

Bio-energieplantages met snelgroeïende populieren: mogelijkheden in Vlaanderen

De voorbije vier jaar groeiden er populieren en wilgen op de terreinen van Groep Mouton in Lochristi (Oost-Vlaanderen). Wetenschappers van de UAntwerpen legden er een plantage aan om te bestuderen of de teelt van snelgroeïende bomen als bron van biomassa kan bijdragen tot de oplossing van het energie- en het broeikasvraagstuk. In de multidisciplinaire studie werden zowel de broeikasgaseffecten, de energiebalans als de financiële rendabiliteit bestudeerd. De onderzoeksresultaten geven een genuanceerd beeld. De uitstoot van broeikasgassen bleek tien keer lager te liggen in vergelijking met elektriciteit uit fossiele energiebronnen en het energierendement was veelbelovend. De financiële analyse wees echter uit dat economische haalbaarheid nog niet voor morgen is.

MELANIE VERLINDEN, LAURA BROECKX, OUFAT EL KASMIQUI,
STEFAN VANBEVEREN & REINHART CEULEMANS



Figuur 1: oogst in februari 2014 met een 'whole stem harvester'

Inleiding: biomassateelt voor de productie van hernieuwbare bio-energie

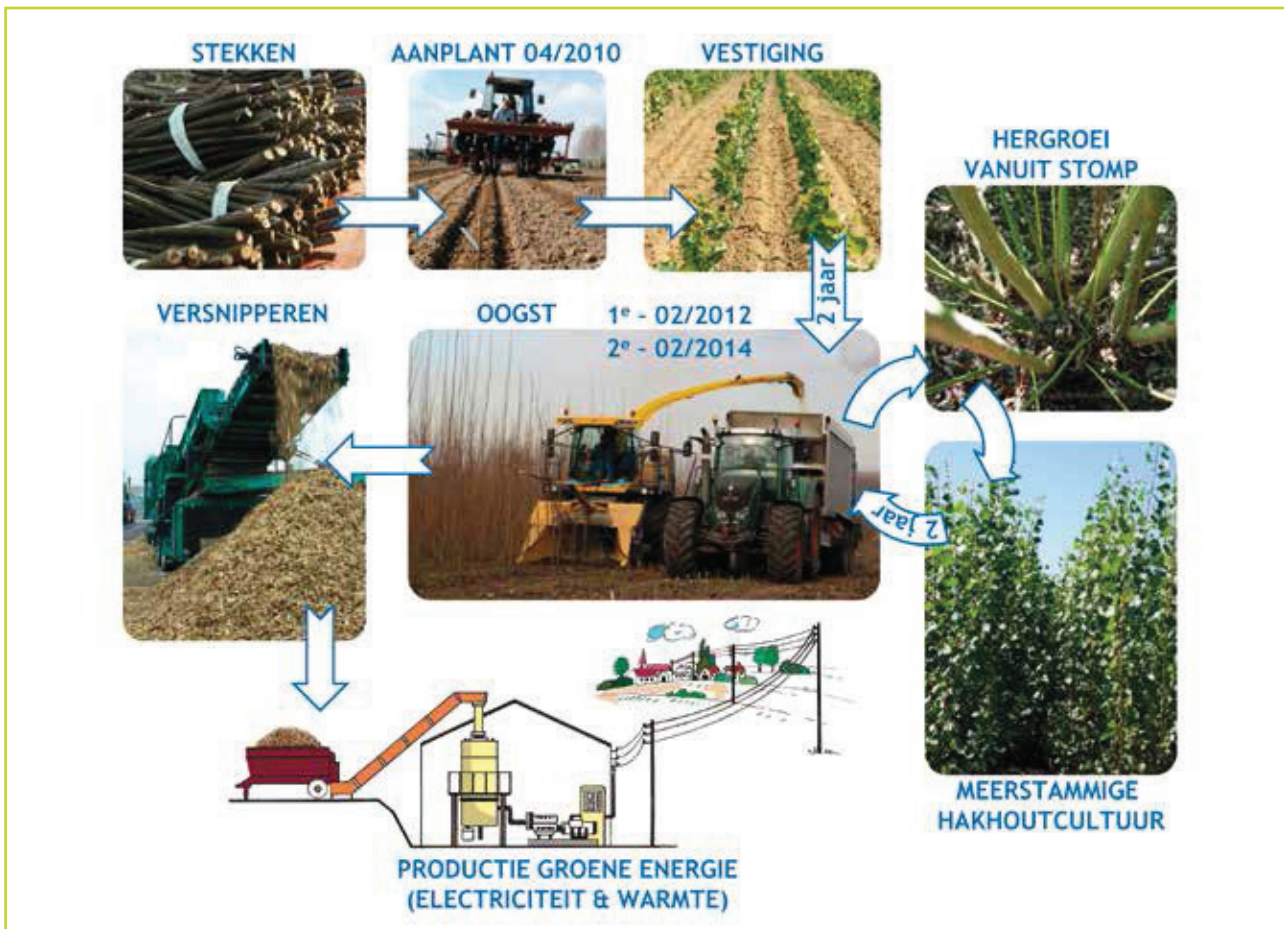
De productie van biomassa voor bio-energie heeft vele milieuvoordelen. Er wordt gewerkt met kortoomloophout (KOH) en dat heeft tegenover conventionele landbouw het voordeel van een veel lagere input aan chemicaliën (meststoffen, insecticiden, pesticiden, herbiciden). De teelt kan daarenboven een functie vervullen bij waterzuivering, erosiebestrijding en bodemsanering, en ze draagt bij tot een verhoogde biodiversiteit. Verschillende vragen blijven echter onbeantwoord: (1) Is biomassateelt CO₂-neutraal of broeikasgas-neutraal, m.a.w. draagt deze bio-energiebron al dan niet bij aan het broeikas-effect? (2) Is de energiebalans van biomassateelt gunstig of ongunstig? (3) Is biomassateelt financieel rendabel, m.a.w. is de teelt winstgevend? Om voluit te kunnen gaan voor deze hernieuwbare energiebron, moeten deze vragen eerst beantwoord worden.

