



Duurzame biomassa voor de productie van waterstof

Een beoordeling vanuit de klimaatopgave

Jeroen Sluijsmans, Joop Spijker



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Duurzame biomassa voor de productie van waterstof

Een beoordeling vanuit de klimaatopgave

Jeroen Sluijsmans, Joop Spijker

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Ecologische Basiskwaliteit Land' (projectnummer BO-5200045050).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, juni 2019

Gereviewd door:
Drs. A.J. Koomen, teamleider (WENR)

Akkoord voor publicatie:
Drs. A.J. Koomen, teamleider van Regionale Ontwikkeling & Ruimtegebruik

Rapport 2951
ISSN 1566-7197

Referaat

De groene sector (beheerders van bos-, natuur en groen) en beleidsmakers hebben behoefte aan een op wetenschappelijke feiten gebaseerde onderbouwing van het gebruik van biomassa (tak- en tophout) als duurzame grondstof voor energie. Er is een casus van recreatiebedrijf Leisurelands, die beoogt deze biomassa kleinschalig te converteren naar waterstof als biobrandstof.

Het doel van de literatuurstudie is het in beeld brengen van de duurzaamheidseffecten van het gebruik van vrijkomend top- en takhout en snoeihout voor de productie van waterstof en zo mogelijk het formuleren van criteria en aandachtspunten (de do's-and-don'ts). Daarbij kijken we enerzijds naar de impact van de casus op het ecosysteem en anderzijds naar de rol van de casus in de energie- en groene-grondstoffentransitie.

Het gebruik van hout voor duurzame energie ligt maatschappelijk onder een vergrootglas met voor- en tegenstanders. Dat rooibouw moet worden voorkomen, staat in de gebruikte informatiebronnen niet ter discussie, wel de condities waarop dat kan worden voorkomen. Er is als gevolg van de klimaatveranderingen een hoge tijdsdruk om nieuwe energiesystemen te realiseren, door nú te handelen, te innoveren en te leren. Door nu te investeren in kleinschalige, innovatieve waterstofproductie met biomassa (als tijdelijke grondstof) kan de lokale introductie van de waterstofeconomie worden bevorderd. De verwachting is dat op termijn andere bronnen voor waterstof het gaan overnemen. De benodigde biomassa inzamelstructuur behoudt dan waarde wanneer tijdig volgende stappen worden gezet richting groene chemie of andere, hoogwaardigere toepassingen.

De grondstof tak- en tophout vervult een rol in het biologische ecosysteem. Belangrijke randvoorwaarden voor het oogsten van dat materiaal zijn een positieve bijdrage aan de vermindering van de C-uitstoot, een evenwichtige nutriëntenbalans van de bodem en behoud van biodiversiteit. De bijdrage aan de vermindering van de C-uitstoot moet over de gehele keten worden bekeken, van oogst tot en met productie van groen gas. Ten opzichte van de referentie-inzet van fossiele brandstoffen moet er een reductie optreden van minimaal 70%. Voor tak- en tophout ziet dat er goed uit. De nutriëntenbalans is vooral een aandachtspunt op (arme) zandgronden. Bij bossen op rijkere bodems komen er voldoende nutriënten vrij uit natuurlijke afbraak van biomassa. De biodiversiteit kan goed beschermd worden door het oogsten in de winterperiode en te werken via de gedragscode natuurbeheer van de VBNE.

Trefwoorden: biomassa, waterstof, energietransitie, klimaatopgave

Abstract

The green sector (forest, nature and urbangreen managers) and the policymakers need a scientific evidence-based underpinning of the use of biomass (branch and top timber) as a sustainable raw material for bio-energy production. There is a case, Leisurelands, which aims to convert this biomass into hydrogen as a biofuel.

The aim of the literature research is to visualize the sustainability effects of the use of top and branch timber and pruning wood for the production of hydrogen and, if possible, formulating criteria and points for attention (the do's and the don'ts). On the one hand, we look at the impact of the case on the ecosystem and on the other hand the role of the case in the energy and bio-economy transition.

The use of wood for renewable energy is controversial with supporters and opponents. In the information sources used, the occurrence of overuse is not questioned. Discussion is about the conditions on which overuse can be prevented.

Due to climate changes, there is a high time pressure to realize new energy systems, by acting, innovating and learning. By investing now in small-scale, innovative hydrogen production with biomass (as a temporary raw material), the local introduction of the hydrogen economy can be promoted. It is expected that other sources for hydrogen will take over within decades. The required biomass infrastructure could maintain its value when timely next steps are taken towards green chemistry or other higher-value applications.

The raw material 'branch and top wood' plays an important role in the biological ecosystem. Important preconditions are a positive contribution to the reduction of C emissions, nutrients in balance of the soil and the preservation of biodiversity. The contribution to the reduction of C emissions must be viewed throughout the entire chain from harvest to production of green gas. Compared to the reference use of fossil fuels, a reduction of at least 70% must occur. This looks good for branch and topwood. The nutrient balance is primarily a focus on (poor) sandy soils. For forests on richer soils, sufficient nutrients are released from natural degradation of biomass. Biodiversity can be well protected by harvesting in the winter period and by working through the VBNE Nature Management Code of Conduct.

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/496326> of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2019 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Wageningen Environmental Research werkt sinds 2003 met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. In 2006 heeft Wageningen Environmental Research een milieuzorgsysteem geïmplementeerd, gecertificeerd volgens de norm ISO 14001.

Wageningen Environmental Research geeft via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Inhoud

	Verantwoording	7
1	Introductie	9
	1.1 Achtergrond van de casus	9
	1.2 Probleemstelling	10
	1.3 Projectdoelstelling en doelgroep	11
2	Werkwijze	12
3	Duurzaamheid effecten bij gebruik hout voor biowaterstof	13
	3.1 Introductie	13
	3.2 Definities houtige biomassa, afvalstof of grondstof	13
	3.3 De rol van hout in de energie- en groene-grondstoffentransitie	14
	3.4 Biowaterstof-toepassingen	15
	3.5 Drie actuele initiatieven voor productie van biowaterstof	15
	3.6 Maatschappelijke discussies biomassa voor duurzame energie	16
	3.7 Valoriseringsroutes aan de hand van enkele voorbeelden	17
	3.8 Duurzaamheid vanuit het biologische systeem	19
	3.8.1 Eisen aan de verschillende partijen in de keten	20
	3.8.2 CO ₂ -balans	21
	3.8.3 Duurzaam bosbeheer: bodem	23
	3.8.4 Duurzaam bosbeheer: biodiversiteit	24
4	Conclusies	27
	4.1 Algemeen	27
	4.2 Conclusies ten aanzien van de rol van het initiatief in de energie- en groene-grondstoffentransitie	27
	4.3 Conclusies ten aanzien van de impact van de casus op het biologische systeem	28
	Literatuur	29
	Bijlage 1 Argumentaties over gebruik van hout voor energieopwekking uit een polemieek in drie recentelijk verschenen krantenartikelen	32

Verantwoording

Rapport: 2951

Projectnummer: 52666

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van onze eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord Referent die het heeft beoordeeld,

functie: Teamleider van Regionale Ontwikkeling & Ruimtegebruik

naam: Drs. A.J. Koomen

datum: 16-05-2019

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Drs. A.J. Koomen

datum: 16-05-2019

1 Introductie

Het kabinet wil versneld overschakelen op hernieuwbare energie. Dat is een majeure transitieopgave, temeer omdat die hernieuwbare energie in alle opzichten duurzaam geproduceerd moet worden. Een van de opties is het gebruik van houtige biomassa voor bio-energie. Hoe duurzaam het gebruik van houtige biomassa voor opwekking van energie is, daarover verschillen de meningen.

In deze korte, verkennende studie is gekeken naar de duurzaamheid van de grondstoffenvoorziening voor een specifieke vorm van energie opwekking en zijn do's-and-don'ts voor deze specifieke casus opgesteld.

1.1 Achtergrond van de casus

Vanuit de recreatiesector heeft het bedrijf Leisurelands een initiatief genomen voor een innovatie waarin vrijkomende houtige biomassa uit de recreatieterreinen wordt benut voor de productie van waterstof, waarmee lokaal transport van brandstof wordt voorzien.

Leisurelands exploiteert twintig recreatiegebieden in Gelderland. Onder het motto 'Duurzaam Recreëren' levert het bedrijf een actieve bijdrage aan het verbeteren en verduurzamen van de leefomgeving en de optimalisatie van haar maatschappelijk rendement als organisatie. Bij het beheer en onderhoud van de twintig terreinen komt biomassa vrij in de vorm van hout, grasmaaisel en dergelijke. De vrijkomende boomstammen worden afgezet in de houtverwerkende industrie. In het reguliere bos- en natuurbeheer wordt het vrijkomende tak- en tophout (ca. 15-20% van de productie) zelden afgevoerd en wordt het materiaal afgebroken in het ecosysteem. Bij de druk bezochte recreatieterreinen van Leisurelands ligt dat anders, vanwege het gevaar van bosbranden en ongewenst gebruik door bezoekers. Om te voorkomen dat bezoekers resthout sprokkelen en ter plekke vuur maken, wordt het tak- en tophout afgevoerd en versnipperd. In die zin wordt die biomassa afgevoerd als een 'reststroom', zoals ook het geval is bij het onderhoud van de meeste houtige beplantingen in het stedelijk groen.

Door te investeren in innovatieve energietechnologie wil Leisurelands een maatschappelijke bijdrage leveren aan de energietransitie en zelf energie-neutraal opereren. Leisurelands gebruikt de houtsnippers voor lokale, kleinschalige energieopwekking in het recreatiepark Zeumeren, nabij Voorthuizen. Op die locatie heeft de organisatie ook een perceel wilgentenen aangeplant, eveneens als grondstof voor deze energieopwekking. Deze energieopwekking gebeurt met een houtvergassingsinstallatie. Hout wordt tot ruim 900°C verhit en de gassen die hierbij vrijkomen, zijn bruikbaar in de WKK-installatie, waarmee tegelijkertijd warmte én elektriciteit worden opgewekt. Bijkomende voordelen zijn dat er veel meer duurzame elektriciteit wordt geproduceerd met de dezelfde input én er sprake is van een veel lagere fijnstofemissie dan in veel gebruikte verbrandingsinstallaties.

Leisurelands overweegt om samen met andere Gelderse ketenpartijen een volgende stap te zetten in de eigen energieproductie, waarbij de gassen uit de houtvergassingsinstallatie worden gebruikt voor de productie van waterstof. Waterstof is als biobrandstof inzetbaar voor de eigen voertuigen. Leisurelands wordt hiermee een innovatieve voorloper in de energietransitie.

Maatschappelijke weerstand en ecologische basiskwaliteit

Biomassa heeft in Nederland momenteel een groot aandeel in de productie van hernieuwbare energie. Dit stuit ook op maatschappelijke weerstand. Hoe duurzaam die biomassa is, daarover verschillen de meningen. Duurzaamheid en milieuvriendelijkheid zijn lastig te meten en er zijn veel verschillende vormen van energie met specifieke effecten. Volgens MilieuCentraal draait het debat vooral om de vraag voor welke toepassingen ze gebruikt moet worden, want er is onvoldoende biomassa beschikbaar is om alle fossiele brandstoffen te vervangen (MilieuCentraal, 2019). Voorts speelt de herkomst van de houtige biomassa een belangrijke rol.

Zowel het ministerie als de groene sector heeft behoefte aan een wetenschappelijke onderbouwing van de 'duurzaamheid' voor de grondstoffenvoorziening van deze lokale, kleinschalige energieopwekking.

1.2 Probleemstelling

De vraag is: op welke wijze kunnen de productie en het gebruik van houtige biomassa voor de opwekking van waterstof duurzaam gestalte krijgen?

Het begrip 'duurzaam' heeft ecologische, economische, technologische, sociale en culturele dimensies. De casus is onderdeel van de transitie naar een duurzaam energiesysteem en daarin speelt ook een tijd-dimensie. Nieuwe routes naar de toekomst zijn nodig om gangbare lineaire systemen te vervangen door circulaire, koolstofarme systemen. In veel gevallen zijn radicaal nieuwe maatregelen nodig om de ketens te sluiten in nieuwe circulaire businessmodellen. Dat zoekproces gaat gepaard met onzekerheden. Het is een zoektocht waarin nog veel moet worden ontdekt én breed uitgerold, in een betrekkelijk korte tijd van enkele decennia. Die tijd-dimensie is cruciaal voor de vraag hoe snel en in welke mate de aarde opwarmt, met een grote (en onomkeerbare) impact op het biotische én het abiotische systeem (Steffen et al., 2018).

In deze verkennende studie kijken we enerzijds naar de impact van de casus op het ecosysteem en anderzijds naar de rol in de energie- en groene-grondstoffentransitie.

Het begrip duurzaamheid is daarmee op een pragmatische manier ingekaderd.

Bij de duurzaamheid gaat het om de volgende aspecten die te maken hebben met het ecosysteem:

- effecten op biodiversiteit;
- effecten op bodemkwaliteit (bodemchemisch: nutriëntenhuishouding en bodemfysisch: verdichting);
- effecten op koolstofkringloop (in bodem en vegetatie);
- overige effecten op milieukwaliteit (bijv. luchtkwaliteit);
- indirect landgebruik-effecten (kan spelen bij aanleg nieuwe bossen);
- overige effecten (bijv. logistiek/ transportbewegingen).

