



Nederlands bosbeheer en bos- en houtsector in de bio-economie

Scenario's tot 2030 in een internationaal bio-economie perspectief

G.J. Nabuurs, M.J. Schelhaas, J. Oldenburger, A. de Jong, R. Schrijver, G. Woltjer en H. Silvis

Nederlands bosbeheer en bos- en houtsector in de bio-economie

Scenario's tot 2030 in een internationaal bio-economie perspectief

G.J. Nabuurs¹, M.J. Schelhaas¹, J. Oldenburger², A. de Jong¹, R. Schrijver¹, G. Woltjer³ en H. Silvis³

1 Wageningen Environmental Research

2 Stichting Probos

3 Wageningen Economic Research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Natuur en Regio' (projectnummer BO-11-012-043).

Wageningen Environmental Research

Wageningen, september 2016


Rapport 2747
ISSN 1566-7197

Nabuurs G.J., M.J. Schelhaas, J. Oldenburger, A. de Jong, R. Schrijver, G. Woltjer en H. Silvis, 2016. *Nederlands bosbeheer en bos- en houtsector in de bio-economie; Scenario's tot 2030 in een internationaal bio-economie perspectief*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2747. 84 blz.; 44 fig.; 13 tab.; 60 ref.

Nederland heeft een grote bio-economieambitie die voor een groot deel gebaseerd is op houtige biomassa. Deze studie is uitgevoerd als ondersteuning voor het opstellen van een Actieplan Bos en Hout. Dit actieplan is een initiatief van alle spelers in de bos- en houtsector en beoogt het verduurzamen van de sector en het vergroten van de duurzame bijdrage van de sector aan de bio-economie. De studie kijkt naar consequenties van de hoge vraag naar hout in de toekomst in termen van de 3 P's en bekijkt of er oplossingen zijn in termen van verhoogde oogst in Nederland, in Europa of door middel van een optimaler houtgebruik.

Trefwoorden: bio-economie; bos- en houtsector

Dit rapport is gratis te downloaden van <http://dx.doi.org/10.18174/390425> 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.

 2016 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, 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 Rapport 2747 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Probos, Wageningen

Inhoud

	Samenvatting	5
	Executive Summary: Dutch forests and the forest sector in the bio-economy	7
1	Introductie	13
	1.1 Aanleiding	13
	1.2 Onderzoeksvraag	13
	1.3 Scenario's	14
2	Methodes	15
	2.1 Algemeen	15
	2.2 EFISCEN Space	15
	2.3 Stroomschema's	15
	2.4 Houtgebruik en klimaatmitigatie	16
	2.5 3P-analyse	17
3	Huidige staat van de bos- en houtsector en ontwikkelingen onder een referentiescenario	18
	3.1 Algemeen	18
	3.2 Trends in beheer en staat van het bos	18
	3.3 Oogst	21
	3.4 Biodiversiteit	23
	3.5 Dood hout	26
	3.6 Koolstofvastlegging en substitutie	27
	3.7 Overige ecosysteemdiensten: water, lucht en recreatie	29
	3.7.1 Drinkwater	29
	3.7.2 Fijnstof	29
	3.7.3 Recreatie	30
	3.8 Bedrijfseconomie	31
	3.8.1 Huidige staat: bedrijfsuitkomsten particuliere bosbouwbedrijven groter dan 50 ha	31
	3.8.2 Kosten en opbrengsten van houtoogst in het referentiescenario	32
	3.9 Wat gebeurt er met het Nederlandse hout?	34
	3.9.1 Verse houtige biomassa	34
	3.10 Resthout en gebruikt hout	35
	3.10.1 Oudpapier en karton	36
	3.11 Houtmarkt	36
	3.11.1 Verbruik	36
	3.11.2 Stroomschema	38
	3.11.3 Duurzaamheid van het geproduceerde hout	41
	3.11.4 Houtverbruik per inwoner	43
	3.12 Internationale markt	44
	3.13 Directe economische betekenis Nederlandse bos- en houtsector	46
	3.13.1 Productiewaarde	46
	3.13.2 Toegevoegde waarde	46
	3.13.3 Werkgelegenheid	47
	3.14 3P-analyse	49
	3.15 Conclusies referentiescenario	49

4	Kan het wereldbos voorzien in grondstoffen voor een Bio-economie? Wereldbossen in vogelvlucht	51
5	Verhoging van productie in het Nederlandse bos	58
	5.1 Uitgangspunten	58
	5.2 Resultaat: Staande voorraad en bijgroei	58
	5.3 Resultaat: Oogst	59
	5.4 Ecosysteemdiensten: Dood hout en CO ₂	61
	5.5 Kosten en opbrengsten van houtoogst	61
	5.6 Stroomschema	62
	5.7 3P-analyse	62
	5.8 Conclusie NL-intensief scenario	63
6	Verhoging van productie in het Europese bos	64
	6.1 Introductie	64
	6.2 Huidige situatie in Europa	64
	6.3 Scenario's voor Europa	66
	6.4 Conclusie Europa	70
7	Meer houtgebruik in Nederland	71
	7.1 Scenarioaannames	71
	7.2 Koolstofvastlegging en substitutie	71
	7.3 Stroomschema	71
	7.4 3P-analyse	72
	7.5 Conclusie	73
8	Meer hout in energie en chemie	74
	8.1 Scenarioaannames	74
	8.2 Stroomschema	74
	8.3 3P-analyse	75
	8.4 Conclusie	76
9	Conclusies	77
	Literatuur	79
	Bijlage 1 Leden werkgroep, klankbordgroep en deelnemers Stakeholder bijeenkomsten	82

Samenvatting

Deze studie is uitgevoerd als ondersteuning voor het opstellen van een Actieplan Bos en Hout. Het Actieplan is een initiatief van alle spelers in de bos- en houtsector en beoogt het verduurzamen van de sector en het vergroten van de duurzame bijdrage van de sector aan de bio-economie. Het houtgebruik in Nederland gaat waarschijnlijk stijgen van 0,9 m³ per inwoner nu naar 1,5-2 m³ in 2030 (de biomassavisie2030 verwacht een extra vraag door Nederland van ~30 miljoen m³/j). Deze toename komt door beleidsdoelen op het gebied van hernieuwbare energie, ambities voor de ontwikkeling van een biobased economy en ambities voor meer gebruik van duurzame materialen in bijvoorbeeld de bouw. Andere landen hebben soortgelijke ambities, waardoor de vraag naar houtige biomassa wereldwijd enorm zal stijgen. Nederland zal meer nog dan nu afhankelijk zijn van houtige biomassa import, maar het zal lastiger zijn om de gevraagde hoeveelheden te verkrijgen. Het niet beschikbaar komen van deze grote hoeveelheden biomassa zou de duurzaamheidsambities in gevaar kunnen brengen.

Zijn duurzame oplossingen te vinden om te voldoen aan de hoge vraag naar hout?

De jaarlijkse houtoogst in Nederland bedraagt op dit moment slechts 55% van de jaarlijkse groei. Het is mogelijk dit percentage duurzaam te verhogen tot 75-80% door intensiever te gaan oogsten in de multifunctionele productiebossen, met beperkte effecten op de natuurkwaliteit. Ook andere functies van het bos blijven dan gewaarborgd. Dit levert ~0,6-0,8 miljoen m³ hout extra per jaar. Daarmee kan Nederland een bescheiden bijdrage leveren aan de verhoogde vraag naar biomassa. Verhoogde oogst zou samen moeten gaan met nieuwe investeringen in het Nederlandse bos in een integraal programma waarin aandacht is voor alle functies van het bos. De huidige oogst vindt plaats in bossen waar 60-100 jaar geleden in is geïnvesteerd, en investeren nu is nodig om op de langere termijn hout van goede kwaliteit te kunnen blijven leveren. In een bio-economie lijkt zelfvoorziening van groot belang.

In Europa kan de oogst toenemen van de huidige 520 miljoen m³ tot 600-650 miljoen m³. Het aanplanten van bos of korte-omloopbos op verlaten landbouwgronden kan nog eens zo'n 100 miljoen m³ per jaar opleveren op de wat langere termijn. Ook hier zijn investeringen in een integraal programma nodig om eigenaren te stimuleren meer hout te oogsten, meer bos aan te leggen en aandacht te besteden aan andere functies van het bos. De recente ontwikkelingen in de meeste Europese landen gaan echter juist in de richting van toekomstige tekorten en verminderde aandacht voor bos.

Nederland staat niet alleen in de verwachte extra vraag naar houtige biomassa. Wereldwijd wordt een dergelijke toename verwacht als in Nederland. Wereldwijd is er echter maar een bescheiden aantal regio's waar de oogst duurzaam verhoogd kan worden. Voor Nederland zijn, naast in hoofdzaak Europa zelf, de regio's als het zuidoosten van de VS, Oost-Canada en plantages in Brazilië van belang. Bij tekorten zullen prijseffecten meteen gaan optreden en de bio-economie afzwakken.

De optimale bijdrage van hout aan de circulaire economie én koolstofopslag wordt behaald door resource efficiency en cascaderen: het hout wordt zo veel mogelijk gebruikt om producten te maken met een lange levensduur (zoals houtskeletbouw) of hoge toegevoegde waarde, vervolgens worden deze producten gerecycled tot andere producten en pas aan het einde gebruikt voor energieopwekking. In de praktijk wordt echter 20% van de Nederlandse consumptie aan hout direct gebruikt voor energieopwekking en dit aandeel zal toenemen tot 40-50% in 2030. Door meer hout via de vaste houtproducten in te zetten, kan de import van bulkbiomassa afnemen van 12,5 miljoen ton droge stof naar 5 miljoen ton, onder de aanname dat dit qua toepassingen van hout ook mogelijk is. Via de vaste producten 'post-consumer' komt dan bijna 5 miljoen ton ds beschikbaar. De gevraagde hoeveelheid biomassa voor energie is echter zo hoog ten opzichte van het houtgebruik in de traditionele producten dat alleen reststromen en gebruikt hout niet genoeg zijn om aan de vraag

te voldoen. Samenwerking met de biochemie zou een oplossing kunnen zijn, waarbij eerst nuttige inhoudsstoffen worden verwijderd en de restproducten worden verbrand.

Executive Summary: Dutch forests and the forest sector in the bio-economy

Scenarios until 2030 in an international bio-economy perspective

The Netherlands has set very ambitious goals in its Bio-economy strategy. This strategy consists of goals concerning renewable energy, but also renewable materials and chemicals. Other EU and western countries have similar strategies because of which the demand for wood (in all its variety) is expected to increase fast. Also in developing countries, population growth and GDP growth is expected to continue at a fast pace, leading to more demand for resources. The Netherlands which is currently already for 90% dependent on wood imports, will thus face tight resources and more competitors for the same resources.

The consumption of wood is going to increase from currently 0,9 m³ per inhabitant to 1,5-2 m³ in 2030. The biomassvision2030 expects an extra demand by the Dutch economy of ~30 miljoen m³/y. If these amounts do not become available sustainably and against reasonable costs, then the sustainability goals will not be reached.

This study was carried out in support of the 'Action Plan Forest and Wood'. This action plan is an initiative of many stakeholders in the forest and wood sector and aims at a higher level of sustainability in the sector and at a larger contribution of the sector to the bio-economy.

Aim

The project has a focus on the Dutch forests and the Dutch forest and wood sector. Since this sector is characterised by a high degree of import, the trading partners are also subject of research. We focus on 2015-2030.

How can demand and supply in the Dutch forest sector under the fast changing trends be matched in a better and sustainable way in the middle long term. What does this mean for other functions of the forest, social and environmental and which stimulating actions are required to make a bioeconomy feasible?.

Sub-questions

How functions the present market? How does demand and supply develop until 2030? Which assortments and applications are foreseen? And does the local market develop stronger than the international one?

What supply of wood and biomass is available from Dutch forests under various scenarios? Or from trading partners, and from which ones in the future?

Under this demand, how do other functions of the forest develop? Structure of the forest, and more specific biodiversity and broader: the 3Ps (People, profit, planet). For the Netherlands and for its trading partners.

How do markets and prices develop and what are options of recycling and cascading. Can flow diagrams show where opportunities are?

Methods

For the project we used a variety of methods. The description of present state of forest resources, markets, sector and environmental services builds on published sources. For the projection of Dutch forest resources, the Dutch module of EFISCEN-Space model was used. For the projection of European forest resources and management the EISCEN model was used. The wood flow diagrams are based on collected wood statistics. The analysis of the different scenarios was done through a 3P analysis, resulting in spiderweb diagrams with scoring on criteria. For some criteria the model input was used, for other it relied on expert best guess.

Scenarios

The scenarios consisted of

- a. Present state of forest, markets and environmental services of Dutch forest and sector.
- b. Reference scenario where consumption increases from 15 million m³ rwe at present to 25 million m³ rwe, mostly for energy.
- c. An assumed very strong growth in demand for the bio-economy up to a total of 35-40 million m³/y in 2030. All three sub scenarios address how this is going to be met.
 - c1 What can be achieved sustainably from Dutch forests.
 - c2 What can be achieved sustainably from European forests (with a very short glance at global forest).
 - c3 Can improved resource efficiency/cascading help to meet the demand either through application first to traditional building sector or through application in bio-chemistry.