POPFULL: een grootschalige studie naar de haalbaarheid van bio-energie

De Universiteit Antwerpen ging deze uitdaging aan via de aanleg en het intensieve onderzoek van de grootste biomassa-plantage van de Benelux. In het POPFULL-project¹ werd tussen 2010 en 2014 een operationele kortoomloop (KOH) hakhoutplantage met populieren (*Populus*) en wilgen (*Salix*) opgevolgd gedurende twee rotaties van elk twee jaar (Figuren 2 en 3). Het POPFULL-onderzoeksproject concentreerde zich op drie aspecten: de gedetailleerde studie van de balans van de belangrijkste broeikasgassen, van de energie-efficiëntie en van de economische rendabiliteit van deze bio-energie-teelt.

De 18,4 ha grote plantage werd in april 2010 aangelegd in Lochristi (provincie Oost-Vlaanderen) op een voormalig landbouwterrein dat voorheen deels als grasland en deels als akkerland gecultiveerd werd. De populieren en wilgen groeiden tegen einde 2011 gemiddeld 4,5 m en werden een eerste maal geoogst op 2-3 februari 2012. Na de oogst produceerden de overgebleven stompjes meer dan één miljoen scheuten in de lente van 2012. Na een tweede

¹ <http://uahost.uantwerpen.be/popfull/>



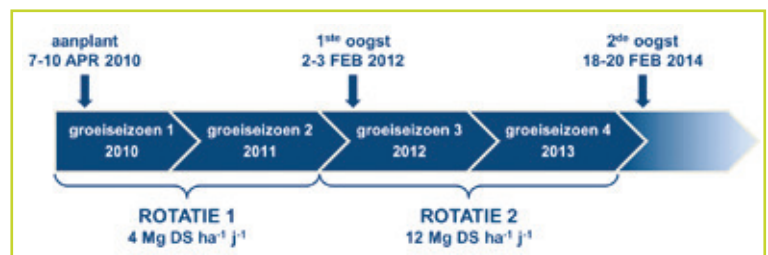
Figuur 2: principe van een korteloop hakhoutcultuur (KOH) geïllustreerd aan de hand van het POPFULL-project

rotatie – als hakhoutcultuur – van twee jaar werd de plantage een tweede maal geoogst op 18-20 februari 2014, met een speciale KOH-oogstmachine die uit Denemarken werd aangevoerd. Na elke oogst werd de biomassa verwerkt tot snippers die werden gebruikt voor de productie van groene warmte en/of groene elektriciteit.