Hierbij wordt onderscheid gemaakt in twee situaties:

- toepassing van houtige biomassa die vrijkomt bij het beheer van bestaande beplantingen;
- aanleg van nieuwe beplanting en toepassing van een deel van de daar vrijkomende houtige biomassa.

Bio-energie speelt een rol in de energietransitie. Of dat een tijdelijke of een blijvende rol is, valt lastig te voorspellen, maar de hoogwaardigere toepassingen (als groene grondstof) in andere sectoren, zoals in de chemie, nemen langzaam toe. Langjarige steunmaatregelen voor bio-energie zoals subsidies kunnen deze transformatie vertragen.

De productie van bio-energie werkt in bepaalde gevallen als een 'hefboom' op de valorisatie van overige inhoudsstoffen en kan daarmee bijdragen aan een versnelling van technologieontwikkeling en markt- en ketenontwikkeling. Hierbij spelen de volgende vragen:

- Is de rol van biomassa in deze casus tijdelijk of blijvend? Belemmert het de dóórontwikkeling naar hoogwaardigere toepassingen?
- Is er sprake van een hefboomwerking bij valorisatie van overige inhoudsstoffen?
- Is er sprake van een versnelde markt- of ketenontwikkeling, in dit geval voor lokaal transport op waterstof? En op welke termijn kan een andere duurzame grondstof (bijvoorbeeld H₂O) de rol van biomassa overnemen?

1.3 Projectdoelstelling en doelgroep

Doel van dit project is:

1. Het in beeld brengen van de duurzaamheidseffecten van het gebruik van vrijkomend top- en takhout en snoeihout voor de productie van waterstof, elektriciteit en warmte.
2. Zo mogelijk formuleren van criteria en aandachtspunten (de do's-and-don'ts).

Daarbij kijken we enerzijds naar de impact van de casus op het ecosysteem en anderzijds naar de rol in de energie- en groene-grondstoffentransitie.

De doelgroepen voor de rapportage bestaan uit:

- Ministerie van LNV
- Stichting Innovatie Recreatie en Ruimte (STIRR)
- Beheerders van bossen en landschappelijke beplantingen
- Recreatiebedrijf Leisurelands

2 Werkwijze

Dit onderzoek betreft een zogenaamd kortlopend onderzoeksproject dat is gestart met een intakegesprek met het ministerie van LNV en recreatiebedrijf Leisurelands.

De onderzoeksvraag is: op welke wijze kunnen de productie en het gebruik van houtige biomassa voor de opwekking van waterstof *duurzaam* gestalte krijgen?

Daarbij kijken we naar de impact van de casus op:

- a. de energie- en groene-grondstoffentransitie
- b. het ecosysteem

ad a)

Er wordt in de samenleving volop geëxperimenteerd. Dat leidt regelmatig tot een maatschappelijk debat over de koers en het tempo. Lang niet alle experimenten zijn in de literatuur terug te vinden. Om die reden wordt voor de beantwoording van de onderzoeksvraag niet alleen gebruikgemaakt van wetenschappelijke artikelen, maar ook van maatschappelijke en opiniërende artikelen van verschillende bronnen op internet, en van dagbladen. Daarnaast putten de onderzoekers uit eigen praktijkervaringen.

ad b)

Bij het ecosysteem wordt de impact van de winning van groene waterstof uit houtige biomassa in beschouwing genomen. Hierbij gaat het om hout uit bos, natuur & landschap, stedelijk groen en landbouwgronden, in een lokale of regionale kringloop. Dit sluit goed aan op de casus van Leisurelands.

In dit rapport wordt voor de beschrijving en de waardering van de effecten zo veel mogelijk aangesloten op datgene wat is vastgelegd in de huidige regelgeving met betrekking tot duurzaamheid van vaste biomassa voor energie:

- Regeling van de Minister van Economische Zaken van 24 februari 2016, nr. WJZ/16001395, tot wijziging van de Algemene uitvoeringsregeling stimulering duurzame energieproductie in verband met de aanpassing van de duurzaamheidseisen vaste biomassa, Staatscourant 2016 nr. 10750 26 februari 2016.
- Aansluitend op Toetsingsprocedure 2.2 van de Adviescommissie Duurzaamheid Biomassa voor Energietoepassingen (juli 2018). (Adviescommissiebe.nl. 2018.)
- Voor de effecten op de nutriëntenbalans wordt gebruikgemaakt van de brochure van het VBNE (De Jong et al., 2017) over houtoogst in relatie tot nutriëntenvoorraden in bossen op droge zandgronden alsmede van het daarbij behorende achtergrondrapport (De Vries et al., 2019; *in prep.*).

3 Duurzaamheid effecten bij gebruik hout voor biowaterstof

3.1 Introductie

Houtige biomassa komt in veel vormen vrij uit verschillende landschappen.

In het afgelopen decennium is deze grondstof in toenemende mate ingezet voor de energietransitie.

Tamelijk nieuw is de productie van waterstof uit deze grondstof.

Over het benutten van hout voor de opwekking van hernieuwbare energie verschillen de meningen, vanwege zorgen over verdringing van voedselproductie, het vrijkomen van broeikasgassen, duurzaam bodemgebruik en biodiversiteit.

Het gaat dus om het vinden van de juiste balans tussen oogst en gebruik van biomassa voor het versnellen van de transitie en het zorgen voor een duurzaam beheer van de beplantingen. Vanuit die analyse worden praktische suggesties beschreven voor de casus Leisurelands.

3.2 Definitie houtige biomassa, afvalstof of grondstof

De drie belangrijkste componenten in hout zijn: cellulose, hemicellulose en lignine. De samenstelling varieert afhankelijk van de gebruikte soorten biomassa.

In Nederland primair geproduceerde houtige biomassa is afkomstig uit:

- Bos
- Natuur en landschap
- Stedelijk groen
- Fruit- en boomkwekerijen
- Speciaal daarvoor aangelegde beplantingen zoals, wilgenplantages, op landbouwgronden, bedrijventerreinen en dergelijke

De herkomst van de houtige biomassa is van invloed op de juridische status van het materiaal, of het een afvalstof is of een grondstof. En dat is weer van invloed op de handelingsperspectieven en de mogelijkheden voor valorisatie.

De definitie van biomassa staat in de Europese Richtlijn voor Hernieuwbare Energie:

“De biologisch afbreekbare fractie van producten, afvalstoffen en restanten van de landbouw (met inbegrip van plantaardige en dierlijke stoffen), de bosbouw, de visserij- en aquacultuursector en aanverwante bedrijfstakken en ook de biologisch afbreekbare fractie van industrieel en huishoudelijk afval.”

Houtige biomassa is een veelgebruikte grondstof voor de productie van bio-energie. De definitie in het Activiteitenbesluit Milieubeheer is (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. 2019):

- Plantaardig landbouw- of bosbouw materiaal. Vers hout is hout dat vrijkomt bij snoei-, kap- en rooiwerkzaamheden. Dat is bijvoorbeeld in bossen, in het landschap, in groenvoorzieningen en bij boomkwekers. Vers hout kan bestaan uit hele bomen, kapafval, tak- en tophout, stobben of rondhout. Ook hout dat vooral wordt geteeld voor biomassa- en andere toepassingen valt onder deze categorie. Dat gebeurt bijvoorbeeld op een wilgenplantage.
- De afvalstoffen uit land- en bosbouw, papierindustrie, kurk- en houtindustrie.

3.3 De rol van hout in de energie- en groene-grondstoffentransitie

Hout speelt een belangrijke rol in de energie- én de groene-grondstoffentransitie.

Rol van hout in de energietransitie

In 2017 kwam 60% van de in Nederland opgewekte hernieuwbare energie uit biomassa. In 2017 bestond 0,95% van onze finale energievraag uit biomassa voor bedrijven (Energieopwek.nl. 2019). De productie van bio-energie is in 2017 met 10% toegenomen. Het aandeel biobrandstoffen voor vervoer nam toe met ongeveer 30%. Dit hangt onder andere samen met een toename van de verplichting voor leveranciers van motorbrandstoffen tot het leveren van hernieuwbare energie voor vervoer (Duurzaamheidsnieuws.nl. 3 juni 2018).

Volgens de PBL-studie 'Naar een schone economie in 2050: routes verkend' (Ros, 2011) zit het grootste potentieel aan duurzame biomassa voor opwekking van bio-energie op de lange termijn in stromen met veel lignocellulose, vooral hout en **houtachtige stromen**, landbouwresiduen (bijvoorbeeld stro) en grassen, zoals olifantsgras. "De belangrijkste vraag is naar vloeibare transportbiobrandstoffen en groen gas, eventueel waterstof en bioplastics. De uitdaging is dus tweeledig: de productie van voldoende van de genoemde biomassastromen op duurzame wijze en het operationeel krijgen van de technologie om uit die biomassa de meest gevraagde producten te maken. Als het daarbij lukt een deel van de koolstof uit de productieketen of het gebruik weg te vangen en op te slaan (als CO₂ of wellicht als biochar in de bodem), dan kunnen zelfs negatieve emissies worden gerealiseerd, d.w.z. dat er netto CO₂ uit de atmosfeer wordt vastgelegd in de bodem en de biomassa. Grootschalige **biomassavergassing** biedt in principe al deze mogelijkheden."

In maart 2018 heeft de TKI Nieuw Gas van de Topsector Energie, de Routekaart Waterstof aangeboden aan het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) (TKI Nieuw Gas. 7 maart 2018). De Routekaart (Gigler, 2018) beschrijft waar en hoe **duurzame waterstof** kan worden ingebed in het Nederlandse energie- en grondstoffensysteem. De Routekaart stelt dat nu investeringen in pilots en demonstratieprojecten nodig zijn, zodat ervaring kan worden opgebouwd, vooral in de industrie en de mobiliteit, de kansrijkste markten voor duurzame waterstof. Innovaties blijven belangrijk om nieuwe toepassingen mogelijk te maken en om de kosten van de technologie en van systemen, en daarmee de kostprijs van waterstof, verder te laten dalen. De routekaart pleit voor groene, duurzame waterstof dat kan worden geproduceerd uit duurzame elektriciteit afkomstig van wind en zon en uit biomassa.

Waterstof heeft veel raakvlakken met andere grote thema's in het klimaatdebat: energie-efficiency, de ontwikkeling van wind- en zonne-energie, de wenselijkheid en mogelijkheden van CCS (Carbon Capture and Storage), de inzet van biomassa, het gebruik van bestaande infrastructuur en de aanleg van nieuwe, de behoefte aan systeemflexibiliteit en opslag etc.

Rol van hout in de groene-grondstoffentransitie

De biobased economy richt zich op de productie van chemicaliën, materialen, transportbrandstoffen en energie uit plantaardige en dierlijke materialen. Redenen voor de transitie naar een duurzame biobased economy zijn het verminderen van het gebruik van fossiele grondstoffen en de uitstoot van broeikasgassen, het verduurzamen van productieprocessen, het genereren van werkgelegenheid in rurale gebieden en het optimaal benutten van hernieuwbare grondstoffen.

De drie componenten in hout, cellulose, hemicellulose en lignine, zijn belangrijke grondstoffen voor onder andere de papier- en kartonindustrie en de chemie- en energiesector.

De laatste jaren is de biobased economy sterk gegroeid. Er is wereldwijd geïnvesteerd in technologieontwikkeling voor bioraffinages om alle componenten uit hout te valoriseren. In het artikel 'De toekomst van hout in de biobased economy' (Annevelink et al., 2018) worden vijftien voorbeelden gegeven van actuele lignocellulose-bioraffinage-initiatieven in de wereld, waarvan vier in Nederland.

(Bio)waterstof wordt in geen enkel initiatief genoemd als product, ook niet als 'bijvangst'. Dat heeft mogelijk te maken met de focus op valorisatie van andere, hoogwaardigere biobased producten en daarvoor bruikbare conversietechnologieën.

Bioraffinage-technologie is volop in ontwikkeling. Een perspectievolle techniek is superkritische vergassing. Een van de producten die daarbij vrijkomt, is groene waterstof. In Nederland staan momenteel twee demonstratiefabrieken voor superkritische vergassing van natte, lignocellulose-rijke biomassa, in Enkhuizen (Gasunienewenergy.nl, 2018) en in Dinther (SNB.nl, april 2018).

De behoefte aan groene grondstoffen zal in de komende jaren fors toenemen en het is te verwachten dat dit ook op de grondstoffenprijs effect zal hebben. Dat zal vroeg of laat leiden tot aanpassingen in verwerkingsketens. Dat hoeft niet per se tot problemen te leiden, mits de biomassa-verwerkende bedrijven en de andere partijen in de keten daarop zijn voorbereid, flexibiliteit inbouwen, goede onderlinge afspraken maken en zich tijdig kunnen aanpassen.

3.4 Biowaterstof-toepassingen

Volgens het Kennisplatform Energie Conversie Parken (ECP-Biomass.eu, 2013) is waterstof een veelgebruikte component in de chemische industrie en de petrochemie, maar wordt dit doorgaans uit fossiele bronnen geproduceerd (vooral uit aardgas). Daarnaast ontstaat waterstof ook als bijproduct in de procesindustrie. Een andere productiemethode van waterstof is elektrolyse van water. Waterstof kan ook uit biomassa worden geproduceerd, biologisch of thermochemisch via het syngas-platform.

