Bodem & watersysteem: cruciaal voor biobased economy

Een *biobased economy* betekent een overgang van uitputbare fossiele voorraden naar hernieuwbare biomassa. De voorraden biomassa zijn echter niet onuitputtelijk en er is competitie met andere vormen van landgebruik. Duurzaamheid is in een biobased economy een belangrijk begrip, zowel bij het gebruik van de biomassa als in de productieketen. Het bodem- en watersysteem speelt een essentiële rol bij de productie van biomassa en staat aan het begin van de keten. De claim van duurzaamheid staat of valt met hoe wordt om gegaan met het bodem- en watersysteem.

Door: Gert Jan van den Born & Jan Ros

Over de auteurs:
Ir. Gert Jan van den Born en Drs. Jan Ros zijn werkzaam bij het Planbureau voor de Leefomgeving. Gert Jan van den Born is landbouwkundige en werkt binnen de sector Water, Landbouw en Voedsel aan vraagstukken rond duurzaam landgebruik. Jan Ros heeft een achtergrond als chemicus en werkt binnen de sector Klimaat, Lucht en Energie als projectleider biomassa.

BIOBASED ECONOMY BEZIEN VANUIT HET PERSPECTIEF VAN BODEM EN WATER.

Een *'biobased economy'* is een economie waarin gewassen en reststromen uit de landbouw en voedingsmiddelenindustrie, maar ook vanuit de natuur, worden ingezet voor niet-voedseltoepassingen. Een duidelijk voorbeeld is bioplastics gemaakt van mais en bio-energie uit dierlijke vetten of uit houtsnippers. Het betekent een overgang van uitputbare fossiele voorraden naar hernieuwbare biomassa.
Hernieuwbaar betekent echter nog niet onbegrensd. De voorraden van *biobased* materialen zijn niet zozeer uitputbaar, maar wel geldt dat het voor de productie ervan benodigde land begrensd is en dat er sprake is van competitie met andere vormen van landgebruik of met bestaande toepassingen van reststromen. Bij de omzetting van natuurlijke gebieden in landbouwgrond kan bovendien veel koolstof uit het terrestrische systeem worden onttrokken. De landbouwproductie zelf is evenmin vrij van broeikasgasemissies. De *biobased economy* is daarom zeker niet CO2-neutraal.

In een quick scan heeft het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL 2012) vastgesteld dat het voor Europa al een hele opgave zal worden om op duurzame wijze voldoende biomassa te verkrijgen om fossiele olie, gas en kolen te vervangen en daarmee de economie in 2030 voor 10% biobased te krijgen (10% van de energie- en grondstof consumptie). Er ligt dus een belangrijke uitdaging in duurzame productie van biomassa. Het is een uitdaging op mondiale schaal. Bodem- en watersystemen spelen een cruciale rol bij de productie van deze grondstoffen.

Het gaat niet alleen om duurzame productie, ook om duurzaam gebruik. *Economy*, als onderdeel van het begrip *'biobased economy'* impliceert dat alle delen van de gewassen optimaal worden benut en het gebruik van de biobased grondstoffen zoveel mogelijk plaatsvindt in een kringloop of in een cascade waar de grondstoffen zo lang mogelijk worden hergebruikt. Daarmee kan worden bereikt dat het rendement van de grondstoffen, zowel vanuit een ecologische als een economische invalshoek, zo hoog mogelijk is.

WELKE BRONNEN VAN KOOLSTOF WORDEN GEBRUIKT IN EEN BIOBASED ECONOMY?

Plantaardig materiaal is al heel lang de basis van veel grondstoffen: hout als energiebron en bouwmateriaal, houtpulp of rijst voor de productie van papier, stro voor het maken van karton, en vlas en katoen voor kleding. Het concept *biobased economy* is dus zeker niet nieuw maar wel opnieuw gedefinieerd in een door fossiele grondstoffen gedomineerd tijdperk. Dit voornamelijk dankzij allerlei vernieuwende technologieën in de biochemie en biotechnologie. Deze sectoren hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van nieuwe chemische en biologische processen. Dit alles heeft geleid tot een bijna oneindig aantal nieuwe toepassingen voor plantaardig en dierlijk materiaal.