Solution directions

The Dutch forest (373000 ha) is very much a multi functional forest. With over 100 million visitors per year the recreational value is enormous. Further, the forest has aged over the last 3 decades, has built up some dead wood and some biodiversity indicators have improved through integrated forest management. The annual fellings amount to 55% of the annual increment only. Ownership is very fragmented with > 30,000 forest owners. On the other hand, the 60 largest owners own 2/3 of the forest. Private forest owner holdings make on average a small profit per ha. 74% of the presently consumed sawn wood and panels is of certified origin. 63% of the Dutch felled wood (from forest and landscape elements) is directly used for energy purposes or composting.

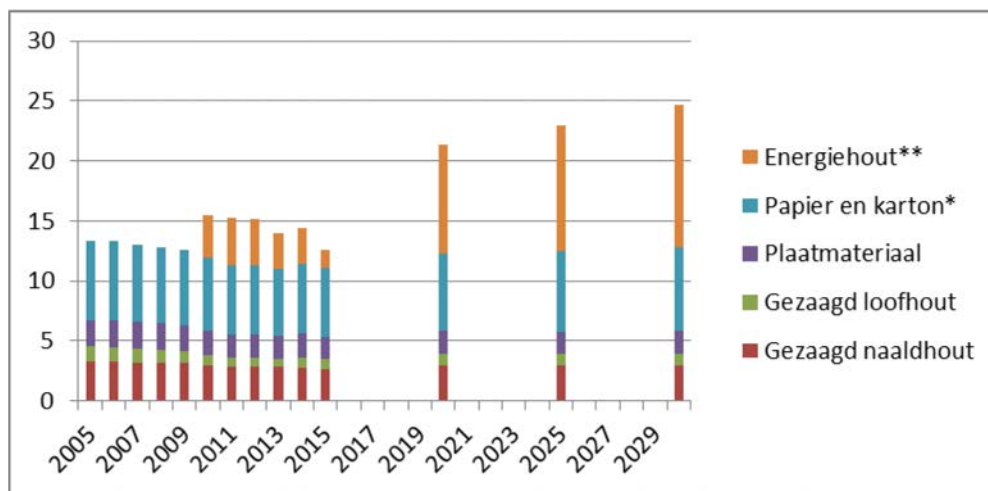


Fig sum 1 Assumed consumption of sawn wood, panels and paper and energy wood under the reference scenarios (in mln. m³ rwe) in de periode 2005-2013 and expected for 2025 en 2030 (Probos 2014).

In the reference scenario it is possible to increase the harvest level sustainably to 75-80% of the increment by a set of varying measures, without damaging nature values. The annual harvest can thus be increased from presently 1.2 million m³/y to 1.7-1.8 million m³/y. This is a modest contribution to the required volumes. It is not only harvesting what is required, also investments in regeneration will be needed. In a bio-economy self-sufficiency will be very important.

In the reference scenario, the growing stock in Dutch forests will increase from present 216 to 271 m³/ha in 2030. Increment will decline, mostly in conifers. In the reference it is still possible to harvest the same amounts of coniferous wood in 2030 as today. However, the stock of coniferous wood declines.

Employment in primary sector and processing is reasonable with 70,000 jobs, comparable to some agricultural subsectors. The diagram below shows the 3P analyses for the reference scenario

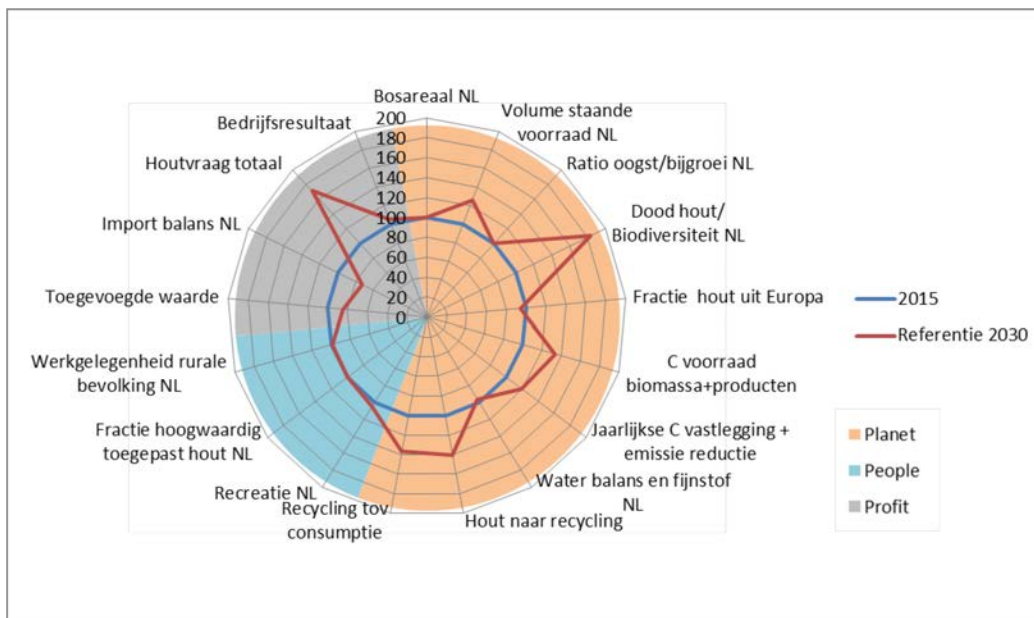


Fig summ 2 3P analysis for the reference situation in 2015 and 2030. The scoring is especially better in Planet indicators.

International trade

The Dutch forest sector will continue to act as a large net importer, only increasing in size. Especially Europe and North America and possible plantations from Brazil will cover the demand.

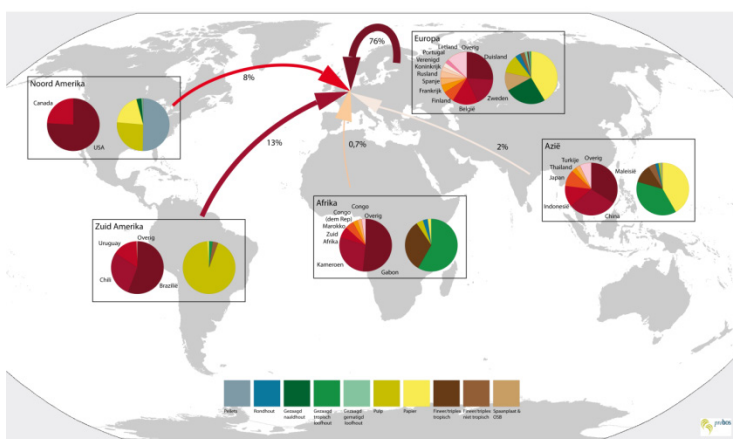


Fig summ 3 Regions of origin of the imported primary products of the Netherlands in 2013. Europe plus domestic harvest are by far most important, covering 86% of the Dutch consumption.

European forest fellings amount to 520 million m³ /y, roughly 70% of the increment. This can increase through investments, improved management and better regional markets, etc. to 600-650 million m³. Afforestation of abandoned agricultural lands can add another 100 million m³ per year. These measures can go hand in hand with attention for other functions like biodiversity, but a more intensive harvesting leads to the loss of dead wood. Part of this extra harvest could be for the Dutch market, however many other EU countries have comparable bio-economy strategies demanding large amounts of wood. Clearly only large investments and resource efficiency can make sure the demand is met.

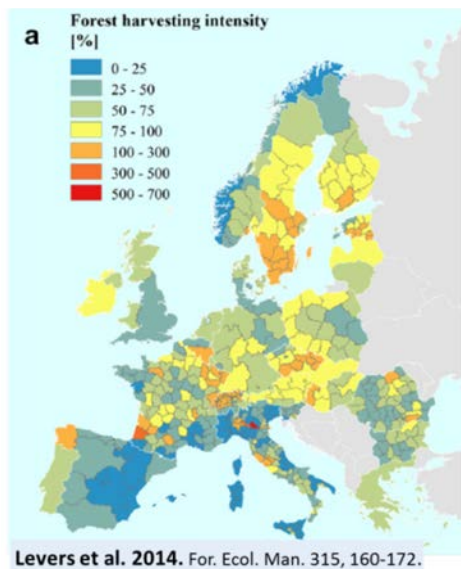


Fig summ 4 Harvesting intensity and its spatial variation across Europe. Clearly there are regions where harvesting can be increased compared to present state of the increment. Further, longer term effects can be achieved with a change in management which will lead to higher increments.

Can the world forests meet the demand ?

Global forests cover 4 billion ha, from which now some 4 billion m³/y is harvested of which half is non-commercial fuelwood. From this point of view, a significant higher global wood harvest should be no problem. However, if we look at global forests, relatively small regions remain where harvest can be sustainably increased.

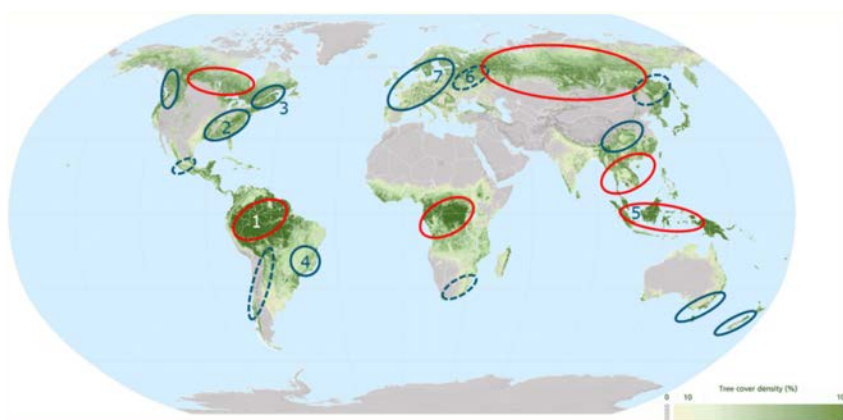


Fig Summ 5 FAO world forest map. Blue encircled are those regions where sustainable management takes place and where harvest could be increased. Blue dashed circles are those regions where an increased sustainable harvest could be developed in the longer term, e.g. on the basis of 2nd rotation forest. Red circles are areas with large tracts of primary forests and/or a high rate of deforestation occurs i.e not available. Circles with a number are described in the report.

Higher resource efficiency

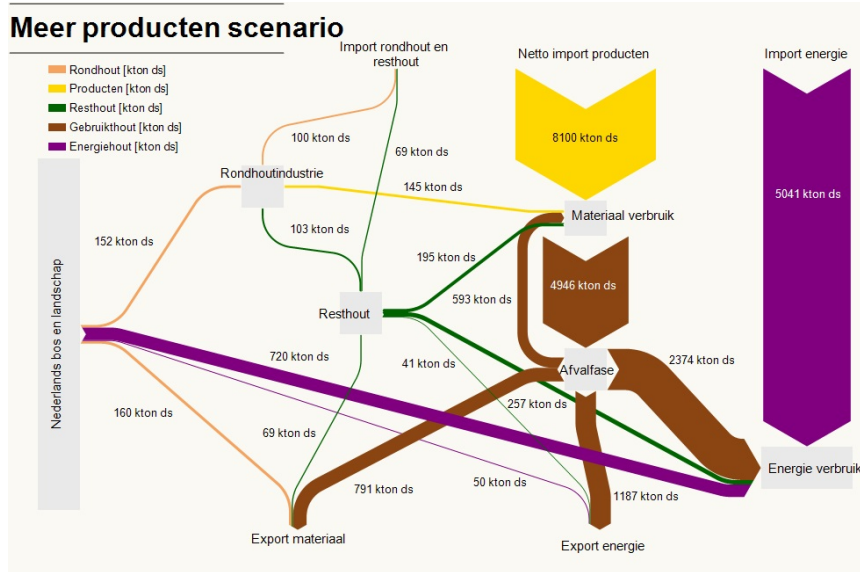


Fig sum 6 Flow diagram for the scenario 'Resource efficiency'. If most of the increased imports takes place via solid products (yellow arrow), resulting in more wood in construction, this is beneficial for the carbon stock in products, and less wood for energy needs to be imported. The extra import of some 6 million tonne dry matter in products gives a delivery to energy (in the end) of 2.4 million tonne/y.

An optimal contribution of wood to the circular economy and carbon stock is achieved by resource efficiency and cascading. Only certain assortments will be suitable for that, and after initial use in construction, only a limited number of further uses remains. Also investments in gathering and sorting techniques will be needed. But in a more ideal scenario, the import of wood for energy could decrease from 12.5 million tonne dry matter to 5 million tonne. Post consumer, almost 5 million tonne dry matter will become available per year .