Het biologische productiesysteem heeft als groot voordeel dat biomassa met een hoog vochtgehalte gebruikt kan worden. Deze biologische route is ook geschikt voor toepassing op kleinere schaal, bijvoorbeeld in de buurt van de locatie waar biomassa geproduceerd wordt. Het thermochemische proces is vooral van belang voor de omzetting van droge biomassa in grootschalige bio-energie-installaties.

Waterstof heeft een directe toepassing als energiedrager:

- Waterstof kan een (aangepaste) verbrandingsmotor aandrijven. Een andere manier is met behulp van een brandstofcel, waarbij ook veel hogere rendementen gehaald kunnen worden.
- Waterstof kan ook in stationaire toepassingen als brandstof gebruikt worden (mogelijk ook in brandstofcellen voor directe productie van elektriciteit).

En industriële toepassingen:

- De belangrijkste toepassing van waterstof is de synthese van ammoniak.
- Waterstof wordt veel gebruikt tijdens brandstofproductie, onder andere tijdens hydrocracking (waarbij grotere moleculen worden afgebroken tot kleinere moleculen) en tijdens zwaveleliminatie.
- Grote hoeveelheden waterstof worden verbruikt tijdens katalytische hydrogenatie van onverzadigde plantaardige oliën voor de productie van vaste vetten.
- Hydrogenatie wordt toegepast tijdens de fabricage van organische producten.

3.5 Drie actuele initiatieven voor productie van biowaterstof

Naast de casus Leisurelands, zijn nog twee initiatieven getraceerd voor de productie van waterstof uit houtige biomassa.

De **casus Leisurelands** is voornemens om waterstof te produceren via een thermochemisch proces. De basis voor deze installatie is de bestaande, betrekkelijk kleinschalige houtvergasser in Recreatiegebied Zeumeren. Deze biovergassing wordt ingezet om elektriciteit op te wekken. Dit type biovergassing is uniek in Nederland en wordt gevoed met tak- en tophout (Leisurelands.nl, 2018).

Op dit moment wordt in de haven van Amsterdam een vergelijkbaar maar grootschaliger initiatief ontwikkeld door **Bio Energy Netherlands**. In 2017 is daar een houtvergasser gebouwd voor de productie van elektriciteit en warmte. (Deingenieur.nl, 15 november 2017). En in 2019 gaat dat

bedrijf investeren in de eerste biowaterstof-installatie van Nederland, via het innovatieve project Bio-Hydrogen (Erac.nl, 2018).

In Arnhem werken bedrijven op het Industriepark Kleefse Waard aan de ontwikkeling van een waterstofcluster. Een van de partners, **Veolia**, is voornemens om een fabriek te bouwen voor de productie van groene waterstof uit houtige biomassa (IPKW.nl, 28 november 2018; IPKW.nl, 5 december 2018).

Aandachtspunten voor Leisurelands:

- Innoveren is complex, tijdrovend en kostbaar. Om die reden is het zinvol om lessen te trekken uit de andere initiatieven.

3.6 Maatschappelijke discussies biomassa voor duurzame energie

Het gebruik van hout voor de opwekking van energie ligt onder een vergrootglas. Het recente initiatief voor de bouw van een houtgestookte energiecentrale door Vattenfall in Diemen, heeft in 2018 vanuit de wetenschappelijke wereld geleid tot discussies, die via opiniërende artikelen in dagbladen zijn gepubliceerd:

- *Biomassa stoken is een ramp voor het klimaat*, NRC (Katan, M., B. Feringa et al., 16 november 2018).
- *Duurzame biomassa is juist een heel goed idee*, NRC (Junginger et al., 21 november 2018).
- *Vattenfall (Nuon) bouwt een superhoutkachel om klimaatneutraal te worden, maar is dat wel zo duurzaam?*, Volkskrant (Reijn, 27 november 2018).

De argumenten van de voor- en tegenstanders hebben te maken met de:

- CO₂- en energiebalans in de keten en het moment waarop je de koolstofvoorraad meet;
- biomassa-bijgroei in verhouding tot de consumptie en de effecten van oogst op het landschap en het ecosysteem;
- borging van duurzaamheid via een administratief systeem van certificatie;
- marktwerking en marktfalen, als gevolg van exploitatie subsidies (level playing field) en door het ontbreken van een CO₂-gerelateerd marktmechanisme;
- rol van biomassa voor energie, als een (tijdelijke) stap in de transitie naar een volledige, op groene grondstoffen gebaseerde economie (biobased economy).

In bijlage 1 zijn de gebruikte argumentaties in deze drie artikelen naast elkaar gezet.

De transformatie van de huidige lineaire naar nieuwe circulaire systemen is bijzonder complex. Verschillende nationale en regionale klimaattafels onderzoeken de routes naar de toekomst. Volgens Figueres (2017) hebben we te maken met een bijzonder grote **tijdsdruk** en is een versnelling nodig om de temperatuurstijging te beperken.

De vraag is of, en zo ja hoe, de aanwending van biomassa voor energieopwekking daaraan kan bijdragen. Dat tijdsaspect wordt ook in de hiervoor genoemde opiniërende artikelen wel genoemd, echter zonder uit te leggen hóe houtgestookte bio-energie-initiatieven kunnen bijdragen aan die versnelling.

Ook volgens de TKI Nieuw Gas is die tijdsdruk van groot belang. In de Contouren van een Routekaart Waterstof (Gigler, 2018) pleit ze voor vijf *key messages* over waterstof:

1. De klimaatdoelen voor 2050 realiseren kan met waterstof.
2. Waterstof vereist een integrale visie op de energietransitie.
3. Grijze, blauwe en groene waterstof, **als het eindbeeld maar duurzaam is**.
4. **Niet wachten, maar vandaag beginnen met waterstof**; dan zijn we er straks klaar voor.
5. **Blijf innoveren met waterstof**.

Aandachtspunten voor Leisurelands:

- Vanuit de hiervoor genoemde maatschappelijke discussies en 'key messages' lijkt het ons relevant om voor de casus Leisurelands een duurzaam eindbeeld te formuleren én de mogelijke route(s) daar

naar toe. De hiervoor genoemde argumenten zijn onderdeel van het verhaal, waaronder een koolstofanalyse (onder andere CO₂) van de route via biomassa naar:

- groene waterstof in vergelijking met de routes via aardgas naar grijze en blauwe waterstof.
- andere biobased toepassingen, die nu al of binnenkort commercieel toepasbaar zijn.
- Het is relevant om tempo te maken, dus ook naar volgende fasen in de transitie. Daarvoor zijn mogelijk andere partijen nodig. Door van meet af aan te werken aan een *innovatie-ecosysteem* wordt de kans vergroot dat partijen de technologie blijven doorontwikkelen en valoriseren.

3.7 Valoriseroutes aan de hand van enkele voorbeelden

Voor zover bekend, is er weinig onderzoek gedaan naar het beschrijven van duurzame eindbeelden, en valoriseroutes waarin het gebruik van hout als grondstof voor waterstof, onderdeel is. Ook zijn er weinig praktijkvoorbeelden in Nederland om van te leren. Uit de Monitor biobased economy 2015-2017 (Kwant, 2016, 2017, 2018) blijkt dat er steeds meer geld, wordt geïnvesteerd in de valorisatie van biomassa. Echter de productie van waterstof uit biomassa is in géén van de drie monitors genoemd. De in paragraaf 3.5 genoemde biowaterstof-initiatieven zijn van recentere datum.

Het streven is om de componenten in biomassa zo hoogwaardig mogelijk inzetten: de zogenaamde cascadering (TKI Biobased Economy BBE, 2018).

Bij het gebruik van hoogwaardige componenten blijven vaak reststromen achter met een lage economische waarde. Die laagwaardige componenten zijn in veel gevallen bruikbaar voor bio-energie, mits een energie-installatie op korte afstand beschikbaar is.

Valoriseroutes zijn afhankelijk van de aard van de biomassa grondstof, volumes, conversietechnologie(en), productielocatie en de nabijheid van afzetmarkten. In de praktijk zijn valoriseroutes bekend met bijvoorbeeld hout en gras, die onder in de waardepiramide beginnen via compost en energieproductie en na innovaties en doorontwikkeling ook in staat zijn om uit diezelfde biomassa stoffen met een hoge marktwaarde te produceren. De vier casussen in de kaders illustreren dat.

Casus 1 Groene Mineralen Centrale: van mest en biogas naar elektriciteit en warmte, naar een grootschalige biogas- en groene kunstmestfabriek

Groot Zevert Vergisting produceert in Beltrum al meer dan 10 jaar biogas uit dierlijke mest. Dat biogas is jarenlang omgezet in groene stroom voor het elektriciteitsnet en in warmte voor het comprimeren van het digestaat. De ondernemer heeft de productielocatie opengesteld voor innovatieve ondernemers en kennisinstellingen om te werken aan meer biogas uit mest, hoogwaardigere toepassingen voor het gas én aan valorisatie van het nutriëntenrijke digestaat.

Dat heeft in 2018 geresulteerd in de bouw van een full-scale demonstratiefabriek op dezelfde locatie, waarin ze bio-energie produceren voor de eigen fabriek en daarnaast 8 miljoen m³/jaar biogas verkopen aan de weifabriek van FrieslandCampina in Borculo. In 2018/2019 bouwt het bedrijf een groene kunstmestfabriek voor het maken van stikstof-, fosfaat- en kaliumproducten, dat als substituut voor kunstmest in de eigen regio wordt afgezet (Groeneminerale Centrale.nl, 2018; Vruchtbarekringloopachterhoek.nl, 2017).

Casus 2 Van houtsnippers voor lokale bio-energie naar cellulose voor de papierindustrie

Ruim 10 jaar geleden is het groenvoorziener BKC in Zevenaar gestart met de productie van bio-energie uit houtsnippers, afkomstig van speciaal daarvoor aangelegde wilgenplantages en een experimenteerveld met Miscanthus (olifantsgras) (BKCBV.nl, 2016(?)). Al snel werd duidelijk dat olifantsgras een veel hoger rendement opleverde en is de focus op dit gewas gelegd. Na enkele jaren ervaring met deze ketenontwikkeling en door innovatief onderzoek rond de inhoudsstoffen, is ervoor gekozen om cellulose uit olifantsgras te winnen. Cellulose is een grondstof voor de papierindustrie, chemie en farmaceutische industrie. Voor de verwaardiging hiervan is recentelijk het bedrijf Miscancell opgericht, met een proefinstallatie in Arnhem (Miscancell.nl, 2018 (?)). Daarnaast onderzoekt het bedrijf samen met andere bedrijven en kennisinstellingen de winning van hoogwaardige fijnchemicaliën uit deze biomassa.

Casus 3 Van houtvergassing naar elektriciteit en warmte, naar waterstof en groene CO₂ Houtvergasser Bio Energy Netherlands, Amsterdam

In 2017 is Bio Energy Netherlands gestart met de bouw van een fabriek voor de vergassing van houtsnippers tot groene warmte en groene elektriciteit. Bio Energy levert de stroom als groene elektriciteit aan het net. De warmte die bij de vergassing en de gasmotor vrijkomt, gaat naar het nabijgelegen Afval Energiebedrijf van de gemeente Amsterdam en dient voor het Amsterdamse warmtenet. Er is gekozen voor vergassing in plaats van verbranding, omdat hierbij 60-70% minder stikstof en fijnstof wordt uitgestoten (Deingenieur.nl, 15 november 2017).

Het bedrijf heeft recent de financiering rond gekregen voor de bouw van een installatie voor de productie van biowaterstof. Een ander doel is om met waterstof andere biobased producten te ontwikkelen. Het bedrijf wil een vorm van synthetische kerosine maken met waterstof en CO₂. Door de modulaire opbouw kan Bio Energy Netherlands flexibel inspelen op de grootte van de lokale vraag naar een van de eindproducten (Bioenergynetherlands.nl, 2018 (?)):

- Groene warmte voor stadsverwarming en/of industriële toepassingen
- Groene elektriciteit
- Groene Waterstof
- Groene CO₂
- (In de toekomst) synthetische kerosine op basis van waterstof en CO₂

Partijen verwachten dat door deze productie ook andere bedrijven zicht in het chemiecluster in het havengebied gaan vestigen.

Casus 4 Avantium, Delfzijl – van houtige biomassa naar glucose voor de chemie- en energiesector

Ook de chemische industrie werkt aan technologieën om houtige biomassa te converteren naar grondstoffen voor chemische producten. Zo heeft Avantium medio 2018 op het terrein van AkzoNobel in Delfzijl een proeffabriek geopend waar houtsnippers worden omgezet in glucose. Glucose bevat de moleculen van koolstof, waterstof en zuurstof waarmee bijvoorbeeld biobrandstoffen of bestanddelen voor petflessen worden gemaakt. Nu wordt die glucose meestal gemaakt uit aardolie. De lignine, de stof die het hout zijn stevigheid geeft, blijft over en gebruikt de fabriek als brandstof voor zijn eigen energievoorziening. Uiteindelijk moet er een volwaardige fabriek komen die per dag 130.000 ton houtsnippers kan verwerken. De houtsnippers zijn afkomstig van resthout uit bos. Om de aanvoer ervan te garanderen, heeft Avantium een samenwerkingsverband met Staatsbosbeheer (Deingenieur.nl, 12 juli 2018).