> Hernieuwbare biomassa betekent niet een onbegrensd aanbod

De plantaardige, en in mindere mate, van dierlijke producten afkomstige, grondstoffen die in een *biobased economy* worden toegepast kunnen een heel verschillende herkomst hebben. Het kan een speciaal geteeld gewas zijn, eventueel verrijkt met waardevolle componenten, maar ook een reststroom van de landbouw, of een restproduct dat afkomstig is van bijvoorbeeld de voedselverwerkende industrie, of hout en houtresten. Bij de toepassingen gaat het zowel om het gebruik van laagwaardige producten

(houtvezel, stro, granen) die in bulkhoeveelheden worden ingezet voor chemie of energie, of om hoogwaardige producten met relatief geringe volumes (vitamines, antibiotica, geur en smaakstoffen). Hoogwaardig duidt al op de potentieel grote economische betekenis van specifieke producten. In de Kennis- en innovatieagenda voor de *biobased economy* (WTC, 2011) wordt gewezen op het belang van een focus in Nederland, niet zozeer voor maximale productie van biobrandstoffen, als wel op ontwikkeling van de chemie en materialensector, uitgaande van groene grondstoffen. De zorg om ecologische duurzaamheid speelt vooral bij de inzet van bulkhoeveelheden, die vanuit het perspectief van een schone economie op de lange termijn cruciaal zijn (PBL/ECN 2011).

ROL VAN HET BODEM- EN WATERSYSTEEM

Voor de benodigde biomassa kan in principe gebruik worden gemaakt van alle terrestrische of aquatische ecosystemen waar planten, algen en wieren via fotosynthese koolstof vastleggen. In natuurlijke systemen, zoals een bosecosysteem, is er evenwicht in de opbouw en afbraak van organisch materiaal en is er een balans in de hoeveelheid organisch materiaal die is opgeslagen in de bodem en in de vegetatie. In meren of zeeën is de koolstof aanwezig in de verschillende aquatische subsystemen. De meeste natuurlijke systemen kunnen een zekere 'oogst' van biomassa goed aan zonder dat dit consequenties heeft voor biodiversiteit of kwaliteit van het bodem- en watersysteem.

BODEMSYSTEEM: GEVOLGEN NIET-DUURZAAM BEHEER

In agrarische systemen of bosplantages worden de gehaltes in nutriënten en organische stof gereguleerd met als doel een zo hoog mogelijke opbrengst van een specifiek product te verkrijgen (granen, gras, hout, vezels etc.). Restproducten (stro, wortels, zijtakken etc.) blijven achter op het land en spelen een rol bij het op peil houden van de bodemstructuur en vruchtbaarheid. Bij niet duurzaam beheer kan dit leiden tot afname van nutriënten, afname van het organisch stofgehalte en verstoring van de bodemvochthuishouding. Dit kan leiden tot degradatie van het bodemsysteem (chemisch, fysisch) en verlies van de productiviteit met gevolgen voor de voedselvoorziening. Bovenmatige onttrekkingen van grond- of oppervlaktewater door grondwaterwinning voor irrigatie leiden tot ontwrichting van de waterbalans, verzilting van de bodem en daling van het peilniveau in zoetwatermeren. Dit kan na verloop van tijd grote gevolgen hebben voor de productiviteit en biodiversiteit van een gebied of directe omgeving.

Op het moment dat ook de reststromen van de landbouw of van bosplantages een grotere economische waarde gaan vertegenwoordigen en niet meer achterblijven op het land of terugkeren naar het land, neemt het organische stofgehalte geleidelijk af wat negatieve gevolgen heeft voor de productiviteit. Bovendien daalt daardoor de voorraad koolstof die aanwezig is in de bodem, met als gevolg een toename van de atmosferische CO_2 concentratie en daarmee invloed op klimaatverandering. Dergelijke initiatieven zullen op lange termijn geen aantrekkelijk bedrijfseconomisch plaatjes opleveren. Dat betekent dat er nogal wat maatschappelijke investeringen nodig zijn om dergelijke productielijnen (letterlijk) van de grond te krijgen.

