatie) ammonia fibre expansion (Afex) om de ethanolopbrengst te verbeteren en stikstofhoudende precursors voor de chemische industrie te winnen. Ddgs is rijk aan ruweiwit en fermenteerbaar lignocellulose. Afex gekoppeld aan behandeling met proteases maakt het mogelijk om grote hoeveelheden fermenteerbare suikers vrij te maken en een groot deel van het eiwit te solubiliseren. Deze techniek kan de toegevoegde waarde van de co-producten uit de bio-ethanol industrie verhogen.

Omzetting van zowel zetmeel als vezels uit tarwe in bio-ethanol (tweede generatie) levert een bijproduct met een hoger eiwitgehalte dan eerste generatie bio-ethanol productie. Het eiwit in dit bijproduct heeft een laag lysinegehalte en daardoor een geringe waarde in de diervoeding. Toepassing van extractie met protease van wheat stillage (natte dgs) kan meer eiwit in oplosbare vorm brengen. De gevormde peptiden kunnen worden gebruikt als grondstof voor de productie van bioplastics.

Deze ‘volgende generatie’ technologie kan de besparing op fossiele brandstoffen opvoeren tot meer dan 150 GJ per hectare als al het eiwit wordt geëxtraheerd. Ter vergelijking, met eerste generatie bio-ethanolproductie wordt een besparing bereikt van hooguit 20 GJ per hectare en tweede generatie technologie maximaal ongeveer 70 GJ per hectare.

Diervoeder

Het is lastig om toepassing van co-producten als diervoeder in te rekenen in LCA. Brehmer gaat in zijn berekeningen uit van een indirecte fossiele energie input van 1 tot 3 GJ per ton voor ruwvoeders en 6 tot 14 MJ per kg voor krachtvoeders/mengvoeders. Veel gebruikte mengvoedergrondstoffen zijn maisglutenmeel (47 procent ruweiwit, 7,5 GJ ME per ton, fossiele energie input 6,1 GJ per ton), korrelmais (10 procent ruweiwit, 8,4 GJ ME per ton, fossiele energie input 9,0 GJ per ton) en sojaschroot (45 procent ruweiwit, 7,9 GJ ME per ton, fossiele energie input 6,8 GJ per ton). Distillers grains kunnen deze grondstoffen gedeeltelijk vervangen op de lokale markten. Mais-dgs bevat 30,5 procent ruweiwit en omdat mais-dgs een vergelijkbare hoeveelheid ME bevat, kan toepassing in diervoeders ten koste van sojaschroot een besparing opleveren van 4,6 GJ per ton.

Landbouwgrond

„Juist vanwege de toenemende schaarste in bouwland, is het noodzakelijk om verwerkingsroutes te selecteren die de grootste fossiele brandstoffen besparing opleveren per hectare landbouwgrond”, benadrukt Brehmer. „Chemische bioraffinage is de meest duurzame optie voor het inzetten van biomassa om het gebruik van fossiele brandstoffen te beperken.”

De concurrentiestrijd om schaarse energie (fossiele brandstoffen) en landbouwgrondgrond vereist zeer zorgvuldige LCA berekeningen om de optimale toepassing van biomassa/grondstoffen vast te stellen. Brehmer drukt de energiebesparingen in zijn onderzoek daarom bij voorkeur uit in GJ per hectare.

Toekomst

Elke toepassing van biomassa vereist input van energie, voornamelijk uit fossiele brandstoffen, waardoor de toepassing altijd maar voor een deel duurzaam, hernieuwbaar of CO2-neutraal is. De huidige bio-ethanol-industrie leidt nauwelijks tot vermindering van het gebruik van fossiele energie en verstoort de balans in de binnenlandse diervoedermarkt in de VS (mais) en in de EU (tarwe), constateert Brehmer. Inpassing van lignocellulosefermentatie en eiwitscheiding in de bio-ethanolproductie uit Amerikaanse mais en Europese tarwe kan aanzienlijk meer fossiele brandstoffen besparen.

Consequenties

Met de door Brehmer voorgestelde bioraffinage heeft de diervoedergrondstoffenmarkt er een concurrent bij. De (eerste en tweede generatie) biobrandstoffenindustrie maakt al gebruik van food en feed grondstoffen. Uit deze industrie komen echter ook weer ‘nieuwe’ diervoeders beschikbaar, zoals (d)dgs. Verdere raffinage van deze co-producten om precursors voor de chemische industrie te winnen, leidt tot een daling van de voederwaarde van de biofuel-bijproducten. De lange termijn consequenties van deze ontwikkelingen voor de diervoedersector laten zich nog lastig voorspellen. ▬

Andere gewassen

Uit Life Cycle Analysis berekeningen aan andere landbouwgewassen komen vooral Braziliaanse suikerriet, Keniaanse sorghum, Nigeriaanse cassave, Duitse suikerbieten en Maleisische oliepalm naar voren als perspectiefrijke grondstoffen voor bioraffinage. Met deze gewassen kan de grootste terugdringing van het gebruik van fossiele brandstoffen worden bereikt.