Observaties en een globale analyse:

- In deze vier, en in vele andere initiatieven, speelt de productie van bio-energie een belangrijke, en misschien zelfs een essentiële rol in de valorisatie van de overige inhoudsstoffen. Vermoedelijk komt dat doordat:
 - rest(afval)stromen geen kostenpost zijn, maar een grondstof voor de eigen energiefabriek;
 - goedkope bio-energie beschikbaar is voor eigen productieprocessen.
- In de tijdlijn beginnen deze partijen met een bio-energiefabriek en ontwikkelen dit door tot grondstoffen- en productiefabrieken. Of de productie van bio-energie daarbij voor 10, 20 of 50 jaar nodig is, valt lastig te voorspellen. Misschien is die vraag minder relevant indien er voortdurend wordt gewerkt aan de valorisatie van de andere inhoudsstoffen.
- Deze cases ontwikkelen zich richting nieuwe concepten van regionale 'grondstoffenfabrieken' of 'biomassawerven'. Ze zijn vaak omgeven door technologiebedrijven en circulaire ketenpartners, kennisinstellingen, business developers, clusterorganisaties etc. Daarmee bouwen ze op eigen wijze aan een innovatie- en valorisatie-'ecosysteem'.

Aandachtspunten voor Leisurelands:

- De productie van biowaterstof uit houtsnippers zou onderdeel kunnen zijn van een breder concept 'grondstoffenfabriek of biomassawerf', waarin gewerkt wordt aan de lange termijn CO₂-opgave, duurzame eindbeelden en een versnellingsagenda.
- Waterstof kan ook op andere manieren duurzaam worden geproduceerd, bijvoorbeeld via hydrolyse of via nieuwe typen waterstof producerende zonnepanelen (Jansen, J., 16 januari 2018).
- Door de wereldwijde aandacht voor waterstof is de kans groot dat productietechnieken snel goedkoper worden t.o.v. de route via biomassa. Dat hoeft geen problemen op te leveren als de biomassawerf voldoende flexibel is om andere producten uit biomassa te produceren.

-
- Het kan zinvol zijn om bij het 'duurzame eindbeeld' niet te focussen op de afzet van waterstof voor mobiliteit, maar op de groene circulaire bedrijfsvoering van de recreatieterreinen. In het grotere systeem bevordert de productie van biowaterstof de transformatie naar een waterstofeconomie en het zorgt ervoor dat er meer biomassa beschikbaar komt voor de transformatie naar een biobased economy.

3.8 Duurzaamheid vanuit het biologische systeem

In deze paragraaf worden de effecten van de winning van groen gas uit houtige biomassa uit bos, natuur & landschap, stedelijk groen en landbouwgronden beschreven.

Bos is de belangrijkste bron van houtige biomassa in Nederland. In Nederland is er ongeveer 373.480 ha bos. Dat is ca. 11% van het landoppervlak. Momenteel daalt dat oppervlak door ontbossing voor de ontwikkeling van heide en stuifzand, alsmede door vertraging/achterwege blijven van boscompensatie na stedelijke of infrastructurele ontwikkelingen (bron: Schelhaas et al., 2017). De houtvoorraad bedraagt gemiddeld ruim 216 m³ per ha en jaarlijks groeit er ca. 7,3 m³ hout per ha bij. De houtoogst bedraagt ongeveer 1,3 miljoen m³, wat neerkomt op een oogst van gemiddeld 3,4 m³ per ha per jaar (Schelhaas et al., 2014). Vanuit duurzaamheid is het belangrijk dat de oogst lager is dan de bijgroei, zodat het bos duurzaam in stand blijft. Bij de oogst in bossen is het dus van belang te weten wat er bijgroeit en daar het oogstniveau op af te stemmen. Het landelijke gemiddelde kan als richtgetal worden aangehouden, maar dit kan per groeiplaats verschillen. Een actuele bepaling van de bijgroei kan inzicht geven in het verantwoorde oogstniveau.

Voor de beschrijving en de waardering van de effecten van houtoogst op het biologische systeem wordt in deze notitie aangesloten op datgene wat is vastgelegd in de huidige regelgeving met betrekking tot duurzaamheid van vaste biomassa voor energie.

Vanuit het biologische systeem worden de volgende duurzaamheidsaspecten in beschouwing genomen:

Conform Regeling van de Minister van Economische Zaken van 24 februari 2016, nr. WJZ/16001395, tot wijziging van de Algemene uitvoeringsregeling stimulering duurzame energieproductie in verband met de aanpassing van de duurzaamheidseisen vaste biomassa, Staatscourant 2016 nr. 10750 26 februari 2016 en aansluitend op Toetsingsprocedure 2.2 van de Adviescommissie Duurzaamheid Biomassa voor Energietoepassingen (Adviescommissie.be, juli 2018).

Van belang is dat deze duurzaamheidseisen nu geldig zijn, maar naar alle waarschijnlijkheid gedurende het transitieproces de komende jaren/decennia zullen worden verscherpt of aangepast aan de dan geldende omstandigheden. Zo is het op langere termijn denkbaar dat inzet van biomassa vooral als duurzaam wordt gezien als het gebruikt wordt voor hoogwaardigere toepassingen dan voor bio-energie.

In de beschouwingen wordt ingegaan op het gebruik van houtige biomassa uit landgebruik: bos, natuur & landschap, stedelijk groen en landbouwgronden (hout en primaire reststromen). Niet ingegaan wordt op houtige biomassa die vrijkomt bij zagerijen of die wordt ingeleverd bij de milieustraat (secundaire en tertiaire reststromen).

In de hiervoor genoemde duurzaamheidseisen worden eisen gesteld aan:

- Eindgebruiker
- Diverse categorieën biomassa. De relevante hier zijn:
 - Houtige biomassa uit bosbeheereenheden ≥ 500 ha
 - Houtige biomassa uit bosbeheereenheden < 500 ha
 - Reststromen uit natuur- en landschapsbeheer
- Koolstofvastlegging en verandering in landgebruik
- Duurzaam bosbeheer
- Chain of custody

3.8.1 Eisen aan de verschillende partijen in de keten

Eindgebruiker:

Gebruik van biomassa moet leiden tot een substantiële reductie van de uitstoot van broeikasgassen, berekend over de gehele keten. De berekende reductie in uitstoot van broeikasgassen moet minimaal 70% zijn t.o.v. de referentiewaarde voor fossiele brandstoffen (186 g CO₂eq/MJ).

Alle bosbeheereenheden:

- Houtige biomassa (uit alle bosbeheereenheden)
 - Productie van ruwe biomassa mag niet leiden tot vernietiging van koolstofreservoirs.
 - Productie van biomassa mag niet leiden tot langlopende koolstofschuld:
 - Beheer gericht op behoud en vergroten koolstofvoorraden op (middel)lange termijn;
 - Geen biomassa van boomstronken, tenzij boomstronken om andere redenen dan hout- of biomassaproductie moesten worden verwijderd;
 - Gemiddeld minder dan de helft van de productie van het volume van de jaarlijkse rondhoutproductie uit bossen wordt gebruikt als biomassa voor de energieopwekking.

Bosbeheereenheden > 500 ha:

- Biomassaproductie mag niet leiden tot indirecte verandering van landgebruik (ILUC) met negatieve gevolgen voor de koolstofvastlegging.¹
 - Bij biomassa afkomstig van nieuwe energieteeltsystemen die na 1-1-2008 zijn aangelegd, is aangetoond dat er een laag risico is op ILUC. Voor aantonen: gebruikmaken van de LIIB-methodologie (LIIB= Low Indirect Impact Biofuels).

Duurzaam bosbeheer

- Relevante internationale, nationale en regionale/lokale wet- en regelgeving wordt gevolgd.
- Biodiversiteit moet in stand worden gehouden en waar mogelijk versterkt:
 - Terreinen met een hoge beschermingswaarde (bijv. ecologisch, archeologisch of cultureel) en representatieve gebieden van bostypen zijn in kaart gebracht, geïnventariseerd en worden beschermd en zo mogelijk versterkt.
 - Er zijn maatregelen getroffen voor de bescherming van beschermde en bedreigde planten- en diersoorten en evt. versterking van populatie en habitat.
 - Conversie van delen van het bos naar andere vormen van grondgebruik is niet toegestaan, tenzij:
 - het gaat om geringe oppervlakte (max. 5% sinds 2008);
 - dit leidt tot lange termijn voordelen voor natuurbehoud;
 - dit geen schade toebrengt aan terreinen met hoge beschermingswaarde.
 - Bij houtplantages bestaat voorkeur voor inheemse soorten en minimaal 5% moet zich kunnen ontwikkelen tot natuurlijk bos.
 - De exploitatie van andere bosproducten (incl. jacht en visserij) wordt gereguleerd.
- De reguleringsfunctie en de kwaliteit, gezondheid en vitaliteit van het bos worden in stand gehouden of versterkt. Belangrijke aspecten hierbij zijn:
 - behoud van de bodemkwaliteit;
 - behoud van cycli, zoals de nutriënten- en koolstofkringloop;
 - inzet van geschikte technieken voor houtkap en wegenbouw;
 - beheer gericht op voorkomen van ziekten en plagen;
 - geen of beperkt gebruik van pesticiden;
 - voorkomen van zwerfafval, door inzamelen en op een milieuverantwoorde wijze afvoeren.
- De productiecapaciteit van ieder bostype moet in stand worden gehouden.
- Het bosbeheer draagt bij aan lokale economie en werkgelegenheid (*dit aspect blijft in deze studie verder buiten beschouwing*).
- Duurzaam bosbeheer wordt gerealiseerd op basis van beheersysteem:
 - minimaal staat in het beheerplan beschreven: beschrijving huidige staat; lange-termijn doelstellingen (economisch, sociaal en ecologisch), gemiddelde jaarlijkse toelaatbare kap (per

¹ Een voorbeeld: als bijv. een maïsakker in Nederland bebost wordt, kan dit leiden tot een grotere import van veevoer. Deze hogere vraag kan leiden tot landgebruiksveranderingen in bijv. Brazilië, waardoor er indirect een stukje regenwoud wordt ontbost. De vrijkomende C die hier is vastgelegd, zou veel groter zijn dan datgene wat de bebossing in Nederland kan vastleggen. Dit is een voorbeeld waarbij het ILUC-effect zeer relevant is.

bostype) en jaarlijkse exploitatie van evt. andere bosproducten; begroting voor de uitvoering van het plan;

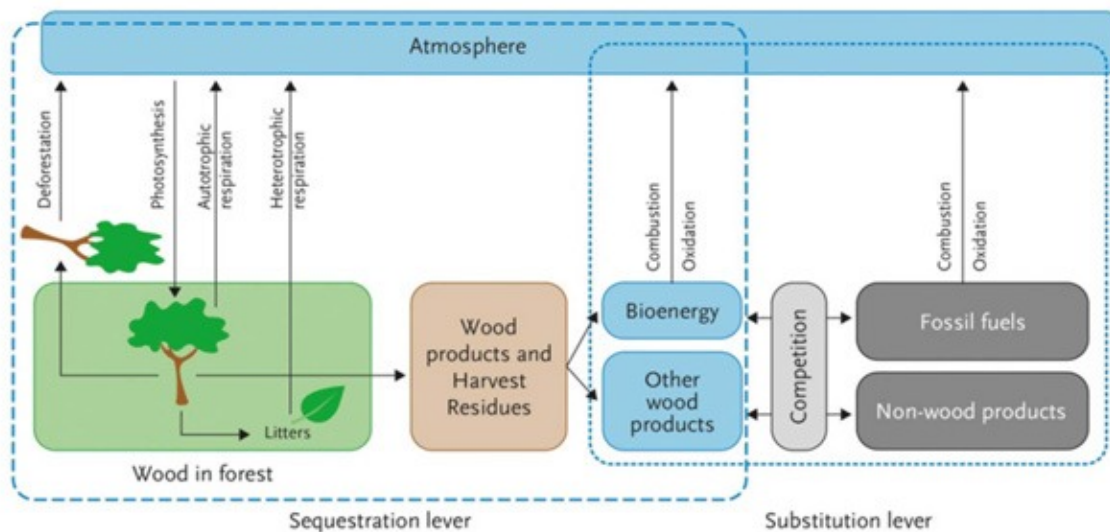
- essentiële elementen zijn op kaart aangegeven;
- monitoring van de uitvoering;
- uitvoering door vakbekwame medewerkers en bosarbeiders.

3.8.2 CO₂-balans

Klimaataspecten

Bossen en andere houtige beplantingen wisselen dagelijks grote hoeveelheden CO₂ uit met de atmosfeer. Slechts een klein deel van de opgenomen CO₂ wordt voor langere tijd opgeslagen.