1. Was de POPFULL biomassa-plantage CO₂ of broeikasgas-neutraal?

De uitwisseling van koolstofdioxide (CO₂) en andere broeikasgassen – in hoofdzaak lachgas (N₂O) en methaan (CH₄) – werd gedurende vier jaar van begin tot einde gevolgd aan de hand van een meteorologische meetmast (Fig. 4) in de plantage. Over de twee rotaties was de plantage een netto sink voor CO₂, wat wil zeggen dat ze in totaal meer CO₂ opnam dan ze uitstootte (Fig. 5, paneel Ecologie). Planten nemen CO₂ op uit de lucht die ze omzetten tot complexere koolstofverbindingen en opslaan onder de vorm van 'biomassa' (proces van de fotosynthese). Voor hun groei en levensonderhoud hebben planten ook energie nodig, en die energie wordt vrijgesteld door de verbranding van koolstofverbindingen in de cellen. Deze verbranding gebeurt tijdens de ademhaling waarbij CO₂ opnieuw vrijkomt. Meerjarige planten, zoals populieren, nemen tijdens hun levensloop méér CO₂ op dan ze

vrijgeven. Die opgenomen koolstof wordt voornamelijk in het hout opgeslagen. Een ander deel van de koolstof wordt in de bladeren en wortels opgeslagen, en komt later via bladval en/of ontbinding in de bodem terecht. Op langere termijn kan op deze manier de koolstofopslag in de bodem, en tegelijkertijd de bodemkwaliteit aanzienlijk verhoogd. Echter, in termen van alle broeikasgassen samen stootte de plantage over de twee rotaties net iets meer broeikasgassen uit dan ze opnam. Dat kwam voornamelijk door de uitstoot van N₂O en CH₄, broeikasgassen die 300 respectievelijk 25 keer sterker zijn dan CO₂. Deze beide gassen worden gevormd in en komen vervolgens vrij uit de bodem. Dit is grotendeels een gevolg van de (stikstof)bemesting van deze voormalige landbouwgrond



Figuur 3: tijdslijn van de korte-omloop hakhoutcultuur te Lochristi tijdens het vier jaar durende POPFULL project

Globale klimaatveranderingen en de zoektocht naar hernieuwbare energie

Het globale energievraagstuk en de *global change* problematiek verplichten ons steeds meer op zoek te gaan naar alternatieve, hernieuwbare energiebronnen. Eén van deze alternatieven is energie geproduceerd uit biomassa, ook bio-energie genoemd. Bio-energie kan gewonnen worden uit organische afvalstromen, maar kan ook op een actieve wijze geteeld worden. Naast éénjarige gewassen (als koolzaad en raapzaad) worden ook biomassa-aanplantingen met snelgroeiende bomen gebruikt. Bomen houden koolstof (tijdelijk of langer) vast, leveren grondstof voor de productie van energie en geven hierbij in principe even veel CO₂ vrij als wat ze tijdens de groei opnamen uit de atmosfeer. Korteomloop hakhout, of KOH, is de teelt van snelgroeiende bomen waarbij de bovengrondse biomassa na iedere rotatie van twee tot acht jaar in zijn totaliteit wordt geoogst (Fig. 2). Het intensieve beheer van een landbouwteelt wordt dus toegepast op een houtig gewas als bomen. Korte hardhoutstekken van populieren, wilgen, ... worden aangeplant aan hoge dichtheden van 1000 tot 20 000 planten per hectare. Naast wilgen worden voornamelijk populieren gebruikt omdat deze zeer snel groeien, zich gemakkelijk vegetatief laten vermeerderen (via stekken) en na terugsnijden gemakkelijk opnieuw uitlopen. Na een eerste, korte rotatie worden de éénstammige bomen teruggesneden om een hakhoutstelsel te verkrijgen met een verhoogde biomassaopbrengst in de daaropvolgende rotaties. De oogst gebeurt door het machinaal kort boven de grond afzagen of afknippen van de verhoude scheuten. Deze worden vervolgens verhakseld tot houtsnippers, en verbrand of vergast voor de productie van groene elektriciteit en/of warmte.

tijdens het voorgaande landgebruik. De uitstoot van N₂O en CH₄ zijn dus niet specifiek geassocieerd met de KOH-teelt. Aan de hand van een levenscyclusanalyse (LCA) werd de uitstoot van broeikasgassen van het hele energieproductieproces bestudeerd, d.w.z. vanaf de productie en de aanplanting van de stekken tot aan de productie van bio-energie. Hieruit bleek wel dat deze uitstoot tien keer kleiner is in vergelijking met elektriciteit geproduceerd uit niet-hernieuwbare, fossiele energiebronnen.