The demanded volumes in the bio economy are however so large that only residues and post consumer flows cannot meet the demand. Collaboration across sectors (e.g. bio chemistry, agro) could further help in meeting the demand.

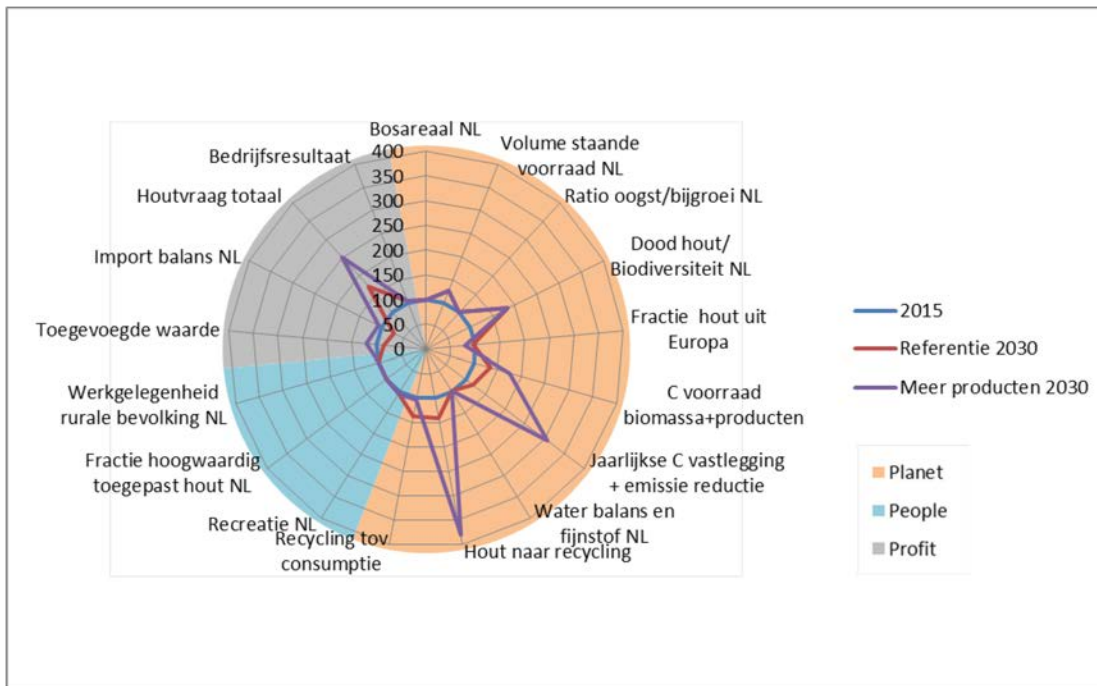


Fig sum 7 3P analysis for the scenario 'Meer producten in 2030'.

The large ambition of the bio-economy can under current trends and policies not be achieved as sketched in the reference scenario and looking at trends in countries around us. Only through investments in forest management in Netherlands, EU, and globally, together with much improved resource efficiency and improved value chains, the ambition can be met while maintaining other values of the forest. In such case the forest and forest sector can make a very large contribution to the bio-economy and to climate goals.

1 Introductie

1.1 Aanleiding

Voor de nabije toekomst wordt een sterk toenemende vraag naar hout verwacht. Dit door stimulansen op het gebied van bio-energie door de Renewable Energy Directive (deels door houtige biomassa te vervullen) en ook door andere trends richting een vergroening van de economie en het duurzaam toepassen van hout en vezels in vele nieuwe toepassingen. Het is onduidelijk wat de gevolgen zullen zijn voor de Nederlandse bos- en houtsector, hoe ook andere kansen van de bio-economie voor het bos benut kunnen worden binnen duurzaamheidsvoorwaarden, en hoe de afweging met andere functies van het bos gemaakt kan worden. Gaan we meer importeren of meer hout oogsten? Moeten we de inzet van hout sturen, beperken of juist stimuleren? De Nederlandse bos- en houtsector, overheid en maatschappij staan voor de keuze van nieuwe richtingen.

In de Natuurvisie belooft de staatssecretaris van EZ in 2016 te komen met een actieplan 'Bijdrage Bos in de Bio-economie'. Dit wordt opgezet door EZ in samenwerking met de Werkgroep die de huidige studie begeleidt: Platform Hout Nederland, Vereniging van Bos en Natuureigenaren en Natuur en Milieu. Het actieplan moet sturing geven aan de rol van bos en hout in de Bio-economie. De huidige studie zet ontwikkelingsperspectieven op en evalueert deze. Interactie vindt plaats met een breed stakeholderproces (zie Bijlage 1).

De toenemende vraag naar hout is mogelijk een welkome ontwikkeling, aangezien met het gebruik van hout de aanwending van andere (minder duurzame) grondstoffen vermeden kan worden. Echter, er bestaat een gerede kans dat er onvoldoende hout beschikbaar is op Nederlands/Europees niveau om aan alle vraag te voldoen en mogelijk ontstaan negatieve milieu- en biodiversiteitseffecten bij verhoogde oogst. Om een actieplan Bos in de Bio-economie te ontwikkelen, zijn nieuwe perspectieven nodig voor de Nederlandse bos- en houtsector in een internationale setting. Daarmee kunnen betrokken partijen met elkaar in gesprek gaan en samen een actieplan ontwikkelen.

De studie heeft als doel de stakeholders van informatie, kennis en perspectieven te voorzien op basis waarvan richting gegeven kan worden aan het actieplan. Op dit moment mist nog kennis van elkaars belangen, kennis van de trekkende krachten enerzijds en de draagkracht van bossen anderzijds, en kennis over de milieu- en maatschappelijke effecten van het gebruik van hout in verschillende toepassingen. Een tweeledige aanpak kan beide facetten aanpakken: een perspectievenstudie onderzoekt hoe vraag en aanbod van hout(vezel) nu en in de toekomst duurzaam samen zijn te brengen. Tegelijkertijd werd gewerkt aan onderlinge kennismaking en kennisdeling door middel van twee stakeholderbijeenkomsten in 2015 en een in 2016.

1.2 Onderzoeksvraag

Het project heeft een focus op het Nederlandse bos en de bos- en houtsector (houtgebruikers). De Nederlandse sector wordt echter gekenmerkt door de hoge mate van import en export. Daarom zijn de handelspartners ook onderdeel van de studie. De studie focust op de tijdspanne van 2015-2030.

Hoe zijn vraag en aanbod in de Nederlandse bos- en houtsector onder de snel veranderende trends op middellange termijn beter en duurzamer bij elkaar te brengen, wat betekent dit voor de overige functies van het bos en voor mens en milieu (3P's), en welke (stimulerende) maatregelen en acties zijn daar voor nodig?

Sub-onderzoeksvragen

Hoe ziet de huidige markt eruit en hoe ontwikkelt de vraag naar hout zich tot 2030? Welke kwaliteiten en gebruiken (traditioneel, chemie, energie) worden voorzien, en ontwikkelt zich de lokale markt of de internationale?

Welk aanbod aan hout en biomassa is beschikbaar in Nederland onder verschillende scenario's:

- Vanuit het Nederlandse bos?
- Via import van de belangrijkste handelspartners, vanuit welke landen lopen de voornaamste stromen?

Hoe ontwikkelen zich onder deze vraag en aanbod de overige functies van het bos, m.n. de structuur en in bijzonder de biodiversiteit (dood hout, menging voor soorten en leeftijden, diameterklasse) en breder t.a.v. de 3P's. Voor Nederland in meer detail en voor de handelspartners in hoofdlijnen.

Hoe ontwikkelen de markten en prijzen, waarbij de verdere ontwikkeling van recycling/cascadering in beschouwing wordt genomen? Is via houtstromen inzichtelijk te maken waar verbeteringen mogelijk zijn?

1.3 Scenario's

Voor deze studie is eerst een kenschets gemaakt van de **huidige toestand** van het bos, het houtverbruik in Nederland en de houtmarkt. Deze toestand is vervolgens doorgetrokken naar 2030 onder de aanname van ongewijzigd beleid en continuering van waargenomen trends uit de afgelopen jaren. Dit is het **referentiescenario** waarin een bio-economievraag zich al sterk ontwikkelt. Daarnaast is een aantal scenario's bekeken en vergeleken met het referentiescenario, waarbij in kaart is gebracht wat de effecten zijn van bepaalde beleidskeuzes op de duurzaamheid van de sector als geheel. Deze scenario's zijn gericht op slechts een deel van de sector en zijn daarmee onderling niet geheel vergelijkbaar en soms zelfs aanvullend. De scenario's zijn tot stand gekomen in samenspraak met de stakeholdergroep.

Uit het referentiescenario blijkt dat bij ongewijzigd beleid het Nederlandse houtgebruik fors zal toenemen. In het referentiescenario is de aanname dat de consumptie gaat naar ~25 miljoen m³ rhe in 2030. In vervolg scenario's schroeven we dit nog op naar 35-40 miljoen m³ rhe in 2030 (in lijn met Biomassa2030 visie van het ministerie van Economische Zaken (2015)).

Het eerste scenario is gericht op het *verhogen van de houtproductie in het **Nederlandse bos*** met als doel het verhogen van de zelfvoorzieningsgraad: wat is mogelijk met een investeringsslag in het Nederlandse bos? Wat winnen we, wat verliezen we?

Het tweede scenario is gericht op het *verhogen van de houtproductie in het **Europese bos***, omdat hier al de belangrijkste handelsrelaties liggen en Nederland minder afhankelijk wil zijn van import uit gebieden waar het beheer niet aantoonbaar duurzaam is. We nemen aan dat andere continenten niet meer leveren aan Europa, vanwege eigen behoefte. We nemen ook aan dat alle Europese landen een sterke verhoging kennen van de vraag waarbij de vraag van duurzame voorziening meteen opkomt.

Het derde en vierde scenario focussen op hoe de verhoogde vraag naar hout ingezet kan worden.

Scenario 3 focust op een **verhoogde consumptie van traditionele houtproducten**, gericht op het maximaal benutten van het klimaateffect van houtproducten via vermeden emissies, langetermijnkoolstofopslag in houtproducten en lange ketens. Het vierde scenario kijkt naar een verhoogde consumptie van hout in toekomstige **toepassingen van de biochemie**, waar hout kan dienen als vervanger van aardolie in de productie van onder meer plastic. Sourcing ook van buiten Europa: Brazilië, VS, Oost-Canada.

2 Methodes

2.1 Algemeen

Voor het kwantificeren van de scenario's is een combinatie gebruikt van simulatiemodellen, literatuur en inschattingen van experts. Voor de ontwikkeling van het Nederlandse bos zijn nieuwe simulaties gemaakt met het EFISCEN Space model (Schelhaas et al., in prep.), voor het bos buiten Nederland is teruggegrepen op bestaande scenariostudies. Voor de koolstof opslag in houtproducten is een simpel model opgesteld. Om de scenario's onderling beter te kunnen vergelijken, is een vereenvoudigd stroomschema gemaakt van de houtstromen door Nederland. Daarnaast is voor elk scenario een analyse gemaakt van de effecten van dat scenario op een aantal indicatoren, onderverdeeld naar de drie pijlers van duurzaamheid: People, Planet, Profit. Deze analyse wordt verder de 3P-analyse genoemd. Hieronder volgt een korte uitleg van elk van de elementen.

2.2 EFISCEN Space

Simulaties voor het Nederlandse bos zijn gedaan met het model EFISCEN Space (Schelhaas et al., in prep.). Dit model projecteert de nationale bosontwikkeling op basis van de opnamepunten van de laatste bosinventarisatie (NBI6). De toestand van een bepaalde opstand wordt weergegeven als het aantal bomen per diameterklasse, waarbij 20 verschillende soorten of soortgroepen worden onderscheiden. Met behulp van groeifuncties wordt berekend hoeveel bomen per tijdstap naar een hogere diameterklasse doorgroeien, afhankelijk van soort en de dichtheid van de opstand. Mortaliteitsfuncties bepalen hoeveel bomen doodgaan, afhankelijk van soort en de dichtheid van de opstand. Beheer wordt gesimuleerd door het verwijderen van bomen in bepaalde diameterklassen, afhankelijk van de soort en de toestand van het bos en het beheerregime. De beginsituatie is gebaseerd op de waarnemingen in de steekproefcirkels van de NBI6. Voor elke cirkel wordt een simulatie gedaan, waarbij elke cirkel model staat voor 117 ha bos (gelijk aan de steekproefdichtheid van de NBI6). Groei en mortaliteit zijn gebaseerd op functies die gefit zijn op herhaalde waarnemingen van proefbomen in een groot deel van Europa.

Op basis van de oogst zoals gesimuleerd in EFISCEN Space is een inschatting gemaakt van de tijd die nodig is voor vellen en uitrijden, en bijbehorende kosten en werkgelegenheid.