Planten nemen via fotosynthese CO₂ op uit de lucht en zetten die met energie uit zonlicht om in suikers. Een deel van deze suikers wordt gebruikt voor de onderhoudsademhaling en een deel voor de groei van de plant. Hout en andere biomassa bestaan voor ongeveer de helft uit koolstof (C) en zolang deze biomassa intact is, blijft de koolstof opgeslagen en is er dus minder CO₂ in de atmosfeer. Via tak- en bladval en sterfte van bomen komt de in de plant opgeslagen koolstof op en in de bodem terecht. Een deel van het strooisel verteert, waarbij de koolstof weer vrijkomt als CO₂, en een deel wordt langdurig in de bodem opgeslagen als humus/organische stof. In een beheerd ecosysteem, zoals de meeste bossen, vindt meestal oogst plaats, waarbij een deel van de in het bos opgeslagen koolstof tijdens de oogst verwijderd wordt in de vorm van stammen, brandhout en/of tak- en tophout. De wijze van oogst kan ook effecten hebben op de hoeveelheid C die in de bodem is opgeslagen. Onderstaande figuur geeft een schematisch beeld van deze koolstofcyclus.



Doordat producten gemaakt uit hout een bepaalde tijd meegaan, ontstaat hier ook een koolstofvoorraad in de vorm van bijvoorbeeld meubels, parket, houten huizen en boeken. Door afgedankte houtproducten te hergebruiken of te recyclen en te gebruiken als grondstof voor andere producten, kan het tijdstip waarop de koolstof uit het hout weer vrijkomt in de atmosfeer uitgesteld worden. Uiteindelijk komt via afbraak van de producten op de stortplaats of via verbranding de vastgelegde koolstof weer terug in de atmosfeer in de vorm van CO₂. Naast het feit dat houtproducten een bepaalde hoeveelheid koolstof vasthouden, is er nog een ander gunstig effect voor het klimaat. Materialen zoals staal of beton vragen veel meer energie voor de productie dan hout, dus de bouw van een houten huis zorgt voor minder CO₂-uitstoot dan de bouw van een huis uit beton en steen. Iets vergelijkbaars treedt op bij het verbranden van biomassa voor de opwekking van energie (warmte of elektriciteit). Als een huis verwarmd wordt met bijvoorbeeld houtpellets hoeft geen aardgas gebruikt te worden en wordt de uitstoot van CO₂ uit fossiele brandstof vermeden. Ook bij het verbranden van hout komt CO₂ vrij, en zelfs meer dan bij het gebruik van aardgas, maar zo lang het bos in stand gehouden wordt, wordt deze CO₂ opnieuw opgenomen door bijgroei.

Om de biomassa op de juiste plek te krijgen, moet het worden getransporteerd, waarbij vaak fossiele brandstof wordt gebruikt en daarmee CO₂ wordt uitgestoten. Omdat dit de klimaatvoordelen vermindert, moet transport zeer efficiënt plaatsvinden en zo veel mogelijk worden beperkt. Gebruik van biomassa vindt bij voorkeur plaats in professionele installaties. Deze hebben een hogere efficiëntie en stoten veel minder fijnstof uit dan particuliere 'open haarden' en de meeste houtkachels.

Het ideale klimaatbos zou bestaan uit snelgroeiende boomsoorten (nemen veel CO₂ op) met een hoge staande houtvoorraad (veel C-opslag), waarin regelmatig geoogst wordt en het hout gebruikt wordt voor toepassingen met een lange levensduur (veel C-opslag, vermijden hoge CO₂-uitstoot van alternatieve materialen). De oogst vindt plaats door kleinschalige kap, waardoor de in de bodem opgeslagen koolstofvoorraad optimaal behouden blijft. Aan het einde van de levensduur van de toepassing van hout wordt het hout een aantal malen hergebruikt of gerecycled (uitstellen CO₂-uitstoot) en uiteindelijk wordt het samen met reststromen ingezet voor de opwekking van energie (vermijden van CO₂-uitstoot door fossiele brandstoffen) of voor bioraffinage (gebruik van de inhoudsstoffen, vezels). In de praktijk spelen veel andere overwegingen een rol bij het beheer van bos en de inzet van hout en biomassa voor producten of energie, zoals andere functies van het bos (biodiversiteit), de geoogste hoeveelheden, de afzetmarkt en kosten en opbrengsten.

Voor het beheer van landschappelijke beplantingen en stedelijk groen geldt voor de klimaatimpact hetzelfde ideaalbeeld als voor bos. De afweging ten opzichte van andere aspecten kan anders zijn, waarbij bijvoorbeeld veiligheid een grotere rol speelt.

Bestaand bos en landschappelijke beplantingen:

- Zorg dat de hoeveelheid vastgelegd CO₂ in de beplanting en de bodem op peil blijft. Door kleinschalig te oogsten (geen grote kapvlaktes), blijft het boscysteem behouden en ook de C-opslag in de bodem.
- Als het snoeihout – en bij oogst tak- en tophout – moet worden verwijderd, pas dit dan zo hoogwaardig mogelijk toe. Op termijn is dit bioraffinage, maar zolang dit niet mogelijk is, kan het snoeihout worden ingezet voor productie van warmte, elektriciteit en groene waterstof. Het snoeihout kan worden gechipt en is een energie- en grondstoffendrager die zonder groot verlies van C onder de juiste condities enige tijd kan worden bewaard. Dat is een voordeel in vergelijking met hernieuwbare grondstoffen als zon en wind die geen energiedrager zijn.
- Door de C in de biomassa om te zetten in groene waterstof, ontstaat een hoogwaardige hernieuwbare energiedrager die inzetbaar is als bijvoorbeeld een brandstofbron voor vrachtwagens.
- Van belang is voldoende rendement bij de omzetting van C tot groene waterstof.

Nieuwe houtige beplantingen:

Bij aanleg van nieuwe, houtige beplantingen moet bij de CO₂-balans ook in beschouwing genomen worden wat het effect is van het veranderend landgebruik en zelfs of het CO₂-effecten heeft door Indirect Land Use Change (ILUC).

Dit speelt veel minder een rol als deze nieuwe, houtige beplantingen worden aangelegd vanuit een dringende noodzaak voor een ander beleidsthema: bijv. de aanleg van nieuwe landschappen voor het opheffen van grote recreatietekorten (zoals indertijd de Randstadgroenstructuur) of de aanleg van noodoverloopgebieden om grote waterproblemen op te lossen (zoals de teruglegging van rivierdijken langs de Waal bij Loevestein of de Onlanden bij Groningen).

Een aandachtspunt bij het aanleggen van nieuwe beplantingen voor de productie van groen gas uit de houtige biomassa is de gewaskeuze.

Door te kiezen voor bijv. een graan, zijn er mogelijkheden om de eiwitten in te zetten als grondstof voor voedsel of veevoeder (of bioraffinage) en de houtige biomassa van het stro voor de productie van groene waterstof. Dan treedt er geen verdringing op van voedselproductie naar biomassa. Bij de keuze voor bijv. een wilgenplantage of olifantsgras of switchgrass is die wel van belang.

Aandachtspunten case Leisurelands

- Doorrekenen bespaarde CO₂-uitstoot. Minimaal 70% t.o.v. 186 gCO₂eq/MJ. Doorrekenen voor gebruik tak- en tophout en voor biomassaplantage. Voor tak- en tophout zal dit wel gemakkelijk bereikt worden, omdat het nu al usance is dit materiaal na oogst/snoeien om veiligheidsredenen te

verwijderen. Dat betekent dat alleen bewerkingen daarna meetellen, want de daaraan voorafgaande werkzaamheden worden toch al uitgevoerd in het kader van het reguliere beheer: verzamelen vanaf de rand van perceel, evt. ver-chippen en andere verwerking en daarna procesgang in apparaat moeten worden meegenomen. En dat moet voldoen aan de 70%-reductie-eis van 186gCO₂eq/MJ.

- Bij de biomassaplantage moet de gehele CO₂-voetafdruk vanaf aanleg tot en met oogst en verwerking worden meegenomen.
- Een extra aandachtspunt bij de procesgang (zowel voor tak- en tophout als voor de plantages is het scala aan producten/reststromen dat vrijkomt. Wat wordt er naast de waterstof nog meer geproduceerd en wat is daarvan de CO₂-impact (positief of negatief)? Te verwachten is een digestaat-achtige stof, wellicht geschikt als meststof of wellicht vezels bruikbaar voor karton- of papierindustrie.
- Tak- en tophout uit bossen valt juridisch gezien niet onder reststromen uit natuur- en landschapsbeheer.

Andere CO₂-aandachtspunten: geen vernietiging van koolstofreservoirs (niet aan de orde, omdat het bos in stand blijft en er geen gebruik wordt gemaakt van kapvlaktes), waarschijnlijk ook geen bossen op veengronden. Bij aanplant plantages hier ook op letten.

3.8.3 Duurzaam bosbeheer: bodem

Voor een duurzame oogst van hout en biomassa is een gezonde bodem van groot belang. Belangrijke aspecten van een gezonde bodem zijn de voedingsstoffenhuishouding en de fysische bodemkwaliteit (bodemverdichting, spoorvorming).

Voedingsstoffenhuishouding

Een goede balans van voedingsstoffen is vooral van belang in bossen op arme, droge bodems. In landschappelijke beplantingen in het landelijk en stedelijk gebied zijn deze problemen veel minder groot of afwezig, doordat:

- er voedingsstoffen vrijkomen uit het omliggende landgebruik, bijv. omdat daar een landbouwkundige bemesting wordt uitgevoerd, honden hun behoefte doen etc.;
- lineaire houtige elementen meer depositie van mineralen 'afvangen' dan bosoppervlakten.

Hoewel er in Nederlandse bossen een overmaat aan stikstof (N) is, zijn andere belangrijke voedingsstoffen, zoals calcium (Ca), kalium (K), magnesium (Mg) en fosfor (P), op veel plaatsen beperkt beschikbaar, zeker op de arme zandgronden buiten de directe kustregio. Bij verhoging van het oogstniveau en door het oogsten van tak- en tophout wordt de afvoer van deze voedingsstoffen wezenlijk verhoogd. Dit kan leiden tot afname en zelfs een tekort van beschikbare voedingstoffen, vooral in bossen op droge arme(re) bodems (uitgezonderd de bossen in de kustregio). Deze voedingsstoffen zijn van belang voor het functioneren van het bos als ecosysteem (behoud van biodiversiteit) en voor de productiviteit (van hout) van het bos. Voor arme en matig arme zandgronden buiten de directe kustregio (duinen) geldt het volgende:

Oogst van tak- en tophout bij eindkap is meestal af te raden bij de boomsoorten berk, beuk, eik, Douglas, fijnspar en grove den als het oogstniveau van het stamhout meer dan 7 m³/ha/jaar bedraagt. Bij lariks ligt de grens bij oogstniveau 11 m³/ha/jaar. Bij de oogst van alleen stamhout zijn er bij een oogstniveau van stamhout van 7 m³/ha/jaar ook aandachtspunten voor de boomsoorten berk, beuk en eik en in de regio Noord-Nederland ook fijnspar (Jong, A. de, 2017) (Vries, W. de, 2019).

Fysische bodemkwaliteit

Bij de oogst worden tegenwoordig vaak zware machines gebruikt. Door deze machines kan de *bodem verstoord* worden en daardoor de bodemfauna en flora. Belangrijk is dat bij gebruik van machines deze over de juiste banden beschikken met een niet te hoge bandenspanning. Ook het vermijden van periodes waarin de bodem nat is, voorkomt bodemschade (De Jong et al., 2007). Een andere mogelijkheid in bossen is het gebruik van permanente dunningspaden met een onderlinge afstand van minimaal 20 meter, maar beter nog ca. 40 meter (Delforterie, 2017).

Bij landschappelijke beplantingen en in stedelijk groen zijn er vaak mogelijkheden om vanuit bestaande ontsluitingswegen het werk uit te voeren en zo schade aan de bodem te beperken. Daar

waar deze infrastructuur ontbreekt, kan bij uitbreiding van de recreatieve infrastructuur soms een goede combinatieslag worden gemaakt.

Aandachtspunten Leisurelands:

- Bij de oogst in bossen op zandgronden is de nutriëntenbalans een aandachtspunt. In die situaties kan de nutriëntenbeschikbaarheid worden verbeterd door:
 - Op jaarbasis minder te oogsten. Voor het bepalen van het oogstniveau biedt de VBNE-brochure (De Jong et al., 2017) een handreiking. De adviezen in deze brochure zijn onder meer afhankelijk van boomsoort, bodemtype en regio.
 - Kleinschalig te oogsten, waardoor het bosesysteem in stand blijft. Bij kapvlaktes, zeker als bosaanplant of natuurlijke verjonging niet direct plaatsvindt, komt ook veel van de in de bodem vastgelegde C vrij en spoelen nutriënten versneld uit.
 - Depositie van nutriënten te bevorderen door het creëren van veel randen.
 - Bij onzekerheid over het fosfaatgehalte kunnen een eenvoudige grondbemonstering en -analyse uitsluitend bieden of er voor fosfaat beperkingen zijn.
 - Momenteel vindt onderzoek plaats naar de mogelijkheden en effectiviteit van toediening van kalium, calcium en magnesium door steenmeel. Wellicht biedt dat op termijn oplossingen voor eventuele nutriëntentekorten.
- Bij aanplant van plantages: kies een boomsoort die aangepast is aan de groeiplaats en gebruik het adviesstelsel als de aanplant op een zandbodem plaatsvindt voor de boomsoortenkeuze. Het adviesstelsel biedt informatie over boomsoorten en of er meer of minder beperkingen aan het oogstniveau zitten vanuit de nutriëntenbalans
- Gebruik zo mogelijk machines met een lage asdruk/lagedrukbanden als in het perceel gereden wordt. Werk waar mogelijk met vaste rijpaden (in het perceel gemarkeerd en in gps geïdentificeerd) en/of van beschikbare (half)verharde wegen langs en door perceel.