DUURZAAM BEHEER

In het kader van het programma voor Wetenschappelijk Assessment en Beleidsanalyse Klimaatverandering (WAB) is een studie uitgevoerd naar het mondiale biomassa potentieel (Dornburg et al, 2008). Daarin is vooral gekeken naar het effect van duurzaamheid op de potentieelschatting. Daarin wordt ook gesteld dat gedegradeerde gronden een bijdrage kunnen leveren aan de productie van biomassa en/of de vastlegging van bodem-

koolstof. De mogelijkheden daarvoor hangen niet alleen af van de aard en mate van landdegradatie, maar vooral van het succes van de maatregelen die het herstel begeleiden. Zo is voor herbebossing- of agro-ecologische projecten essentieel dat de boom- of gewaskeuze zijn afgestemd op de groeiomstandigheden. Goed bodem- en water management (adequate beschikbaarheid van nutrienten en vocht) draagt bij aan het succesvol verlopen van dergelijke projecten. Onder gunstige omstandigheden neemt de hoeveelheid koolstof in zowel bodem als vegetatie geleidelijk toe en stijgt de productiviteit, wat ten goede komt aan de voedsel- of houtvoorziening. Deze aanpak zorgt zowel direct als indirect (grondgebruik elders wordt vermeden) voor meer biomassa productie. De draagkracht van het herstelde (agro)ecosysteem zal uiteindelijk bepalen of het herstelde systeem alleen bijdraagt aan koolstofvastlegging of ook aan de beschikbaarheid van biomassa voor energie of grondstoffen. Oriënterende berekeningen laten zien dat hier een potentieel van 25-32 EJ te winnen valt (Nijsen et al., 2012). Dit potentieel is 10% van het maximale ingeschatte vraag naar biomassa voor energiedoeleinden in 2030, zoals verondersteld in de studie van Dornburg et al. (2008).

> Bewust bodemgebruik en bewust gebruik van onze meren en zeeën is met de sterk toegenomen aandacht voor een op biomassa gerichte economie meer dan ooit van belang

Zoals gesteld, is goed watermanagement daarbij essentieel. Teelten vragen om water. In gebieden met waterschaarste kan een uitbreiding van de teelt met energiegewassen de druk op het watersysteem nog aanzienlijk verhogen. Berekeningen laten zien dat het ontzien van gebieden met ernstige waterschaarste eerdere schattingen van het mondiale potentieel aan biomassa met zo'n 20% omlaag kan brengen (Van Vuuren et al., 2010).

WATERSYSTEEM

Algen en wieren zijn voorbeelden van aquatische biomassa, die slechts water, zonlicht en CO_2 nodig hebben om te kunnen groeien. Algen en wieren hebben een relatief hoge productiviteit,

die kunstmatig verhoogd kan worden door te kweken in bassins of reactoren. Algen en wieren kunnen biomassa produceren met een interessante samenstelling (proteïne, suikers en oliën). De watergewassen zijn substantieel verschillend van landgewassen. Zo hebben microalgen en zeewieren geen of minder stevigheid nodig. Ze bevatten dan ook geen lignine en aanzienlijk minder cellulose, maar zijn wel rijk aan proteïne, suikers en oliën en daardoor mogelijk interessant als veevoer.

In een recente studie naar een vergelijking tussen algen en landbouwgewassen (Muylaert & Sanders, 2010) komt naar voren dat in de Nederlandse situatie algen een gemiddelde (in vijvers) tot hoge productie (in fotobioreactoren) per oppervlakte-eenheid hebben in vergelijking met de meeste landbouwgewassen. De energiebalans voor fotobioreactoren is echter negatief. De energiebalans voor algenkweek in vijvers is positief, maar globaal genomen ongunstiger dan die van landbouwgewassen. Ook voor de grondstoffen van de eerste generatie landbouwgewassen (olie en suikers) scoren de algen lager. Er is dan ook nog een innovatietraject te gaan om algen tot een grote energiebron te maken, waarvan het eindresultaat allerminst zeker is.

> Werken aan een biobased economy stimuleert de ontwikkeling van innovatieve concepten en technieken die zowel in ecologische als economische zin efficiënter zijn

In regio's met een hogere lichtintensiteit (subtropen) en hogere productiviteit zijn de omstandigheden mogelijk gunstiger. Het grote voordeel is dat algen geproduceerd kunnen worden in gebieden waar de bodem niet geschikt is voor landbouw of op zee. In die zin is deze bron dan ook complementair aan die van landbouwgewassen (Muylaert, 2009).

Wieren groeien voornamelijk in ondiepe kuststroken en worden net als algen vooral geteeld of geoogst uit de natuur voor hoogwaardige toepassingen als voeding of hydrocolloiden (Muylaert, 2009). Valorisatie van zeewier is onderwerp van onderzoek. Zo wordt er gekeken naar zeewier als bron van "groene" chemicaliën, biogas uit zeewier bevattend materiaal (vergisting) en de valorisatie van het digestaat dat vrijkomt na vergisting. Naast algen en zeewier is er ook aandacht voor de teelt van eendenkroos. Dit snelgroeiende plantje zou in potentie een interessant zetmeelgewas (veevoer) kunnen zijn.