2.3 Stroomschema's

In de beschrijving van de huidige situatie (zie hoofdstuk 3.10) wordt een schema getoond dat een overzicht geeft van de houtige houtstromen in Nederland (Figuur 20). Dit schema geeft de situatie in 2011 weer en is afkomstig uit Oldenburger *et al.* (2012). Om de gevolgen van de scenario's inzichtelijk te maken, is dit schema eerst vereenvoudigd (Figuur 21) en daarna aangepast voor de respectievelijke scenario's. De vereenvoudiging is als volgt gedaan:

- De stromen van pulp, papier, karton en oudpapier zijn niet weergegeven. Hoewel dit aanzienlijke stromen zijn (ca. 40% van het totale verbruik in 2015), verandert er in deze stromen in de scenario's niet veel en is er weinig uitwisseling met de andere stromen.
- Compostering van houtige biomassa is niet weergegeven, omdat aangenomen is dat deze hoeveelheid niet of slechts in beperkte mate verandert.
- Voor het verkrijgen van een duidelijk beeld zijn zeer kleine deelstromen niet weergegeven.
- Waar mogelijk zijn afzonderlijke import- en exportstromen samengevoegd tot een nettostroom waarin de import en export met elkaar zijn verrekend.
- De secundaire industrie is samengevoegd met de consumptie van houtproducten.

Om een goede vergelijking tussen de figuren mogelijk te maken, is voor de situatie in 2030 gemakshalve aangenomen dat de omvang van bepaalde kleinere stromen en de consumptie van producten niet verandert, hoewel dit volgens de uitgevoerde berekeningen wel het geval is (zie hoofdstuk 3.1.2). De veelal beperkte veranderingen binnen deze stromen ten opzichte van de huidige situatie zouden in de figuren, vanwege de zeer grote veranderingen binnen één bepaalde stroom (bijvoorbeeld sterke toename van de import van energiehout), geen invloed hebben op de verhoudingen in de figuur.

2.4 Houtgebruik en klimaatmitigatie

Bij de groei van bos wordt koolstof (C) opgenomen en vastgelegd in de biomassa. Door de lange levensduur van bomen en de grote hoeveelheid biomassa per hectare vervult bos daarmee een belangrijke rol in het tegengaan van klimaatverandering. Als een boom doodgaat en in het bos verteert, komt de opgeslagen koolstof langzaam weer vrij. Als een boom geoogst wordt en gebruikt wordt om houtproducten te maken, kan de tijd dat de koolstof vastgelegd is nog aanzienlijk verlengd worden. Daarnaast kost het over het algemeen minder energie om een product van hout te maken dan van bijvoorbeeld plastic, beton of staal en leidt het gebruik van hout dus indirect ook tot minder uitstoot van broeikasgassen. Bij toepassing van houtige biomassa als energiebron komt de opgeslagen koolstof direct weer vrij, maar wordt het gebruik van fossiele brandstoffen vermeden. Omdat hout minder energie bevat dan fossiele brandstoffen is de uitstoot van CO₂ hoger op de korte termijn, maar op de langere termijn wordt de uitgestoten koolstof weer opgenomen door de nieuwe generatie bos. Daardoor kan bio-energie op de langere termijn als CO₂-neutraal worden beschouwd, afgezien van de energie die nodig is om de biomassa te oogsten en te transporteren.

Voor het berekenen van de vermeden emissies ten gevolge van het gebruik van hout voor houtproducten gaan we uit van 0,28 ton C/m³ (Burschel 1993). Voor vermeden emissies ten gevolge van het gebruik van houtige biomassa voor energieopwekking gaan we uit van 0,16 ton CO₂/m³ (Burschel 1993).

Voor het berekenen van de hoeveelheid C die in houtproducten is opgeslagen, moeten we weten hoeveel er van welke producten wordt gebruikt en hoe lang deze producten meegaan. Papier en karton hebben gemiddeld genomen een korte levensduur en het verbruik blijft constant tussen de scenario's. Daarom hebben we deze niet meegenomen in de berekening. Oldenburger *et al.* (2012) geven een verdeling van de ingezette hoeveelheid hout in de secundaire industrie over de sectoren emballage; meubelindustrie; timmerindustrie; bouw en grond-, weg- en waterbouw; en overige sectoren (Tabel 1). Voor onze berekening nemen we aan dat de verdeling van de consumptie van alle houtproducten hetzelfde is. Voorts nemen we aan dat deze verdeling in de toekomst niet verandert en dat de levensduur van de producten in deze sectoren gelijk is aan de waarden in Tabel 1. Elk jaar wordt dan een hoeveelheid producten afgedankt die gelijk is aan de voorraad gedeeld door de levensduur, dus in de timmerindustrie bijvoorbeeld 4% per jaar. Voor elke sector is de verandering in de voorraad opgeslagen koolstof te berekenen als het verbruik minus de hoeveelheid afgedankte producten. Voor deze berekening is het noodzakelijk een schatting te maken van de huidige voorraad aan producten in elk van de sectoren. Daarvoor nemen we aan dat de consumptie de afgelopen tien jaar constant is gebleven (Figuur 17) en dat er tien jaar geleden geen producten in omloop waren. De periode van tien jaar is te kort om een evenwicht op te bouwen, maar de berekende uitstroom aan producten komt goed overeen met de gerapporteerde hoeveelheid. Voor de producten uit de chemische sector nemen we aan dat de levensduur zo kort is dat de voorraad verwaarloosbaar is, maar de effecten op de vermeden uitstoot worden wel meegenomen.

Tabel 1 Verbruik van houtproducten in verschillende sectoren in 2011 en aangenomen levensduur van de producten.

	emballage	meubel	timmerindustrie	bouw en GWW	overig
verbruik (2011, kton ds)	595	253	492	562	367
verbruik (2011%)	26%	11%	22%	25%	16%
aangenomen levensduur	1	10	25	30	10

2.5 3P-analyse

Voor alle scenario's is – voor zover mogelijk – een analyse gemaakt van de impact op de duurzaamheid van de sector. Duurzaamheid is een breed begrip en kan op vele manieren geïnterpreteerd worden. We gebruiken hier de veelgebruikte benadering van de 3P's: People, Planet, Profit. De gedachte is dat duurzame ontwikkeling alleen plaats kan vinden als deze drie elementen in evenwicht zijn met elkaar. Voor elk van de 3P's is een aantal indicatoren opgesteld die voor de scenario's berekend of ingeschat kunnen worden. Aan de hand van een zogenaamd spinnenweb wordt inzichtelijk gemaakt hoe de indicatoren veranderen ten opzichte van het referentiescenario, en hoe de relatie tussen verschillende indicatoren is. Een oordeel over deze veranderingen wordt niet gegeven, omdat de afweging tussen de indicatoren voor iedereen verschillend is. Alle indicatoren worden weergegeven ten opzichte van de waarde van de indicator in 2015.

Hieronder volgt een lijst van de gebruikte indicatoren en de manier van bepaling:

Planet:

- Bosareaal in Nederland (scenarioaanname).
- Volume staande voorraad hout in het Nederlandse bos (EFISCEN Space uitvoer).
- Ratio tussen oogst en bijgroei in het Nederlandse bos (EFISCEN Space uitvoer).
- De hoeveelheid dood hout in het Nederlandse bos, als maat (proxy) voor biodiversiteit (schatting).
- De fractie hout in Nederland die afkomstig is uit Europa (schatting).
- De voorraad koolstof in biomassa in bos- en houtproducten (afgeleid uit EFISCEN Space uitvoer voor biomassa en berekend uit gebruik en levensduur voor de producten).
- Jaarlijkse koolstofvastlegging in bos- en houtproducten (idem).
- Water balans en fijnstof vastlegging in het Nederlandse bos (schatting).
- Hoeveelheid hout/vezel die gerecycled wordt (afgeleid uit de stroomschema's).
- Aandeel consumptie van houtproducten dat afkomstig is uit recycling (afgeleid uit de stroomschema's).

People:

- Aantrekkelijkheid van het Nederlandse bos voor recreatie (schatting).
- Fractie van de totaal gebruikte hoeveelheid hout voor het vervaardigen van producten (traditioneel of chemie) (afgeleid uit de stroomschema's).
- Werkgelegenheid in oogst en verwerking voor de rurale bevolking in Nederland (schatting).

Profit:

- Toegevoegde waarde Nederlandse bos- en houtsector (schatting).
- Import balans voor Nederland (= zelfvoorziening) (afgeleid uit de stroomschema's gecorrigeerd voor de papiersector).
- Totale hout consumptie (afgeleid uit de stroomschema's).
- Bedrijfsresultaat van de Nederlandse boseigenaar (schatting).

3 Huidige staat van de bos- en houtsector en ontwikkelingen onder een referentiescenario

3.1 Algemeen

Tijdens de recentste zesde Nederlandse bosinventarisatie had Nederland 373.480 ha bos, ongeveer 11% van het landoppervlak (Schelhaas *et al.* 2014). In het referentiescenario is verondersteld dat tot 2030 het bosareaal constant blijft. Ook de eigendomssituatie verandert niet wezenlijk. Er zijn veel heel kleine bosbedrijven, maar aan de andere kant bezitten de 100 grootste bosbedrijven ruim 60% van het totale bos.

In ongeveer twee derde deel van het Nederlandse bos heeft in de afgelopen 12 jaar in meer of mindere mate oogst plaatsgevonden (Schelhaas *et al.* 2014; Clerkx *et al.* 2015). Uit een enquête onder bosbeheerders (Clerkx *et al.* 2015) blijkt dat op ongeveer 10% van het bosareaal niet geoogst wordt uit natuurbeschermingsoogpunt, maar in een aanzienlijk deel van het bos zal wel actief natuurbeheer plaatsvinden. In natuurbos wordt veelal ook beheersmatig of vanuit veiligheidsoverwegingen hout gekapt. En andersom wordt in productiebos soms periodiek niet gekapt vanuit economische of andere overwegingen (Hendriks *et al.* 2014). Er is dus wel onderscheid te maken in verschillende beheertypen van bos. Zo is bos met een productiefunctie bos waar met enige regelmaat hout wordt geoogst, en is natuurbos bos waar natuurdoelen vooropstaan. Bij dat natuurbos is vervolgens onderscheid te maken tussen bos dat wel of niet (actief) beheerd wordt. De meeste natuurbossen worden beheerd, zij het soms op extensieve wijze, zoals met extensieve begrazing door paarden of runderen. Slechts een enkel deel van het bos in Nederland wordt overgelaten aan geheel spontane ontwikkelingen zonder enige vorm van actief beheer, zoals in de zestig bosreservaten die verspreid over Nederland liggen (Clerkx *et al.* 2003).

Het bosbeheer is meestal gericht op het zo goed mogelijk integreren van de verschillende functies, waarbij zo veel mogelijk gebruikgemaakt wordt van natuurlijke processen en gestreefd wordt naar een gemengd en structuurrijk bos. In de bosinventarisatie is dit terug te zien in de toename van loofboomsoorten, een toename van gemengde bossen, een toenemende voorraad dood hout in het bos, en weinig kapvlaktes. Het merendeel van de bossen met een productiefunctie heeft ook functies voor recreatie en natuur. In veel bossen wordt bovendien, vanwege de goede kwaliteit en de beperkte risico's op vervuiling, drinkwater gewonnen. Natuurbossen hebben naast doelen voor natuur veelal ook recreatieve doelen en soms ook cultuurhistorische doelen. Verder geldt voor alle bossen dat ze ook automatisch functies leveren die verbonden zijn aan het voorkomen van het bos en de fysische processen die in bosccosystemen voorkomen, zoals koolstofvastlegging, waterregulatie en lucht- en waterzuivering.

Afgaande op de provinciale kaarten van het Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL) beslaat het (multifunctionele) productiebos ca. 218.000 ha (58% van het bosareaal) en bos met hoofddoel natuur ca. 156.000 ha (42%). Van het Nederlandse bos ligt een aanzienlijk deel in de EHS, het wordt voor een groot deel beheerd met SNL-subsidie met nadruk op natuur, met gemiddeld ruim € 110 subsidie per ha per jaar. Voor het referentiescenario nemen we aan dat de SNL-regeling blijft bestaan en in grote lijnen zal beïnvloeden hoe het bosbeheer eruitziet. We nemen aan dat de verdeling tussen productie- en natuurbos niet verandert en dat de huidige oogstpatronen in beide bostypes niet veranderen.