3.8.4 Duurzaam bosbeheer: biodiversiteit

Effecten van landgebruik op biodiversiteit

De manier waarop biomassa wordt geproduceerd en hoe en waarvoor het wordt gebruikt, bepaalt of het gebruik duurzaam is. Een voorbeeld is de productie van biobrandstoffen, wat onder meer bedoeld is om de CO₂-emissies van fossiele brandstoffen te beperken. De toenemende CO₂-concentraties in de atmosfeer zijn niet alleen een belangrijke driver van de menselijk veroorzaakte klimaatopwarming, maar vormen ook een ernstige bedreiging voor de biodiversiteit. Een lagere emissie kan toekomstige negatieve effecten op biodiversiteit beperken (directe effecten). Echter als natuurgebieden worden omgezet voor productie van biomassa, heeft dat op korte termijn ernstige negatieve effecten op biodiversiteit (directe effecten). Omzetten van landbouwgrond naar productiegebieden voor biomassa is alleen gunstig als het niet ten koste gaat van voedselproductie, waardoor op andere plaatsen ter wereld alsnog natuur in landbouwgrond wordt omgezet (indirecte effecten). Bij dergelijke omzettingen geldt dat het eeuwen kan duren voordat effecten van de landgebruiksverandering op biodiversiteit zijn hersteld (Oorschot, M. van., 2010).

Effecten van gebruik van biomassa op biodiversiteit

Houtige biomassa uit bos

Naast de hoeveelheid oogst is ook de wijze van oogst van belang voor de biodiversiteit. Oogst van hout kan verstorend werken op dieren, bijvoorbeeld in het broedseizoen, en planten en bodem kunnen beschadigd raken. Ook de schaal en de frequentie van de oogst zijn van invloed op de biodiversiteit. Met oogst over grotere oppervlakten (meer dan 1 ha) moet voorzichtig omgegaan worden. Door kaalkap van grotere oppervlakten wordt het bosklimaat ter plekke verstoord, wat effect heeft op de vegetatie en bij heuvelachtig terrein tot erosie kan leiden. In bos met veel planten die kenmerkend zijn voor oud bos, moet men terughoudend zijn met grote kapvlakten. Bij windgevoelige soorten (o.a. Douglas en fijnspar) moet rekening gehouden worden met windworp. Bij beuk kan mogelijk zonnebrand optreden op de bast bij directe zonlicht, wat tot afsterven kan leiden. Wel kunnen bij grote aaneengesloten bosgebieden kapvlakten waardevol zijn voor de fauna door het ontstaan van een waardevolle zoomvegetatie en een rijk ontwikkelde kruidlaag. Door verspreid enkele oude bomen te laten staan op de kapvlakte, kan door natuurlijke verjonging weer bos ontstaan.

In principe hoeft het oogsten van hout niet negatief te zijn voor biodiversiteit. Als de houtoogst bijdraagt aan het ontstaan van meer structuur en diversiteit van soorten, kan het zelfs positief uitpakken (Jong, J.J. de, 2012). De *variatie in structuur* kan worden bevorderd door kleinschalige kap, waarbij verspreid door het bos kleine open vlakten worden gemaakt. Door dit in de tijd te herhalen, ontstaat een gevarieerd bos met veel verticale en horizontale variatie in begroeiing, wat ook goed is voor een verscheidenheid aan planten en dieren. Met het oogsten kan ook de verscheidenheid aan boomsoorten worden bevorderd door weinig voorkomende soorten niet te kappen, de kapvlakten geschikt te maken voor bijzondere boomsoorten of door aanplant van extra soorten.

Voor energietoepassingen staat de oogst van tak- en tophout in de belangstelling. Hieraan kan echter een aantal nadelen kleven. Met het tak- en tophout worden voedingsstoffen afgevoerd, waardoor er tekorten kunnen ontstaan. Op voedselarme gronden kan de oogst van tak- en tophout eerder leiden tot een negatieve nutriëntenbalans (zie paragraaf 3.8.3). Ook kan het een negatief effect hebben op insecten en andere aan doodhout gebonden soorten. Het in het bos achterlaten van een deel van het tak- en tophout kan dan een optie zijn om te grote negatieve effecten te voorkomen.

Dood hout is belangrijk voor veel planten, paddenstoelen en insecten. Het is daarom belangrijk om bij de oogst een deel van het hout in het bos achter te laten, met name ook hout dikker dan 30 cm. Het handhaven van staande dode bomen is ook goed voor de biodiversiteit. Voor biodiversiteit is de norm gesteld op 3 bomen dikker dan 30 cm per ha. Onderzoek laat echter zien dat voor biodiversiteit hoeveelheden van 30 m³ dood hout per ha nodig zijn voor duurzaam behoud van doodhout gebonden soorten (Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., 2015).

Kappen van bos dient bij voorkeur niet in het *broedseizoen* plaats te vinden. Het broedseizoen loopt wettelijk van 15 maart tot 15 juni. In die periode is kappen niet strikt verboden, maar het is wel verboden om opzettelijk vogels te verstoren of hun nesten en eieren te vernielen. Om verstoring te voorkomen, kunnen werkzaamheden in het bos daarom het best buiten het broedseizoen plaatsvinden (VBNE 2014).

Houtige biomassa uit landschappelijke beplantingen

Landschappelijke beplantingen zijn belangrijk voor biodiversiteit in het landelijk gebied. Zij vormen verbindende schakels tussen bos- en natuurgebieden en vormen natuurlijk dooradering van leefgebieden in het agrarisch landschap. De verbindingen zijn belangrijk voor de uitwisseling van plant- en diersoorten in die gebieden waardoor populaties gezond blijven en zich bij ongunstige omstandigheden naar betere leefgebieden kunnen verplaatsen. Het geheel van natuurgebieden en verbindingen wordt ook wel de *groene infrastructuur* genoemd. In Nederland heet die groene infrastructuur samen met de natuurgebieden het *Nationale NatuurNetwerk (NNN)*.

Een deel van de landschappelijke beplantingen is begroeid met bomen en struiken, bijvoorbeeld houtwallen en boomsingels langs wegen en waterlopen. Bij het onderhoud van de beplantingen komt houtige biomassa beschikbaar. Over het algemeen is de kwaliteit van het hout onvoldoende om als zaaghout te dienen. Toepassing als brandhout kan echter prima. Vroeger werd dit hout door boeren voor een scala aan toepassingen gebruikt (bijvoorbeeld handvatten en stelen voor gereedschap). In het huidige tijdsgewricht is dit moeilijk economisch aantrekkelijk te maken door het meestal geringe volume en de wisselende kwaliteit.

Voor biodiversiteit is het van belang dat de landschappelijke beplantingen een diverse *soortensamenstelling en structuur* hebben van hoge (bomen) en lage soorten (struiken en kruiden). Het beste kunnen inheemse soorten worden toegepast. De inheemse flora en fauna is hier het meest op afgestemd. Verder is de *structuur* van de beplanting van belang, dus de afwisseling in hoge en lage begroeiing en een variatie in leeftijd. Bij het beheer van houtwallen kunnen bijvoorbeeld enkele grotere bomen gehandhaafd en struiken aangeplant worden om de structuur te bevorderen. De variatie in soorten en structuur is niet alleen in de beplanting zelf van belang, maar ook in een gebied. Zo is het van belang de beplantingen met verschillende soorten uit te voeren en het onderhoud van de beplantingen gevarieerd in de tijd en ruimte uit te voeren. Dus bijvoorbeeld slechts een deel van alle houtwallen in een gebied in hetzelfde jaar af te zetten en slechts een deel van de knotwilgen langs een sloot in een jaar te knotten.

Ook voor landschappelijk groen moet het broedseizoen in acht worden genomen bij het uitvoeren van snoei- en kapwerkzaamheden. Bomen met holtes kunnen aantrekkelijke slaapplekken zijn voor vleermuizen en moeten dus daarop worden gecontroleerd.

Voor *bepantingen in stedelijk groen* gelden merendeels dezelfde overwegingen als in landschappelijke bepantingen.

Aanbevelingen Leisurelands:

- Terreinen met een hoge beschermingswaarde (bijv. ecologisch, archeologisch of cultureel) en representatieve gebieden van bostypen zijn of worden in kaart gebracht, geïnventariseerd en worden beschermd en zo mogelijk versterkt.

Dit punt speelt waarschijnlijk minder, omdat veel terreinen, zoals zandwinputten, jonge ontwikkelingen zijn; maar kan toch relevant zijn.

- Er zijn maatregelen getroffen voor de bescherming van beschermde en bedreigde planten- en diersoorten en evt. versterking van populatie en habitat.

Belangrijke aspecten zijn:

- tijdstip van uitvoering oogstwerkzaamheden;
- achterlaten van staand dood hout;
- plaatsen nestkastjes;
- bijvriendelijk beheer (boomsoortenkeuze);
- etc.

Bij aanplant van nieuwe bossen een voorkeur voor inheems plantmateriaal waarvan minimaal 5% zich moet kunnen ontwikkelen tot natuurlijk bos.

4 Conclusies

4.1 Algemeen

Het benutten van biomassa voor de opwekking van hernieuwbare energie ligt maatschappelijk onder een vergrootglas in verband met zorgen over verdringing van voedselproductie, het vrijkomen van broeikasgassen, duurzaam bodemgebruik en biodiversiteit.

In dit onderzoek is de vraag onderzocht: op welke wijze kan het gebruik van houtige biomassa voor de opwekking van waterstof *duurzaam* gestalte krijgen? Dat is bestudeerd vanuit de:

- bijdrage aan de energie- en groene-grondstoffentransitie;
- duurzaamheid (CO₂-balans, biodiversiteit, duurzaam bodemgebruik).

Dat is ten eerste bekeken voor een casus waarin tak- en tophout vrijkomt bij het beheer van bestaande beplantingen (randen- en veiligheid snoei, en incidenteel kap van bomen) en ten tweede voor nieuw aan te leggen houtige beplantingen.

Houtige biomassa speelt een rol in de energie- en groene-grondstoffentransitie én tegelijkertijd een rol in het ecosysteem bos/landschap. Het gaat dus om het vinden van de juiste balans tussen oogst en gebruik van biomassa voor het versnellen van de transitie en het zorgen voor een duurzaam beheer van de beplantingen, incl. het voorkómen van rooibouw op het ecosysteem.

4.2 Conclusies ten aanzien van de rol van het initiatief in de energie- en groene-grondstoffentransitie

Waterstof wordt door veel partijen in de wereld gezien als een schone, meervoudig te gebruiken energiedrager van de toekomst. Door nu te investeren en te leren, doen we kennis en ervaring op die bij volgende transitiestappen behulpzaam zijn. Vanuit de onzekerheid over het verloop van deze transitie is het zinvol om 'flexibiliteit' in nieuwe systemen in te bouwen.

In dat perspectief zijn nieuwe initiatieven, waarin biomassa op een duurzame manier vrijkomt, positief. Belangrijk is evenwel dat in de logistiek, verwerking en toepassing ruimte zit om op een termijn van 10-20 jaar andere keuzes te implementeren.

De omzetting van houtige biomassa in waterstof, elektriciteit en warmte is onder bepaalde condities technisch en financieel al haalbaar. Voor de omzetting van (zee)water in waterstof en zuurstof is dat nog niet het geval.

Biomassa is redelijk schaars en de vraag zal zeer sterk toenemen wanneer sectoren, zoals de chemie, ook van fossiele grondstoffen overstappen op groene grondstoffen. Water is goedkoop en voor deze toepassing op mondiale schaal overvloedig aanwezig, zeker omdat zeewater in de toekomst ook geschikt kan zijn voor de productie van waterstof.

Door te investeren in een logistieke infrastructuur voor de inzameling van tak- en tophout en conversie naar waterstof, kan de introductie van een waterstofeconomie worden bevorderd. Houtige biomassa speelt daarin de rol van een 'overgangsgrondstof', tot het moment dat de productie van waterstof uit water (met energie uit andere hernieuwbare bronnen) goedkoper wordt dan via de biomassa-route. Dat moment zou de producent of het verwerkende bedrijf van de biomassa kunnen aangrijpen om over te stappen naar andere biobased afzetmarkten. Het is zinvol om daar bij het ontwerp van het logistieke systeem al rekening mee te houden, door bijvoorbeeld de locatie en infrastructuur zodanig te ontwerpen dat de met beperkte investeringen de houtige biomassa kan worden ingezet voor de productie van andere groene grondstoffen, bijvoorbeeld voor de groene chemie.

4.3 Conclusies ten aanzien van de impact van de casus op het biologische systeem

Hierin gaat het vooral om de criteria productievermogen van de bodem, koolstofvoorraad en biodiversiteit. In de bosbouwsector is dat onderdeel van duurzaam bosbeheer.

In de casus Leisurelands wordt tak- en top hout uit de bossen en bosschages op recreatieterreinen onttrokken en benut voor energieopwekking. Vanwege de veiligheid wordt dit materiaal verwijderd uit de recreatieterreinen, omdat het anders gebruikt zou kunnen worden voor 'fikkie stoken' en andere ongewenste 'recreatieve' activiteiten.