2. Was de POPFULL-plantage energie-rendabel?

In termen van de energiebalans en het energierendement, was het KOH-systeem veelbelovend. Via LCA werden alle energie-inputs van de biomassateelt opgevolgd 'van wieg tot graf', of van aanplant tot bio-energieproductie. Op jaarbasis werd er gemiddeld acht keer meer energie geproduceerd – als hernieuwbare elektriciteit of als groene warmte – dan dat er werd verbruikt (Fig. 5, paneel *Energie*). Naast de geproduceerde bio-energie werd onvermijdelijk energie verbruikt bij de aanplant, het beheer en de oogst van de plantage, denk hierbij bv. aan het brandstofverbruik van tractoren, oogstmachines en transportwagens. De energieopbrengst is het resultaat van de elektriciteit- en warmteproductie na conversie van de geoogste houtsnippers. Over de vier jaar van het project

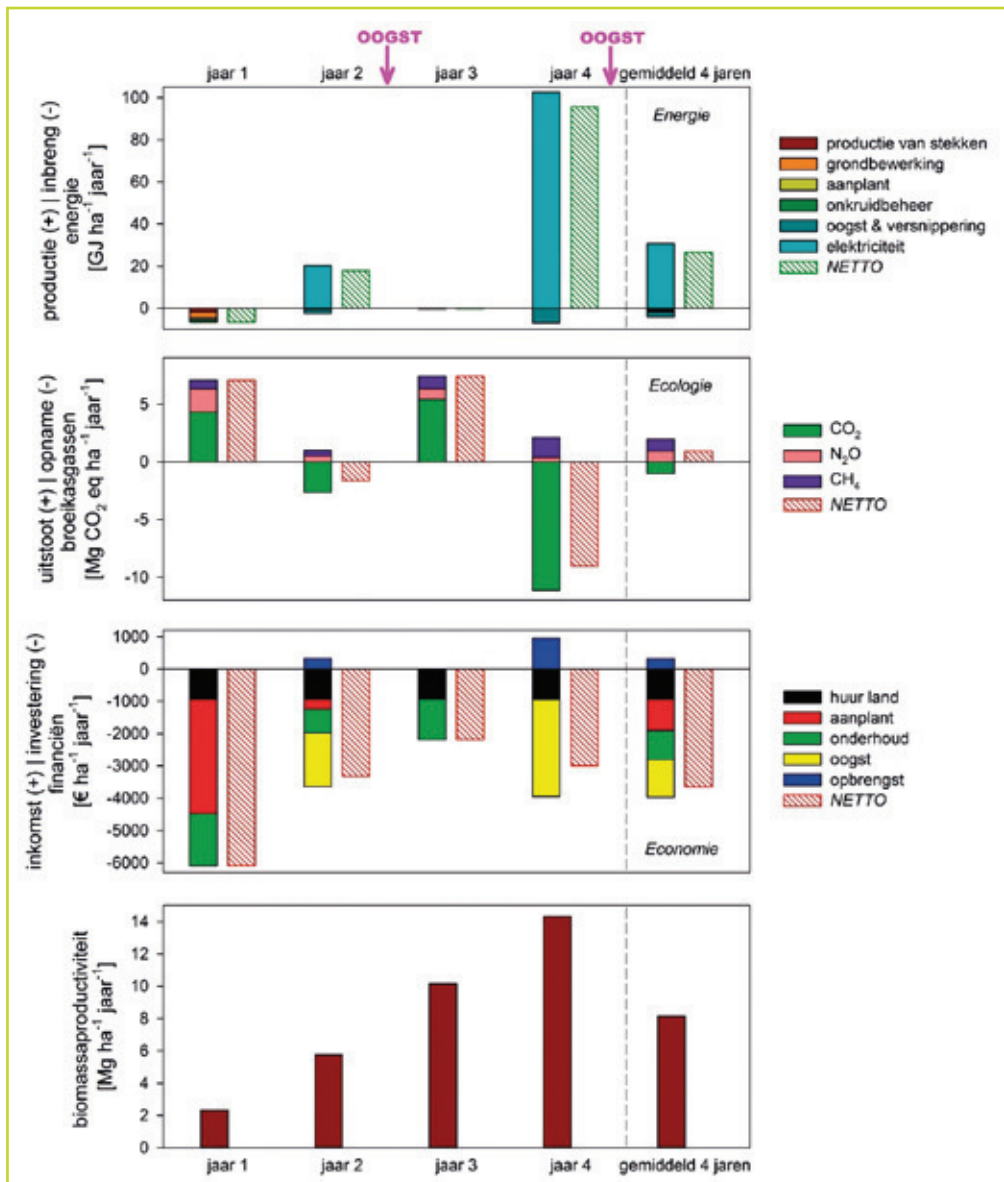


Figuur 4: Meteorologische meetmast in de POPFULL-plantage te Lochristi die de uitwisseling van vijf broeikasgassen (CO₂, N₂O, CH₄, O₃, H₂O) monitort.

werd een gemiddelde jaaropbrengst van 8 ton droge stof per hectare gehaald. Vermits tijdens de eerste twee jaar de planten zich nog moesten 'vestigen', was de opbrengst aanzienlijk lager dan tijdens de daarop volgende rotaties. We verwachten dat de gemiddelde opbrengst in de komende jaren nog toeneemt. Uit de totale 18 ha grote plantage werd gemiddeld per jaar 157 MWh energie geproduceerd, dit is goed voor een jaarlijkse elektriciteitsvoorziening voor ongeveer 45 gezinnen.