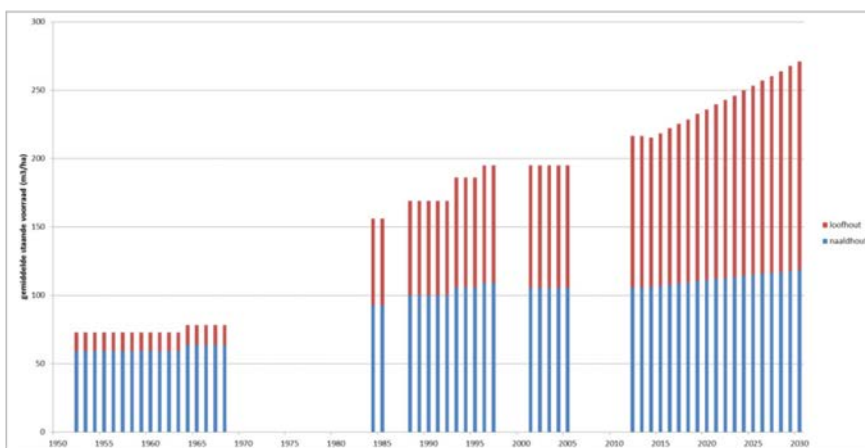
3.2 Trends in beheer en staat van het bos

De belangrijkste conclusie uit de zesde Nederlandse bosinventarisatie (Schelhaas *et al.* 2014) is dat het Nederlandse bos volwassener wordt: het is ouder, meer gemengd, bevat meer dikke bomen en herbergt meer houtvolume per hectare dan de afgelopen zeventig jaar het geval geweest is (Figuur 1).

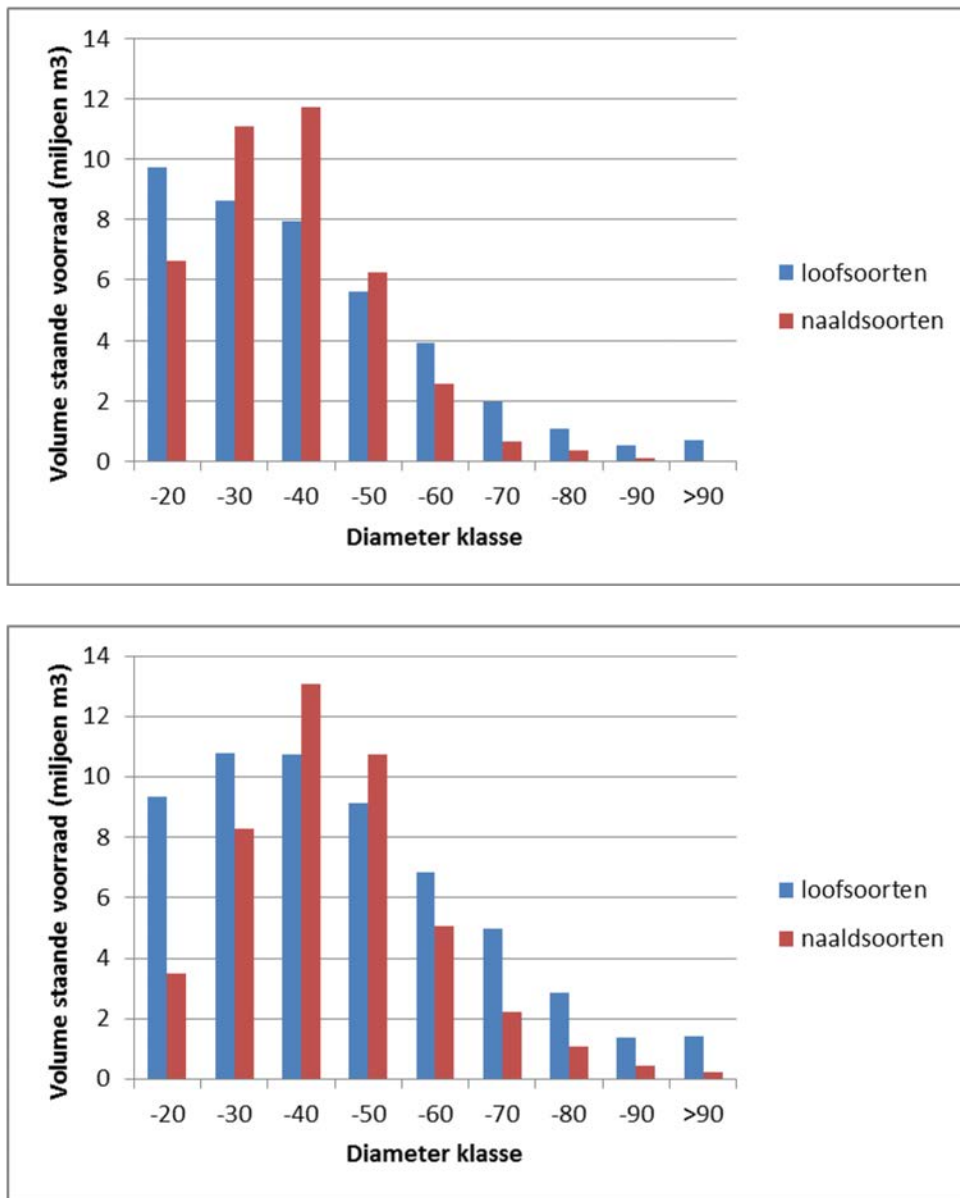
Onder de referentie nemen we aan dat er geen grote veranderingen optreden in investeringen in bijvoorbeeld verjonging, andere boomsoorten of samenwerking tussen kleine bedrijven. De Nederlandse oogst is aangenomen gelijk te blijven, ook al neemt de import sterk toe. We nemen aan dat eigenaren nauwelijks reageren, maar op geïntegreerd bosbeheer blijven inzetten (weinig eindvellingen, weinig investeren in verjonging). De houtprijs is recent gestegen en als dit structureel is door extra vraag vanuit de energiesector, dan zullen onder de referentie de bedrijfsuitkomsten verder verbeteren. Het lijkt aannemelijk dat de inkomsten uit houtverkoop iets stijgen.

Met betrekking tot subsidies kunnen we onder de referentie ervan uitgaan dat die op het huidige iets lagere niveau blijven, consistent met het Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL). De overige opbrengsten, bijvoorbeeld uit recreatie en jacht, zijn de afgelopen twintig jaar ruwweg stabiel gebleven, dus het lijkt aannemelijk dit ook voor de komende twintig jaar te veronderstellen.

Onder het referentiescenario stijgt de gemiddelde staande voorraad verder, van de huidige 216 naar 271 m³/ha in 2030, waarbij de ontwikkeling in natuur- en productiebos nagenoeg gelijk opgaat. Het aandeel naaldhout daalt van 49% nu naar 44% in 2030 (Figuur 1). In natuurbos daalt het percentage naaldhout van 42% nu naar 36% in 2030, in productiebos daalt het van 55% naar 50%. De afname van het aandeel naaldhout is bij alle soorten zichtbaar, maar het meest uitgesproken bij lariks en Corsicaanse/Oostenrijkse den. Bij de loofhoutsoorten valt de teruggang in aandeel populier op, in lijn met de waarneming in de laatste bosinventarisatie (NBI6) (Schelhaas et al., 2014). De grootste relatieve toename zit bij de struiksoorten en overig loofhout. Het aandeel dikke bomen blijft toenemen. Van 1984 tot 2005 nam het percentage voorraad in bomen dikker dan 40 cm toe van 14% naar 25% (Dirkse et al., 2007). Van 2013 naar 2030 stijgt dit verder, van 30% naar 45%. In de lagere diameterklassen is een duidelijke teruggang te zien van het naaldhout (Figuur 2).

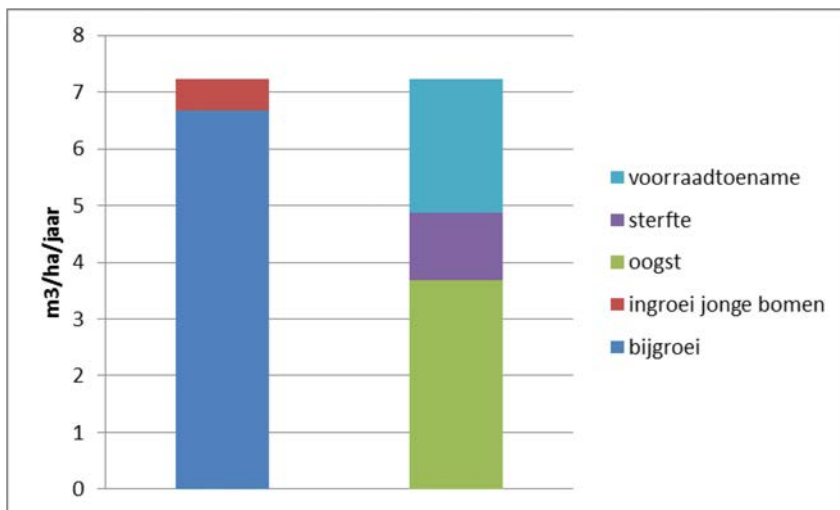


Figuur 1 Ontwikkeling van de gemiddelde Nederlandse staande voorraad tot 2013 gebaseerd op data en tot 2030 zoals geprojecteerd met het EFISCEN Space model.

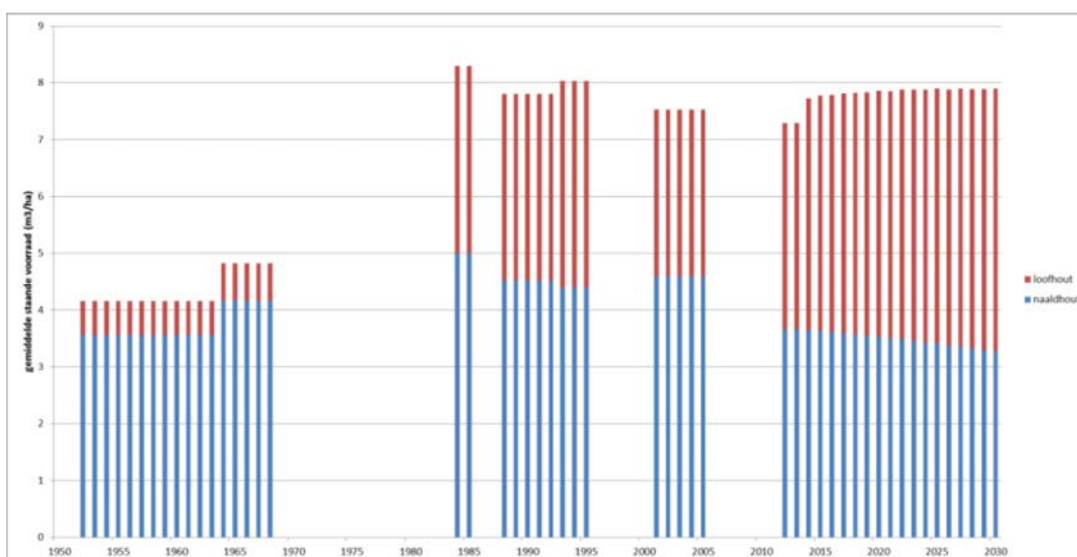


Figuur 2 Staande voorraad per diameterklasse in 2013 (boven) en 2030 (onder).

Per jaar groeit er 7,3 m³ hout per hectare bij, terwijl de oogst ongeveer de helft bedraagt. De houtvoorraad neemt jaarlijks met ruim 2 m³/ha toe. In het referentiescenario blijft de bijgroei redelijk constant op een niveau van ongeveer 7,8 m³ ha⁻¹ jr⁻¹ (Figuur 4), waarschijnlijk een lichte overschatting. Het aandeel van de naaldhoutsoorten in de bijgroei neemt af van 47% nu naar 42% in 2030. De bijgroei in productiebos ligt rond de 8,2 m³ ha⁻¹ jr⁻¹ (waarvan 51% naaldhout), terwijl de bijgroei in natuurbos rond de 7,5 m³ ha⁻¹ jr⁻¹ ligt (waarvan 34% naaldhout).



Figuur 3 Balans in de periode 2003-2012 tussen groei (links), sterfte, oogst, en voorraadtoename (rechts) (in m³ stamvolume per hectare per jaar).



Figuur 4 Ontwikkeling van de bijgroei tot 2013 gebaseerd op data en tot 2030 zoals geprojecteerd met het EFISCEN Space model.