In vergelijking met het stamhout bevat tak- en top hout relatief veel voedingsstoffen (N, P, K, Mg, Ca) die bij de oogst uit het lokale biologisch systeem worden verwijderd. Afhankelijk van de bodemkwaliteit kan daardoor het productievermogen van de bodem op termijn afnemen.

Natuurlijke afbraak van biomassa draagt bij aan het organischestofgehalte van de bosbodem en daarmee aan het productievermogen. Het is daarom van belang voor de bossen en bosschages op zandbodems de bodemkwaliteit te meten en eventueel mitigerende beheermaatregelen te treffen, zoals die in dit rapport zijn beschreven (zie aandachtspunten paragraaf 3.8).

De biodiversiteit van het perceel is afhankelijk van de sturing op 'ecologische condities in en rond het perceel waar de biomassa wordt onttrokken'. Oogst van hout kan bijdragen aan verrijking, maar ook aan een verarming van de diversiteit, afhankelijk van het type bosbeheer en de gehanteerde oogst- en beheersystemen. Dat is voor de specifieke percelen van Leisurelands niet onderzocht. In de aandachtspunten zijn handelingsperspectieven genoemd die invloed hebben op de ecologische condities.

Bossen nemen CO₂ op uit de lucht en zetten die om in koolstofverbindingen. Daarmee heeft het bos een levende koolstofvoorraad in de bovengrondse en ondergrondse biomassa en in de bosbodem. In een duurzaam bosbeheer is er sprake van een opbouw of evenwicht tussen bijgroei, onttrekking van hout en natuurlijke afbraak. Daarbij is het schaalniveau het areaal van bijvoorbeeld alle bossen van Leisurelands. Terwijl er in bepaalde percelen hout uit de opstanden wordt verwijderd, groeit de houtvoorraad aan in de (veel talrijkere) percelen waar dat jaar geen oogstwerkzaamheden worden verricht. In de gereedschapskist Klimaatlim Bosbeheer (Schelhaas et al., in prep.) staan praktische handvatten voor het beheer van bossen en landschapselementen.

Het is dus van belang om de grondstoffen te betrekken vanuit een systeem van duurzaam bosbeheer.

Voor het benutten van landbouwgewassen of nieuw aangelegde houtige biomassa op gronden die nu in landbouwkundig gebruik zijn, gelden alle hiervoor genoemde criteria plus het criterium dat er door de aanleg voldoende CO₂-onttrekking uit de atmosfeer plaatsvindt. Hierbij moeten ook de ILUC-effecten in beschouwing worden genomen: uitstoot van broeikasgassen door veranderingen in landgebruik elders die het gevolg zijn van de aanleg van de houtige beplanting in kwestie.

Deze doorrekening hoeft niet plaats te vinden indien er vanuit een ander beleidskader dringende redenen zijn voor de aanplant (bijv. ernstige recreatietekorten of de aanleg van noodoverloopgebieden). Dan zou de landgebruiksverandering toch al hebben plaatsgevonden en hoeven de effecten niet toegerekend te worden aan het gebruik van de houtige biomassa.

Er zijn vele steeds meer mogelijkheden om extra houtige biomassa te produceren en ook landbouwkundig te produceren, bijvoorbeeld door de aanleg van graanvelden, waarbij de korrels voor voedsel worden gebruikt en het stro voor de productie van groene waterstof. Ook dan is er veel minder kans op het ontstaan van ongewenste uitstoot van broeikasgassen ten gevolge van ILUC.

Literatuur

- Annevelink, B., P. Harmsen, J. Spijker, 2018. "De toekomst van hout in de biobased economy", Vakblad Natuur Bos Landschap 'Hout special', Geraadpleegd van <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/440066>
- Adviescommissie.be, 2018. Toetsingsprocedure. Geraadpleegd van <https://www.adviescommissie.be/toetsingsprocedure>
- Bioenergynetherlands.nl, 2018(?). Bio Energie Netherlands. Missie, visie, strategie. Geraadpleegd van <https://bioenergynetherlands.nl/>
- BKCBV.nl, 2016(?). BKC plant Miscanthus en levert snippers. Geraadpleegd van <http://www.bkcbv.nl/miscanthus/miscanthus-aanplant/>
- Deingenieur.nl, 15 november 2017. Bouw houtvergasser van start. Geraadpleegd van <https://www.deingenieur.nl/artikel/bouw-houtvergasser-van-start>
- Deingenieur.nl, 12 juli 2018. Bioraffinaderij haalt grondstof uit resthout. Geraadpleegd van <https://www.deingenieur.nl/artikel/bioraffinaderij-haalt-grondstof-uit-resthout>
- Delforterie, 2017. Permanente dunningspaden ter voorkoming van bodemverdichting. Vakblad Natuur, Bos en Landschap februari 2016. <http://bosgroepen.nl/permanente-dunningspaden-ter-beperking-van-bodemverdichting/> Duurzaamheidsnieuws.nl. 3 juni 2018. Aandeel duurzame energie naar 6,6%. Geraadpleegd van <https://www.duurzaamnieuws.nl/aandeel-hernieuwbare-energie-naar-66-procent/>
- ECP-Biomass.eu, 2013, Bio-waterstof. Geraadpleegd van <http://ecp-biomass.eu/node/147>
- Energieopwek.nl, 2019. Energieakkoord De Bronnen. Geraadpleegd van <https://energieopwek.nl/#over-het-energieakkoord>
- ERAC.nl, 2018. Oud hout levert energie op in Amsterdam. Geraadpleegd van https://erac.nl/projecten/oud-hout-levert-energie-op-in-amsterdam?utm_source=ERACCoffeebreakdecember2018CB-A&utm_medium=E-letter&utm_campaign=ERAC%20CB%20dec%202018%20-%20A
- Figueres, C., H.J. Schelnhuber, G. Whiteman, J. Rockström, A. Hobley, S. Rahmstorf, 2017. "Three years to safeguard our climate", Nature international weekly journal of science. Vol. 546, Issue 7660 (<https://www.nature.com/news/three-years-to-safeguard-our-climate-1.22201>)
- Gasunienewenergy.nl, 2018. SCW Super Critical Water gasification. Geraadpleegd van <https://www.gasunienewenergy.nl/in-ontwikkeling/scw>
- Gigler, J., M. Weeda, 2018. "Contouren van een routekaart waterstof." TKI Nieuw Gas (Topsector Energie). Geraadpleegd van [https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/nieuws/TSE%20TKI%20Nieuw%20Gas%20Routekaart%20Waterstof-web%20\(6%20maart%202018\).pdf](https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/nieuws/TSE%20TKI%20Nieuw%20Gas%20Routekaart%20Waterstof-web%20(6%20maart%202018).pdf)
- Groenemineralecentrale.nl, 2018. Groot Zevert Vergisting. Geraadpleegd van <http://www.groenemineralecentrale.nl/nl/groot-zevert-vergisting>

-
- IPKW.nl, 5 december 2018. Energietransitie bloeit enorm op in Arnhem en omgeving. Geraadpleegd van <https://www.ipkw.nl/energietransitie-bloeit-enorm-op-in-arnhem-en-omgeving/>
- IPKW.nl, 28 november 2018. Partijen bundelen krachten voor 3 gigawatt aan waterstof. Geraadpleegd van <https://www.ipkw.nl/nieuws/partijen-bundelen-krachten-voor-3-gigawatt-aan-waterstof/>
- Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., S.M.J. Wijdeven, L.G. Moraal, M.T. Veerkamp, R.J. Bijlsma, 2005. Dood hout en biodiversiteit. Een literatuurstudie naar het voorkomen van dood hout in de Nederlandse bossen en het belang ervan voor de duurzame instandhouding van geleedpotigen, paddenstoelen en mossen. Wageningen, Alterra Wageningen-UR, Alterra-rapport 1320.
- Jansen, J., 16 januari 2018. Nederlandse onderzoekers maken zonnecel die efficiënter waterstof genereert. Geraadpleegd van <https://tweakers.net/nieuws/134059/nederlandse-onderzoekers-maken-zonnecel-die-efficiënter-waterstof-genereert.html>.
- Jong, J.J. de, J.J.H. van de Akker, E. Kiestra, 2007. Bodembeschadiging bij houtoogst met harvesters. Een vergelijking tussen harvesters op luchtbanden en op rupsbanden. Wageningen, Alterra Wageningen-UR, Alterra-rapport 1476.
- Jong, J.J. de, R.J. Bijlsma en J.H. Spijker, 2012. Randvoorwaarden biodiversiteit bij oogst van biomassa. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra-rapport 2305
- Jong, A. de, H. Kros, J. Spijker & W. de Vries, 2017. Houtoogst in relatie tot nutriëntenvoorraden in bossen op droge zandgronden. Brochure VBNE, Wageningen University & Research en Ministerie van Economische Zaken.
- Junginger, M., G.J. Nabuurs, A. Faaij, J. Sanders, P. Ossewijer, 21 november 2018. Duurzame biomassa is juist een heel goed idee. Geraadpleegd van <https://www.nrc.nl/nieuws/2018/11/21/duurzame-biomassa-is-juist-een-heel-goed-idee-a2756060>
- Katan, M., B. Feringa et al., 16 november 2018. Biomassa stoken is een ramp voor het klimaat. Geraadpleegd van <https://www.nrc.nl/nieuws/2018/11/16/biomassa-stoken-is-een-ramp-voor-het-klimaat-a2755398>
- Kwant, K., W. Siemers, A. Hamer, D. Both, 2018. "Monitoring biobased economy in Nederland 2017.", Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/02/Monitoring%20Biobased%20Economy%20NL%202017.pdf>)
- Kwant, K., W. Siemers, A. Hamer, D. Both, 2017. "Monitoring biobased economy in Nederland 2016.", Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/06/Monitoring%20Biobased%20Economy%20NL%202016%20Hoofdrapport%20finale%20versie%202.pdf>)
- Kwant, K., W. Siemers, A. Hamer, D. Both, 2016. "Monitoring biobased economy in Nederland 2015.", Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2016/03/Monitoring%20Biobased%20Economy%20in%20Nederland%202015.pdf>)
- Leisurelands.nl, 2018. energieneutraal opereren, energie genereren. Geraadpleegd van <https://www.leisurelands.nl/duurzaam/energieneutraal-opereren-energie-genereren/>
- Milieucentraal.nl, 2019. Biomassa. Geraadpleegd van <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/biomassa/>
- Miscancell.nl, 2018(?) Productie. Geraadpleegd van <http://miscancell.nl/productie/>

-
- Oorschot, M. van, J. Ros and J. Notenboom, 2010. Evaluation of the indirect effects of biofuel production on biodiversity: assessment across spatial and temporal scales. Bilthoven, Planbureau voor de Leefomgeving, publication 500143007
- Reijn, G., 27 november 2018. Vattenfall (NUON) bouwt een superhoutkachel om klimaatneutraal te worden. Is dat wel zo duurzaam. Geraadpleegd van <https://www.volkskrant.nl/economie/vattenfall-nuon-bouwt-een-superhoutkachel-om-klimaatneutraal-te-worden-maar-is-dat-wel-zo-duurzaam-~bc8c6340/>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019. Soorten biomassa voor verbranding. Geraadpleegd van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/bio-energie/toepassingen/soorten-biomassa-voor-verbranding>
- Ros, J., 2011. "Verkenning van routes naar een schone economie in 2050. Hoe Nederland klimaatneutraal kan worden." © Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Den Haag, ISBN: 978-90-78645-79-5; PBL-publicatienummer: 500083014; ECN-rapportnummer: ECN-O- -11-076 (<https://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-500083014-verkenning-routes-schone-economie-2050.pdf>)
- M.J. Schelhaas, A.P.P.M. Clerkx, W.P. Daamen, J. Oldenburger, G. Velema, P. Schnitger, H. Schoonderwoerd en H. Kramer, 2014. Rapport Zesde Nederlandse Bosinventarisatie: methoden en basisresultaten. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2545.
- M.J. Schelhaas, E. Arets, H. Kramer, 2017, Het Nederlandse bos als bron van CO2, Vakblad Bos Natuur en Landschap, september 2017, p. 6-9.
- SNB.nl, april 2018. Minifabriek test nieuwe technologie slibvergassing. Geraadpleegd van <https://www.snb.nl/minifabriek-test-nieuwe-technologie-slibvergassing/>
- Steffen, Will, Johan Rockström, Katherine Richardson, Timothy M. Lenton, Carl Folke, Diana Liverman, Colin P. Summerhayes, Anthony D. Barnosky, Sarah E. Cornell, Michel Crucifix, Jonathan F. Donges, Ingo Fetzer, Steven J. Lade, Marten Scheffer, Ricarda Winkelmann, and Hans Joachim Schellnhuber, 2018. "Trajectories of the Earth System in the Anthropocene." PNAS August 14, 2018 115 (33) 8252-8259; published ahead of print August 6, 2018 (<https://www.pnas.org/content/115/33/8252>)
- TKI Biobased Economy BBE, 2018. Bioraffinage. Geraadpleegd van https://www.biobasedeconomy.nl/wat-is-biobased-economy/themas/bioraffinage_v2/
- TKI Nieuw Gas, 7 maart 2018. In 2030 duurzaam waterstof op grote schaal beschikbaar. Geraadpleegd van <https://www.topsectorenergie.nl/nieuws/2030-duurzame-waterstof-op-grote-schaal-beschikbaar>
- VBNE, 2014. Gedragscode bosbeheer 2010-2015. Hulpmiddel bij het naleven van de Flora- en Faunawet. Geraadpleegd van https://www.vbne.nl/Uploaded_files/Zelf/overige%20producten/gedragscode-bosbeheer-20141.54798c.pdf
- Vries, W. de, A. de Jong, H. Kros & J. Spijker, 2019. "Het effect van houtoogst op nutriënten balansen in bossen op zandgronden. Onderbouwing van een adviessysteem." WENR-rapport 2923. Wageningen Environmental Research. Wageningen.
- Vruchtbarekringloopachterhoek.nl, 2017. VKA zet zich in voor een Achterhoek zonder kunstmest. Geraadpleegd van <https://vruchtbarekringloopachterhoek.nl/vka-zet-zich-in-voor-achterhoek-zonder-kunstmest/>

Bijlage 1 Argumentaties over gebruik van hout voor energieopwekking uit een polemiek in drie recentelijk verschenen krantenartikelen

In dit onderzoek zijn drie recentelijk verschenen artikelen over het gebruik van hout voor energieopwekking met elkaar vergeleken op de gebruikte argumentaties.