3. Was de POPFULL-plantage economisch rendabel?

Wanneer we de haalbaarheid van de biomassa-plantage vanuit economisch oogpunt bekijken, was het resultaat negatief (Fig. 5, paneel *Economie*). De investeringen en de kosten voor aanplant, plantgoed, beheer en onderhoud wogen niet op tegen de inkomsten die werden gehaald uit de verkoop van de geoogste houtsnippers. De kosten van de aanplant en het plantgoed maakten de investering in het eerste jaar zeer groot. Daartegenover staat wel dat de levensduur van een KOH-plantage wordt geschat op twintig jaar, waarbij deze initiële aanplantkosten maar éénmalig is. Bovendien spelen ook de dure periodieke (twee- tot vijfjaarlijkse) oogstkosten tengevolge van de beperkte beschikbaarheid van oogstmachines in Vlaanderen financieel in het nadeel van een biomassa-plantage. Bijgevolg toont de financiële analyse van de vier jaar van het project en simulaties tot twintig jaar aan dat in Vlaanderen KOH (nog) niet rendabel kan worden geteeld. De lage



Figuur 5: Belangrijkste resultaten na vier jaar onderzoek op de POPFULL biomassa-plantage te Lochristi. Van boven naar onder worden de energiebalans, de ecologische broeikasgasbalans, de economische balans (kosten-baten analyse) en de hoeveelheid geproduceerde biomassasnipperen voorgesteld voor de vier opeenvolgende jaren van de plantage.

biomassaprijs en de relatief hoge pachtkosten voor landbouwgrond zijn daarvan de voornaamste oorzaken. Hoewel een stijging van de prijzen van fossiele brandstoffen de concurrentiepositie van KOH enigszins zou verbeteren, kan KOH enkel via financiële overheidssteun rendabel geteeld worden. Daarnaast is het gebrek aan ruimte in Vlaanderen een voorname belemmering om populieren en wilgen op grote schaal onder KOH aan te planten. Algemeen wordt aangenomen dat één vierkante meter grond nodig om is 1 kWh energie te produceren met KOH. Een netwerk van kleinschalige, gedecentraliseerde energiecentrales biedt een mogelijke oplossing. Het gebrek aan aaneengesloten terreinen heeft echter hogere transportkosten tussen de plantages, de opslagplaats en de conversie-installatie tot gevolg. KOH blijkt onder bepaalde voorwaarden (o.a. nabijheid van oogstmachine, beschikbaarheid van goedkope/marginale gronden, etc.) wel voordelig bij kleinschalige toepassing op het eigen landbouwbedrijf, waarbij gebruik wordt gemaakt van de huidige hoogtechnologische en gebruiksvriendelijke ketels op houtsnippers.

Conclusie

De POPFULL-studie bevestigt de milieu-voordelen van KOH voor de productie van bio-energie aan de hand van een uniek en gedetailleerd monitoringsprogramma van een operationele biomassaplantage. De broeikasgasbalans is erg gunstig in vergelijking met fossiele brandstoffen. Het KOH bio-energiesysteem heeft een positieve energiebalans, maar de grootschalige (operationele) toepassing is voorlopig financieel niet interessant. Suggesties voor een verbetering van de economische rendabiliteit van KOH kunnen velerlei zijn, bvb. een goed uitgewerkte subsidieregeling, beschikbaarheid van aangepaste oogstmachines, competitieve prijzen van energievoorziening op basis van fossiele brandstoffen, e.a.

Meer info:

<http://uahost.uantwerpen.be/popfull/>

Prof. dr. Reinhart Ceulemans, dr.h.c.mult.

Onderzoeksdirecteur en projectverantwoordelijke, Universiteit Antwerpen, Excellentiecentrum PLECO, Campus Drie Eiken, Universiteitsplein 1, Wilrijk 03 265 22 56 | reinhart.ceulemans@uantwerpen.be