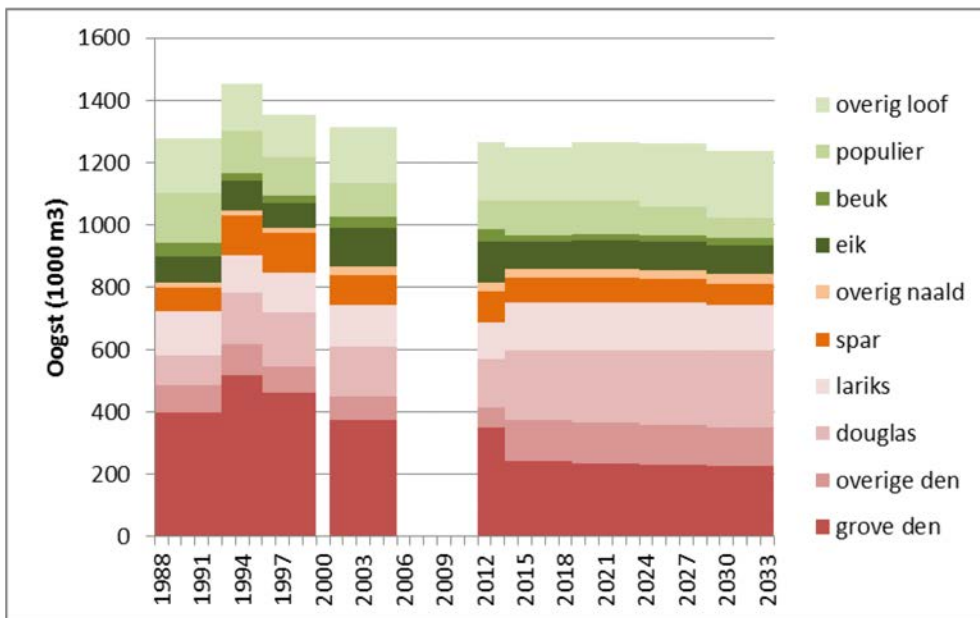
De verjonging die aangetroffen is tijdens de opnames van de bosinventarisatie bestaat voor een groot deel uit loofboomsoorten. Vooral berk en uitheemse loofsoorten zijn daarbij sterk vertegenwoordigd. Bij de naaldbomen wordt alleen de Douglas vrij vaak aangetroffen, terwijl de verjonging van grove den flink achterblijft ten opzichte van het huidige areaal. Over het algemeen zijn de aangetroffen dichtheden vrij laag, wat mogelijk effect kan hebben op de toekomstige houtkwaliteit en -hoeveelheden. Op de wat langere termijn zal het bos een heel andere soortensamenstelling krijgen, met een groot aandeel loofbomen en mogelijk minder goede afzetmogelijkheden voor het hout. Doordat de aansluiting op de industriële markt mogelijk zwakker wordt, zal meer hout in het lokale brandhoutcircuit terechtkomen.

3.3 Oogst

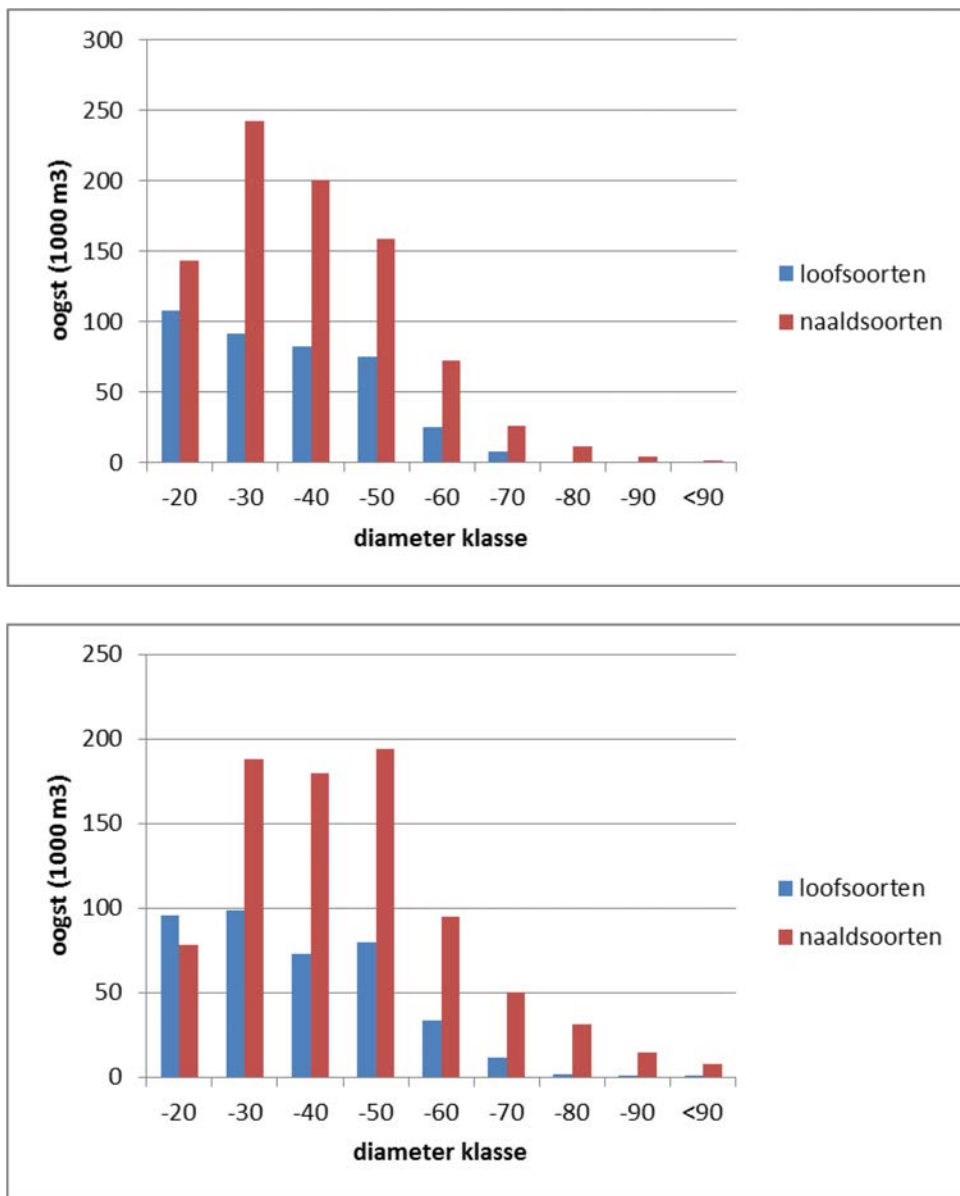
Het oogstniveau in Nederland is redelijk constant in de tijd (Figuur 5). Onder het referentiescenario nemen we aan dat de bouseigenaren in beperkte mate reageren op de toegenomen vraag. De oogst blijft daarom nagenoeg constant op ongeveer 1,25 miljoen m³ per jaar, waarbij we op dit moment

geen prijsreacties van boseigenaren hebben verondersteld. Daarvan wordt 810 duizend m³ geoogst in productiebos. Dat is 65% van de oogst op 58% van het bosareaal. Bij het naaldhout verandert de verdeling van de oogst over de soorten nauwelijks (Figuur 5), ook de totale naaldhout oogst lijdt tot 2030 nog niet onder verschuiving in soorten, wel neemt grove den af. Mogelijk zijn we wel de voorraden uit het verleden aan het 'opeten'. Dit is enigszins te zien in Figuur 2 (onderste), waar zich heel weinig voorraad ontwikkelt in het naaldhout in de dunnere diameterklassen.

Bij het loofhout loopt de oogst van populier terug, van 112 duizend m³ per jaar in de periode 2014-2018, tot 65 duizend m³ per jaar in de periode 2029-2033. Daar tegenover staat een gelijkwaardige toename van oogst in eik, beuk en overig loofhout, waarbij nu moeilijk is aan te geven of deze ook gewild zullen zijn in de toekomst en of de kwaliteiten passen bij de vraag. Ook bij de oogst is een verschuiving te zien naar de hogere diameterklassen, met name in het naaldhout vanaf 40 cm diameter (Figuur 6). Dit is het gevolg van het beschikbaar komen van steeds meer dikke bomen in het bos. In het referentiescenario nemen we aan dat, zoals nu ook de praktijk is, er relatief weinig geoogst wordt in de dikkere bomen (>60 cm), waardoor het aandeel dikke bomen in het bos (veel) groter is dan het aandeel in de oogst (vergelijk Figuur 2 en Figuur 6). Dit tezamen met een hoge prijs voor dikke bomen zal waarschijnlijk tot een nog lagere oogst leiden in dikke bomen in het referentiescenario.



Figuur 5 Ontwikkeling van de oogst (spilhout) in de periode 1988-2033.



Figuur 6 Oogst per diameterklasse in de periode 2014-2018 (boven) en in de periode 2029-2033 (onder). Er komen in principe dikkere diameters beschikbaar voor de oogst, maar toch is de kapkans bij naaldhout >60 cm in de praktijk relatief laag.

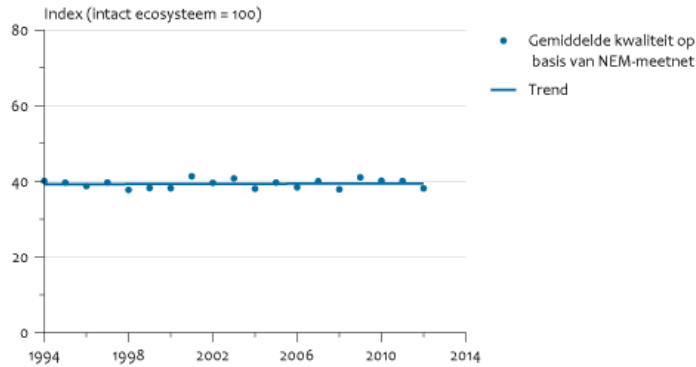
3.4 Biodiversiteit

Behoud van biodiversiteit is een van de belangrijkste doelen van het natuurbeheer. Bos, als min of meer natuurlijke begroeiing, speelt een belangrijke rol voor biodiversiteit met het voorkomen van typische bossoorten. Alhoewel niet precies is aan te duiden hoeveel soorten afhankelijk zijn van bos, is wel duidelijk dat een substantieel deel van de in Nederland levende planten en dieren min of meer aan bos gebonden zijn. Zo zijn van de reptielen en amfibieën de hazelworm en de vuursalamander aan bos gebonden. Van de zoogdieren zijn ongeveer 23 soorten aan bos gebonden, zoals boommarter, eekhoorn en grote bosmuis. Zo'n 33 vogelsoorten zijn aan bos gebonden, waaronder houtsnip, havik, bosuil en zwarte specht (Jansen & van Benthem 2008, Koffijberg 2011).

De natuurkwaliteit van bos is sinds 1994 op ongeveer hetzelfde niveau gebleven (Figuur 7) (CBS *et al.* 2014a), dit in tegenstelling tot andere ecosysteemtypen die veelal achteruitgegaan zijn. De oorzaak is niet bekend, mogelijk spelen areaaluitbreiding en ouder worden van het bos een rol. Overigens is de relatieve natuurkwaliteit in bos slechts 40% ten opzichte van een intact ecosysteem. Verzuring en vermisting spelen daar mogelijk een rol bij. De luchtkwaliteit, en daarmee de depositie

van verzurende en vermestende stoffen, is de laatste decennia weliswaar verbeterd (CBS *et al.* 2014b), maar de niveaus liggen veelal nog boven de kritische depositie niveaus. In Natura 2000-gebieden is een afname in ammoniakgehalte in de lucht nog niet zichtbaar. Ook verdroging speelt mogelijk een rol, maar een recent overzicht van de toestand ontbreekt, omdat er niet meer landelijk wordt gemonitord.

Voorkomen van doelsoorten in bos

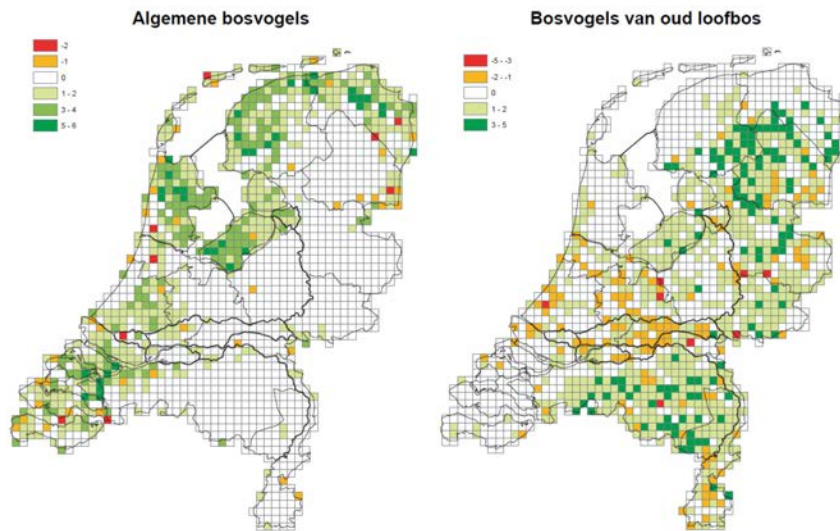


Bron: PBL, Alterra.