Het gaat om de artikelen:

- **“Biomassa stoken is een ramp voor het klimaat”**, *NRC* 16 november 2018 (Katan) Bron: <https://www.nrc.nl/nieuws/2018/11/16/biomassa-stoken-is-een-ramp-voor-het-klimaat-a2755398>; In de tekst hieronder aangeduid met: Katan;
- **“Duurzame biomassa is juist een heel goed idee”**, *NRC* 21 november 2018 (Nabuurs) <https://www.nrc.nl/nieuws/2018/11/21/duurzame-biomassa-is-juist-een-heel-goed-idee-a2756060>; In de tekst hieronder aangeduid met: Nabuurs;
- **Vattenfall (Nuon) bouwt een superhoutkachel om klimaatneutraal te worden, maar is dat wel zo duurzaam?**, *Volkskrant* 27 november 2018 (<https://www.volkskrant.nl/economie/vattenfall-nuon-bouwt-een-superhoutkachel-om-klimaatneutraal-te-worden-maar-is-dat-wel-zo-duurzaam-~bc8c6340/>); In de tekst hieronder aangeduid met: Junginger en Demmers.

Gebruik van lokale biomassa afvalstromen of reststromen is geen discussiepunt

- Katan: Sommige soorten biomassa kunnen de uitstoot van CO₂ inderdaad verminderen. Lokaal resthout uit de houtverwerking, afgemaaid gras en snoeiresten uit parken kunnen goed worden gebruikt als brandstof voor de elektriciteitsvoorziening van een kassencomplex of de verwarming van een zwembad. Dat gebeurt al, er blijft nog maar weinig lokaal resthout ongebruikt.

Biomassa bijgroei in balans met consumptie

- Katan: En wereldwijd zijn er honderden centrales die van de kolen af moeten. Dat vereist veel meer hout dan wat er als overtollig afvalhout beschikbaar is. Wij verbranden brandstof dus veel sneller dan het kan bijgroeien.
- Nabuurs: Ten tweede schrijven Katan en de zijnen dat we dagelijks meer fossiele brandstoffen verbranden dan er bij kan groeien. Dat klopt simpelweg niet: door de groei van algen, bomen en planten wordt ongeveer vierduizend keer meer CO₂ vastgelegd dan wat de schrijvers stellen.
- Nabuurs: En moeten we ‘massaal’ bossen gaan rooien? Er zijn geen concrete beleidsplannen waar dan ook ter wereld om in honderden kolencentrales de kolen door biomassa te vervangen. Voor de Nederlandse plannen volgt uit het Energieakkoord van 2013 dat er ongeveer 3,5 miljoen ton biomassa per jaar nodig is (de subsidies voor ‘bijstook’ van biomassa stoppen na 2024). Is dat veel?
- Junginger: Volgens Martin Junginger, hoogleraar energie en grondstoffen aan de Universiteit van Utrecht, is er brandhout genoeg. “De wereldproductie aan houtpellets ligt op 30 miljoen ton per jaar en Nederland zal daarvan over een paar jaar 3,5 miljoen ton gebruiken.” Niet dramatisch, vindt hij. Bovendien zijn ‘maar een paar landen’ op zoek naar pellets. “In Azië heb je Korea en Japan, die halen hun zaagsel uit Vietnam en daar is zat van. In Europa heb je Groot-Brittannië, Denemarken en Nederland.” En ook voor die landen is er zat.

Energiebalans, CO₂-balans in de keten:

- Katan: Ook als daar nieuw bos voor wordt aangeplant, duurt het vijftig tot honderd jaar voordat de boompjes alleen al de CO₂ van het verbrande bos hebben opgenomen. Dat duurt te lang, het CO₂-gehalte van de lucht moet omlaag, niet omhoog. Formeel produceert verbranden van hout dus geen CO₂.
- Nabuurs: Bio-energie uit hout is in principe klimaatneutraal: als bomen groeien, nemen ze CO₂ op; als ze vervolgens sterven en vergaan, komt het allergrootste gedeelte van deze CO₂ weer vrij en is de balans nul – dit heet de korte koolstofcyclus. Als de mens hout verbrandt om energie op te

wekken, komt dit CO₂ ook vrij, maar dat was in de natuur dus ook gebeurd. Wij vermijden hierdoor echter emissie van fossiel CO₂. Daarom is het ook irrelevant dat er bij het verbranden per eenheid energie iets meer CO₂ vrijkomt dan bij kolen: de emissie van kolen is een netto toevoeging van CO₂ aan de atmosfeer, CO₂ uit biomassa niet.

- Junginger: Maar de grootste fout van zijn tegenstanders is dat ze pas beginnen te redeneren bij het kappen en verbranden van de boom. Als je dat doet, zegt Junginger, heb je inderdaad dertig jaar lang CO₂ in de lucht zitten die nog moet worden opgenomen door andere bomen. In vakkringen wordt dat een CO₂-schuld genoemd. "Maar waarom begin je met redeneren bij het moment van de kap?", vraagt Junginger. "Een landeigenaar besluit op een gegeven moment om een bos te planten, in de verwachting dat hij er dertig jaar later geld aan kan verdienen. Dus die bomen hebben die CO₂ al opgenomen." Er is dus geen sprake van een CO₂-schuld, maar juist een CO₂-krediet.
- Katan: We kunnen nog beter aardgas stoken, dat levert half zoveel CO₂ als hout en dan rekenen we het brandstofverbruik voor versnipperen, drogen en transporteren van hout niet eens mee.
- Nabuurs: Natuurlijk vergt het verschepen van biomassa ook energie en dus uitstoot, maar dat is beperkt, en er zijn reductie-eisen: vanaf 2021 minimaal 70 procent minder emissie in de keten (dat wordt nu al gehaald); vanaf 2026 zelfs 80 procent.
- Nabuurs: Ten slotte halen ze levenscyclusanalyse en boekhoudregels van het IPCC voor het meten van de hoeveelheid CO₂-uitstoot per land door elkaar. Ja, in het land van verbranding wordt de emissie van biomassa niet geteld, maar dat is omdat de houtoogst al geldt als een emissie.
- Het IPCC koos er bewust voor om de emissie te tellen op het moment van houtoogst; als je de stook zou gaan tellen als emissie, dan is de oogst dat niet meer. En dat is juist een vrijbrief voor niet-duurzame ontbossing. Het is wel zo dat de VS niet aan Kyoto-verantwoording doen (rapporteren in hoeverre emissiedoelen bereikt zijn), omdat ze de verdragen van Kyoto en Parijs niet (langer) onderschrijven. Daar zit een mogelijke loophole in termen van het bereiken van doelen. Maar het is niet zo dat door verbranden van hout uit de VS emissies uit het VN-boekhoudsysteem zouden verdwijnen.

Borging duurzaamheid via certificatie:

- Katan: Snoeihout, zaagsel en afval kunnen met geen mogelijkheid de honderden miljarden kilo's aan biomassa leveren die nodig zijn om een substantieel deel van de steenkool te vervangen. Dat geeft druk om hout als 'duurzaam' te certificeren dat niet duurzaam is. Aan de herkomst van zaagsel bijvoorbeeld worden minder eisen gesteld, dus dankzij de subsidies kan zaagsel maken – echt of op papier – een lucratieve bezigheid worden.
- Nabuurs: Integendeel, juist doordat Nederland en de EU strenge duurzaamheidseisen stellen, zijn pelletproducenten genoodzaakt om openheid van zaken te geven. Zo heeft Enviva, de grootste producent ter wereld na zware kritiek in het verleden op het door hen gebruikte hout een track-and-tracesysteem opgezet, waarmee de herkomst van het hout tot op de hectare kan worden nagegaan; een tamelijk uniek niveau van transparantie in de bosbouwsector.

Publieke opinie – beïnvloeding vanuit de eigen overtuiging

- Katan: De meeste experts vinden het stoken van biomassa een ramp voor het klimaat.

Marktwerking, marktfalen:

- Katan: Wat we nodig hebben, is een flinke belasting op de uitstoot van CO₂, zodat we minder gaan vliegen, rijden, vlees eten en spullen kopen. En vooral geen subsidies voor houtstook in kolencentrales.
- Nabuurs: Een markt voor bijvoorbeeld bosresiduen en dunningshout is een stimulans, waarbij je het bos verjongt en daarmee de koolstofopslagcapaciteit van het bos in stand houdt. Juist de combinatie van hout voor constructie, meubels, papier en energie is een klimaatvriendelijke manier om productiebos te gebruiken.
- Junginger: Junginger ergert zich er wild aan. Volgens hem komt het nauwelijks voor dat hele bossen worden gekapt alleen om als brandhout te dienen. "De bouseigenaar krijgt de beste prijs als hij hout kan leveren aan de meubel- of bouwindustrie." Wat er tot brandhout wordt verwerkt, zijn vooral de resten uit het bos en uit de houtindustrie.
- Junginger: Zou de vraag naar hout wegvallen omdat brandhout niet meer gewenst is, dan zal de landeigenaar geen nieuw bos meer aanplanten. En dat ouder wordende bos, daar zou het klimaat ook niet veel aan hebben, is zijn overtuiging. "Op den duur sterven die bomen en dan vergaan ze en

komt de CO₂ toch weer in de lucht. Of nog erger: ze verbranden bij een bosbrand, zoals nu weer in Californië, en dan vliegt al die CO₂ in één klap de lucht in.”

- Demmers (stichting natuur & Milieu) over subsidiëren van houtstook/exploitatie: ze vindt het subsidiëren van het verstoken van biomassa bovendien ‘weggegooid geld’, immers: “Je leert er geen nieuwe technieken mee onder de knie te krijgen.”
- *Volkskrant*: Of biomassa voordelen voor het klimaat heeft of niet, financiële voordelen zijn er wel voor Vattenfall. Om te beginnen kan Vattenfall een flinke subsidie incasseren. Een enigszins vergelijkbare biomassacentrale, zoals die van warmtebedrijf Ennatuurlijk in Tilburg, krijgt 34 miljoen euro subsidie voor twaalf jaar. Bovendien hoeft Vattenfall voor zijn houtkachel geen CO₂-emissierechten te kopen. Immers: hout stoken levert officieel geen nieuwe CO₂ op. En omdat emissierechten driemaal zo duur zijn als een jaar geleden, kan dat al gauw ettelijke miljoenen euro’s per jaar schelen. [JS: een dergelijke twaalfjarige exploitatiesubsidie kan leiden tot een lock-in of minstens vertraging om volgende, nog betere stappen te zetten.]

Rol van biomassa voor energie in het perspectief van de transitie – meekoppelkansen benutten, zien als tussenstap, voor een zo kort mogelijke periode

- Nabuurs: Duurzame biomassa-inzet op grote schaal is ook volgens het laatste ‘1,5 graden’-IPCC-rapport vrijwel onmisbaar om onze klimaatdoelstellingen te halen. Dat kan in combinatie met goed bosbeheer, betere landbouwmethoden en bijvoorbeeld herbebossing van marginale en gedegradeerde gronden. Het opbouwen van een biomassamarkt is dus essentieel om de beschikbaarheid van duurzame biomassa gestaag te verhogen en levert dan voeding, energie en materialen; milieuvoordelen door efficiëntere landbouw en bodemherstel gaan ermee samen.
- Demmers: “Het is op zijn best een tussenstap, maar wel een die we het liefst zouden overslaan. Voor het produceren van warmte zijn prima duurzame alternatieven.”
- *Volkskrant*: Vindt Bart Dehue van Vattenfall hout stoken voor verwarming een goed idee? Op de korte termijn zeker, zegt Dehue. “Maar op den duur moet warmte op een andere manier worden opgewekt.”
- Demmers: Duurzame biomassa is schaars, zegt ze, en veel harder nodig voor sectoren waarin alternatieven voor fossiel lastiger te vinden zijn, zoals in de transportsector, chemie en industrie.

Impact op de ruimte en het ecosysteem:

- Demmers: “Maar als we dan ook nog eens veel hout gaan verstoken, komt er een grote druk op de ruimte, op de bossen, de natuur en op de biodiversiteit.”

Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Wageningen Environmental Research
Rapport 2951
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wur.nl/environmental-research

Rapport 2951
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