Net als op het land speelt ook hier de competitie tussen de verschillende vormen van gebruik. De visserij heeft grote impact op de ecosystemen en hun biodiversiteit. Dit geldt even zozeer voor de eutrofiering van kustgebieden. Het gebruik van aquatische ecosystemen in een *biobased economy* zal eveneens bekeken moeten worden in het licht van duurzaam gebruik en het voorkomen van verdere verstoring. Wel kan de kennis goed ingezet worden bij het herstel van ecosystemen of door het zuiveren van water, bijvoorbeeld door rietplanten, biezen, algen en wieren. Bovendien kunnen dergelijke systemen organisch materiaal leveren dat kan worden geoogst en ingezet als grondstof voor energie of chemie.

CONCLUSIES

Denken over bewust bodemgebruik en bewust gebruik van onze meren en zeeën is met de sterk toegenomen aandacht voor een op biomassa gerichte economie meer dan ooit van belang. In een biobased economy zijn er veel mogelijkheden om op een duurzame manier producten te maken, die vanuit milieu oogpunt gunstiger zijn dan de producten die afkomstig zijn van fossiele grondstoffen. Vooral wanneer het om hergebruik, het gebruik van reststromen of om 'duurzame oogst' uit de natuur gaat zijn de milieuvoordelen al snel zichtbaar. *'Biobased'* draagt bij aan het beperken van de atmosferische CO2-concentratie en reduceert het gebruik van eindige fossiele bronnen. Maar om duurzaamheid te kunnen claimen is het wel noodzakelijk dat ook de teelten op het land of in water op een duurzame manier plaatsvinden. Als er onvoldoende aandacht is voor de kwaliteit van de bodem (vruchtbaarheid, vastgelegd koolstof, bodemecologie), voor de wijze waarop grond- en oppervlaktewater worden gebruikt, en voor de waterkwaliteit (ecologisch en chemisch) dan draagt deze vorm van economie uiteindelijk niet of maar heel weinig bij aan de gewenste duurzaamheid. De claim dat een biobased economy duurzaam is, is dan niet terecht.

Los van de discussie over de mate van duurzaamheid draagt het denken over en het werken aan een *biobased economy* bij aan de ontwikkeling van innovatieve concepten en technieken die in ecologische zin, maar ook in economische zin leiden tot efficiëntere systemen dan de gangbare concepten. Deze 'winst' is mede te danken aan de samenwerking tussen verschillende vakgebieden en hun ambitie om nieuwe kansrijke technieken (o.a. biotechnologie, chemie) en ketens te ontwikkelen. Deze ketens moeten dan wel letterlijk en figuurlijk beginnen bij een duurzaam gebruik van het bodem- en watersystemen.

REFERENTIES

1. Dornburg et al., 2008, Biomass Assessment. Assessment of global biomass potentials and their links to food, water, biodiversity, energy demand and economy (Main Report). Performed within the framework of the Netherlands Research Programme on Scientific Assessment and Policy Analysis for Climate Change (WAB).
2. Muylaert, K. (2009) Inventarisatie Aquatische Biomassa. K.U. Leuven Campus Kortrijk, 48 pp.
3. Muylaert, K. & Sanders, J. (2010) Inventarisatie Aquatische Biomassa: vergelijking tussen algen en landbouwgewassen. K.U. Leuven Campus Kortrijk, 16 pp.
4. Nijsen, M., E. Smeets, E. Stehfest and D.P. van Vuuren (2012) An evaluation of the global potential of bioenergy production on degraded lands. GCB Bioenergy (2012) 2, 130-147.
5. PBL (2012) Sustainability of biomass in a bio-based economy. A quick-scan analysis of the biomass demand of a bio-based economy in 2030 compared to the sustainable supply. PBL note, Den Haag/Bilthoven.
6. PBL/ECN (2011) Naar een schone economie in 2050: routes verkend. Hoe Nederland klimaatneutraal kan worden. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN).
7. Van Vuuren DP, Bellevrat E, Kitous A, and Isaac M. (2010). Bio-energy use and low stabilization scenarios, Energy Journal, 31, Special Issue, 193–222.
8. WTC (2011) Naar een groene chemie en groene materialen. Kennis- en innovatieagenda voor de biobased economy. Uitgave in opdracht van de Wetenschappelijke en Technologische Commissie voor de Biobased Economy.