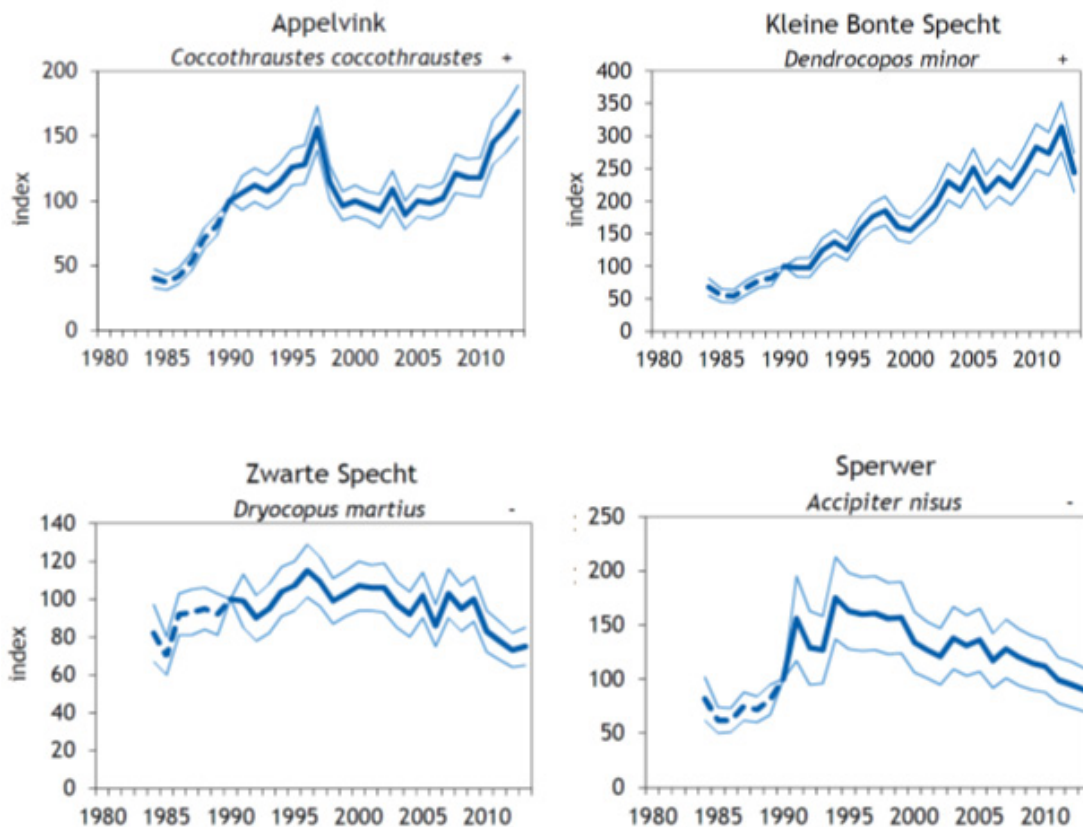
WUR/feb14
www.clo.nl/n1205205

Figuur 7 Voorkomen van doelsoorten in bos (CBS *et al.* 2014a).

Veranderingen die afgelopen decennia in het bos hebben plaatsgevonden, zoals uitbreiding van het bosareaal in bosarme provincies, het ouder worden van het bos en het meer gevarieerde bosbeheer (geïntegreerd bosbeheer), hebben invloed gehad op de ontwikkeling van de biodiversiteit en o.a. op voorkomende bosvogels. In provincies zoals Friesland, Groningen, Flevoland en Noord-Holland is een forse toename te zien van algemene bosvogels als grote bonte specht, tjiftjaf en vink (Koffijberg 2011). Het ouder worden van het bos heeft in veel bossen op zandgrond geleid tot toename van soorten van oud loofbos, zoals bosuil, kleine bonte specht en appelvink (Koffijberg, 2011) (Figuur 8 en Figuur 9). Daarnaast zorgt o.a. stikstofdepositie voor een verandering in de vegetatie en in het voedselaanbod. Een aantal soorten heeft daar last van. Zo leidt het bij de sperwer tot minder legsel. De sperwerstand is mede daardoor de afgelopen jaren achteruitgegaan (Koffijberg, 2011) (Figuur 9).



Figuur 8 Veranderingen in de verspreiding van enkele algemene bosvogels en soorten van oud loofbos tussen 1973-77 en 1998-2000. (bron: Koffijberg, 2011).



Figuur 9 Aantal ontwikkeling Appelvink, Kleine bonte specht, Zwarte specht en Sperwer in Nederland (bron: Boele et al. 2015).

Biodiversiteit in bos hangt sterk samen met de aanwezigheid van verschillende ontwikkelingsfasen van het bos en de ligging ten opzichte van en overgangen naar andere natuurtypen (De Jong *et al.* 2012, Bijlsma *et al.* 2009, Bijlsma 2008). Oud bos in de aftakelingsfase heeft een hoge biodiversiteitswaarde door aanwezigheid van o.a. dik staand dood hout, wortelkluiten en -kuilen, kleine verjongingseenheden en open ruimten (Bijlsma *et al.* 2009).

Het oogsten van hout hoeft niet per se slecht te zijn voor biodiversiteit, maar het is wel van belang hoe, waar en wanneer de oogst plaatsvindt. Inheems oud bos fungeert als refugium voor bossoorten die zich maar moeilijk kunnen verplaatsen. Oude bosgroeiplaatsen en opstanden met oude bomen moeten, als het om biodiversiteit gaat, dus worden ontzien bij oogst. Dit kan o.a. door functiescheiding binnen bosgebieden (De Jong *et al.* 2012).

Indien zorgvuldig uitgevoerd, kan houtoogst via kleinschalige groepenkap of dunningen gunstig zijn voor biodiversiteit door het verrijken van de structuur van het bos. Voor de biodiversiteit heeft het de voorkeur om de kap te realiseren met dunningen of kleinschalige groepenkap. Maar ook kaalkap kan in sommige gevallen een gunstige bijdrage leveren aan biodiversiteit door het creëren van grotere open vlakten met mantel- en zoomvegetaties (De Jong *et al.* 2012).

Oogst binnen de SNL-bostypen met een productiefunctie (N16) via dunningen en vlaktegewijze eindkap – mits goed uitgevoerd – kan zonder of met beperkte schade aan de biodiversiteit worden uitgevoerd. Ook in de niet-productiebossen (SNL typen N14 en N15) zouden de risico's van houtoogst op biodiversiteit beperkt zijn, mits het niet gaat om bostypen met kwalificerende soorten of typen voor Natura 2000. In deze bossen zou via oogst vooral gestuurd kunnen worden op het verbeteren van de structuur en het creëren van meer open ruimten en overgangen tussen verschillende bostypen en bosfasen. Intensiever oogsten, bijvoorbeeld ook dunner hout en ook oude bomen en dood hout oogsten, heeft wel effect op biodiversiteit. Het verdient vanuit biodiversiteit voorkeur bij eventueel vergroten van de oogst bepaalde bosdelen te ontzien van houtkap (De Jong *et al.* 2012). Ook de intensiteit van oogst kan een rol spelen voor de biodiversiteit. Zo is voor de oogst van energiehout een discussie gaande over mogelijkheden voor het oogsten van hele bomen en van het tak- en tophout. Een dergelijk beheer kan gevolgen hebben voor de nutriëntenkringloop van het bos. Tak- en tophout en de bladeren of naalden bevatten veel voedingsstoffen en oogst ervan kan dus gevolgen hebben voor de nutriëntenkringloop van het bos. Dit speelt met name op arme zandgronden (De Jong 2011, Boosten & Oldenburger 2013). Overigens is in sommige bostypen, bijvoorbeeld korstmosdennenbossen, afvoer van tak- en tophout gewenst om de voedselarme omstandigheden en de daaraan gebonden vegetatie in stand te houden.

In het referentiescenario zal door een toename van de staande voorraad en een toename van het aantal bomen met een grote diameter het bos geleidelijk dichtgroeien, vooral bossen waar schaduwboomsoorten voorkomen. In de lichtere bossen zal de soortensamenstelling verschuiven van grove den en lariks naar eik, berk en struiksoorten, met een beginnende trend naar bijmenging van beuk en Douglas. Bijna alle bossen hebben in 2030 structuurrijke kenmerken, zoals een grote diameterspreiding, (gedeeltelijke) aanwezigheid van een struiklaag, en een trend naar menging. Monoculturen zijn iets minder vaak te vinden, terwijl de verschillen tussen de opstanden vervagen. Plant- en diersoorten die afhankelijk zijn van licht in de opstand hebben het moeilijk. Ze trekken zich terug langs paden en bosranden en in speciaal daarvoor gekapte gaten in natuurbossen. Daarentegen nemen naar verwachting soorten die afhankelijk zijn van dood hout en dikke bomen toe. Door de toegenomen voorraad zal de kans op stormschade toenemen. Deze natuurlijke dynamiek zal voor extra dood hout zorgen. Klimaatverandering is erg onzeker voor Nederland, juist op het punt van zomerdroogte. Door de robuuste landschappen, ouder worden van het bos en meer dood hout is de verwachting dat het in het algemeen beter gaat met de biodiversiteit. Soorten van het meer open half cultuur landschap zullen in het bos afnemen. Het direct simuleren van soorten in EFISCEN-space is niet mogelijk. Dus doortrekken van de lijnen van soorten kan niet. EFISCEN-space geeft indirect informatie over biodiversiteit via leeftijd van het bos, dood hout en structuur als diameterverdelingen.

3.5 Dood hout

Dood hout speelt een belangrijke rol voor biodiversiteit in bos. Geschat wordt dat ruim een derde van alle biodiversiteit en de helft van de totale bosfauna afhankelijk is van dood hout (Jansen & Benthem 2008). Het Nederlandse bos is echter (qua groeiplaats) nog relatief jong, waardoor er nog weinig oud bos en bos in de vervalfase voorkomt. Met name in de vervalfase komt veel dood hout voor. In het Nederlandse bos varieert de hoeveelheid dood hout gemiddeld van 2-4 m³/ha in recent beheerd bos, via 12 m³/ha in 25-100 jaar oud bos, tot 17 m³/ha in meer dan 100 jaar oud bos (Jagers op Akkerhuis *et al.* 2005). Vanuit biodiversiteitsoverweging zou de wenselijke hoeveelheid dood hout ca. 30 m³/ha bedragen (Jagers op Akkerhuis *et al.* 2005). Uit de recente zesde Nederlandse

bosinventarisatie blijkt dat de hoeveelheid dood hout sinds de vorige inventarisatie is toegenomen. De hoeveelheid staand dood hout nam toe van 4,5 naar 6,4 m³/ha en liggend dood hout is toegenomen van 5,3 naar 6,8 m³/ha (Schelhaas *et al.* 2014). Dit is echter nog altijd ver onder de voor biodiversiteit optimale hoeveelheid.

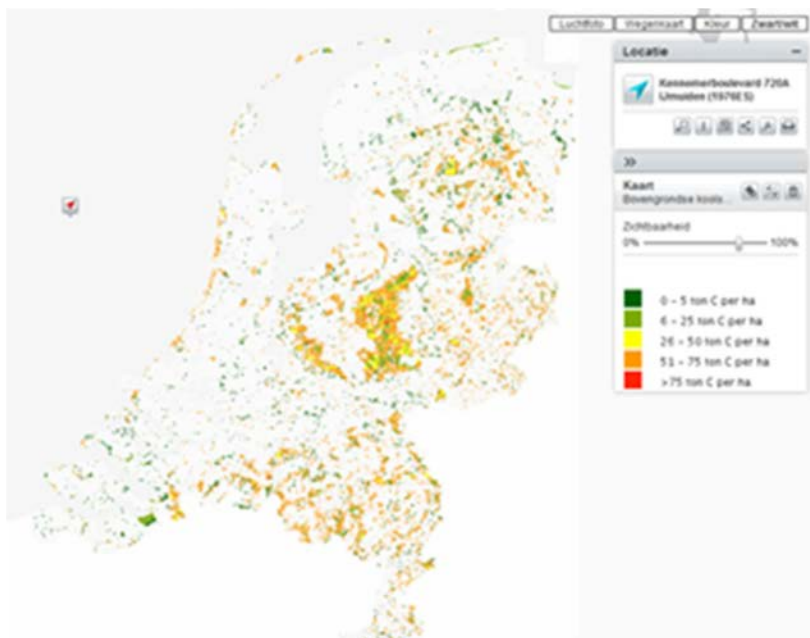
Het EFISCEN Space model levert (nog) geen directe schattingen van de voorraad dood hout. In de simulaties voor het referentiescenario blijft de mortaliteit constant, op een niveau van ongeveer 1 m³ ha⁻¹ jr⁻¹, iets onder de huidige geschatte waarde (1,1 tot 1,2 m³ ha⁻¹ jr⁻¹). In samenhang met de ontwikkeling in de staande voorraad worden ook dit steeds dikkere diameters. Het is dus aan te nemen dat de verteringstijden ook toenemen. Daarmee lijkt het logisch dat de waargenomen trend van een toename in voorraad dood hout in het bos doorzet. Uit een analyse van de permanente steekproefpunten van de zesde Nederlandse bosinventarisatie blijkt dat de hoeveelheid staand dood hout per saldo met 0,2 m³ ha⁻¹ jr⁻¹ toeneemt, terwijl liggend dood hout met 0,3 m³ ha⁻¹ jr⁻¹ toeneemt. Als we deze trend doortrekken, zal de gemiddelde voorraad dood hout in 2030 tegen de 22 m³/ha liggen, waarvan 9,6 m³/ha staand en 12,1 m³/ha liggend.

3.6 Koolstofvastlegging en substitutie

Voor hun groei nemen bomen koolstof (CO₂) op uit de lucht en leggen die vast in hun biomassa (stammen, takken, bladeren, wortels). Daarnaast wordt ook koolstof vastgelegd in de struik- en kruidvegetatie, de fauna, de strooisellaag en in de bodem. De in bos vastgelegde hoeveelheid koolstof verschilt per boomsoort, maar ook bodemtype en beheer zijn van invloed (Schelhaas *et al.* 2002, Schulp *et al.* 2008, De Vries & Leeters 2001, Leeters & de Vries 2001, De Vries *et al.* 1990). De hoeveelheid koolstof die is opgeslagen in bomen verschilt per boomsoort en is o.a. afhankelijk van de hoeveelheid biomassa, de dichtheid van het hout en de leeftijd van de boom. Het koolstofgehalte bedraagt ongeveer 50% van het drooggewicht van een boom (Ragland *et al.* 1991, Thomas & Martin 2012). De vastgelegde hoeveelheid koolstof in bos varieert dus met de hoeveelheid biomassa. In Tabel 2 wordt de totale koolstofvoorraad weergegeven voor een aantal in het Nederlandse bos veelvoorkomende boomsoorten. De voorraden zijn berekend met het model EFISCEN (Nabuurs *et al.* 2007) op basis van de gegevens van de zesde Nederlandse bosinventarisatie (Schelhaas *et al.* 2014). Beuk is een boomsoort die veel koolstof in de bovengrondse biomassa vastlegt (Tabel 2), populier en berk leggen daar relatief weinig in vast. De ruimtelijke verdeling van de koolstofvoorraad in bos is weergegeven in Figuur 10.

Tabel 2 Totale staande houtvoorraad, totale koolstofvoorraad en koolstofvoorraad per ha voor veelvoorkomende boomsoorten in het Nederlandse bos.

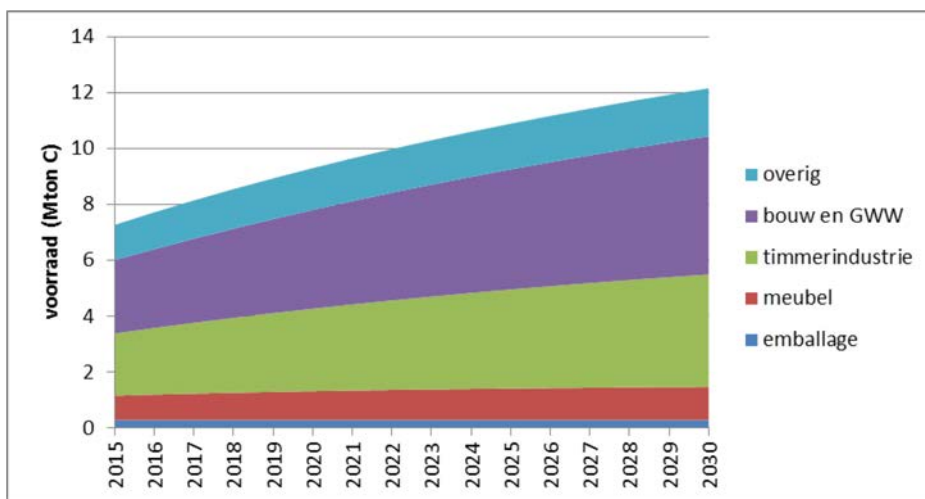
Boomsoort	Staande voorraad (1.000 m ³)	voorraad koolstof totaal (kton C)		Voorraad koolstof per ha (ton C/ha)	
		Biomassa	Bodem	Biomassa	Bodem
Populier	2.700	675	911	50,6	68,3
Douglas	6.347	1.985	1.523	97,0	74,4
Berk	3.312	1.229	1.776	46,0	66,5
Fijnspar	3.823	1.475	2.036	107,0	147,6
Grove den	24.608	9.858	14.112	81,8	117,0
Beuk	4.801	2.036	2.222	122,4	133,6
Inlandse eik	15.723	6.771	6.821	97,5	98,2
Amerikaanse eik	1.971	848	844	90,4	90,0
Lariks	4.394	1.967	3.994	100,1	203,3
Es	3.124	1.437	2.167	101,3	152,8
Totaal / Gemiddeld	81.111	32.569	43.019	87,2	115,2



Figuur 10 Koolstofvoorraad (ton C per ha) in de bovengrondse biomassa van bos- en natuurterreinen in Nederland (bron Atlas Natuurlijk Kapitaal, www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl).

De hoeveelheid koolstof in de bodem en de strooisellaag hangt sterk samen met het bodemtype. Veengronden bevatten van origine veel organische stof (veenmos), wat voor een groot deel uit koolstof bestaat. Bos op veen bevat derhalve ook hoge koolstofvoorraden in de bodem (> 180 ton C/ha), terwijl bos op duingrond weinig koolstof bevat (< 25 ton C/ha). Op zandgronden, bijvoorbeeld de Veluwe, bedragen de koolstofvoorraden in de strooisellaag en de bodem veelal zo'n 100 ton C/ha. Naast boomsoort en bodem speelt ook beheer een rol bij de koolstofvoorraden (Schulp *et al.* 2008, Hendriks *et al.* 2014). Door beheer dat gericht is op vergroten van de biomassa in het bos, zal ook de hoeveelheid koolstof toenemen. Berekeningen laten zien dat, uitgaande van de huidige boomsoortensamenstelling en het huidige oogstniveau, met aanpassingen in het beheer (langere omloop en meer oogst uit dunningen) de koolstofvastlegging in bodem en biomassa fors kan toenemen. Dit is ook zichtbaar in het referentiescenario. Door de toename in de staande voorraad neemt ook de hoeveelheid opgeslagen koolstof in bosbiomassa toe. In 2030 zal de gemiddelde voorraad koolstof in bosbiomassa (boven- en ondergronds) ongeveer 105 ton C/ha zijn, tegen 83 ton C/ha nu. Waarschijnlijk zal ook de hoeveelheid koolstof in de bodem nog licht toenemen. De CO₂-vastleggingsnelheid in het bos zal stabiel blijven tot licht afnemen.

In het referentiescenario met een snel toenemende consumptie neemt ook de C-voorraad in houtproducten sterk toe. De C-voorraad in houtproducten neemt toe van 7 miljoen ton C in 2015 tot 12 miljoen ton C in 2030 (Figuur 11). De vermeden uitstoot door het gebruik van houtproducten is 3,6 miljoen ton CO₂ en voor energie 2,8 miljoen ton CO₂, bij elkaar zo'n 3% van de huidige Nederlandse broeikasgasemissies.



Figuur 11 Voorraad koolstof in houtproducten in verschillende sectoren onder het referentiescenario.

3.7 Overige ecosysteemdiensten: water, lucht en recreatie

3.7.1 Drinkwater

In Nederland werd in 2013 1.126 miljoen m³ drinkwater geproduceerd door de drinkwaterbedrijven. Hiervan werd ca. 738 miljoen m³ (66%) uit grondwater gewonnen (CBS *et al.* 2014c). Veel drinkwaterwinningen liggen in of nabij bos- en natuurgebieden, omdat in deze gebieden weinig activiteiten plaatsvinden die een risico vormen voor de kwaliteit van het drinkwater. Dit in tegenstelling tot landbouwgronden waar bemesting een risico kan vormen. Door de vegetatie en de bodem wordt in bos het water gezuiverd waardoor het goed als drinkwater te gebruiken is. De winning is alleen duurzaam als de jaarlijks gewonnen hoeveelheid drinkwater ook weer wordt aangevuld; dit lijkt het geval te zijn.

De oppervlakte bos in Nederland bedraagt 373.480 ha, bestaande uit ca. 52% naaldbos, waarvan 9% donker naaldbos en 43% licht naaldbos en 48% loofbos (Schelhaas *et al.*, 2014). De infiltratiecapaciteit bedraagt voor gemengd loofbos 225 mm/jaar, voor donker naaldbos 104 mm/jaar en voor licht naaldbos 270 mm/jr. (Dolman *et al.*, 2000). De jaarlijkse hoeveelheid grondwateraanvulling van het Nederlandse bos wordt dan geschat op ca. 872 miljoen m³. Globaal genomen wordt de uit grondwater geproduceerde hoeveelheid drinkwater dus (ruim) weer aangevuld met de hoeveelheid geïnfiltererd water onder bos. Met gericht beheer kan invloed worden uitgeoefend op de infiltratiecapaciteit van bos. Door omvorming van donker naaldbos (fijnspar en Douglasspar) naar loofbos kan de infiltratie toenemen. Andersom kunnen grondwaterstanden beïnvloed worden door het aanplanten van bos. In situaties van wateroverlast kan bosaanleg mogelijk een rol spelen bij een gunstiger waterhuishouding van een gebied.

Door de veranderingen in bossamenstelling in het referentiescenario neemt de totale grondwateraanvulling van het Nederlandse bos licht af tot ongeveer 857 miljoen m³ water per jaar. Dit komt vooral door een verschuiving van licht naaldbos naar loofbos. Toegenomen verdamping als gevolg van eventuele klimaatverandering is hierbij niet meegenomen.

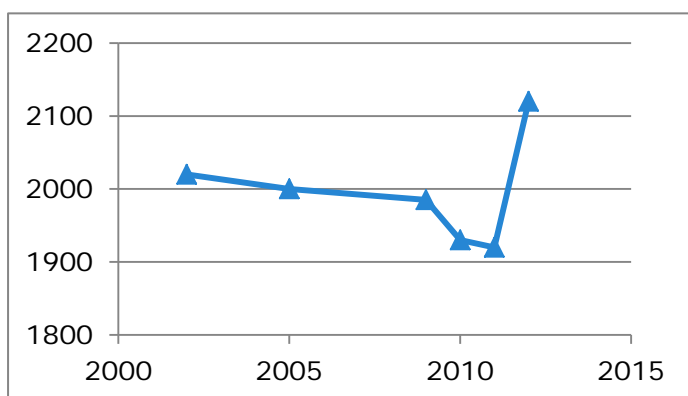
3.7.2 Fijnstof

Fijnstof is een van de componenten van luchtverontreiniging en kan gezondheidsproblemen bij mensen veroorzaken. Jaarlijks komen naar schatting ca. 1700 tot 3000 mensen vroegtijdig te overlijden door fijnstof (Fischer *et al.* 2005). Vegetatie vangt fijnstof uit de lucht en draagt daarmee bij aan de luchtzuivering. Vergeleken met andere terreintypes haalt bos veel fijnstof uit de lucht, voor

naaldbos zo'n 50-120 kg/fijnstof per ha per jaar en voor loofbos 20-70 kg (eigen berekening, Oosterbaan & Kiers 2011). De jaarlijkse invangcapaciteit van het Nederlandse bos bedraagt daarmee ongeveer 13 tot 36 miljoen kg fijnstof (PM10). Bos levert daarmee voor de totale landelijke invang een belangrijke bijdrage aan het invangen van fijnstof vergeleken met andere landgebruiksvormen. Voor een nauwkeurigere berekening van de invangcapaciteit moet rekening gehouden worden met o.a. boomsoort, boomsoortmenging, bosstructuur, lokale concentraties, windsnelheid en andere meteorologische omstandigheden als bijvoorbeeld neerslag. Voor een vergroting van de invangcapaciteit is omvorming van loofbos naar naaldbos gunstig. In het referentiescenario gebeurt juist het omgekeerde en neemt de invangcapaciteit licht af, naar 12,6 tot 34,7 miljoen kg fijnstof.

3.7.3 Recreatie

Bos trekt grote aantallen bezoekers. Precieze aantallen voor Nederland zijn niet bekend. Voor de Veluwe is bekend dat er jaarlijks ruim 10 miljoen overnachtingen plaatsvinden in vakantiehuisjes, hotels en op campings en logies. Jaarlijks ondernemen Nederlanders ca. 2 miljoen korte of lange vakanties naar de Veluwe (CBS 2013). Na een jarenlange afname was er in 2012 een stijging van het aantal vakanties (Figuur 12).



Figuur 12 Trend in bezoekersaantallen (korte en lange vakanties x1000) van de Veluwe en VeluweRand (bron: CBS 2013).

Recreatie is een belangrijke functie van bos. Bossen zijn een van favoriete bestemmingen van recreanten (Goossen *et al.* 2011). Het meerderheid van de motieven is echter niet gericht op de beleving van het bos zelf, maar op de activiteit die wordt ondernomen. 'Gezelligheid' (36%), 'Er even tussen uit' (25%) en 'Uitdaging' (20%) zijn de drie meest genoemde motieven (Continu VrijeTijdsOnderzoek (CVTO) 2012-2013) (CVTO 2013). Hieruit kan voorzichtig worden afgeleid dat bos een gewilde plek is om te recreëren, als het de activiteit ondersteunt.

Goede recreatieve voorzieningen zijn daarom van belang, zoals goed onderhouden wandel- en fietspaden. Volgens Claessens (2004) maken mensen vooral bezwaar tegen houtkap als wegen en paden onbegaanbaar worden door oogstwerkzaamheden. Door gebruik van zware oogstmachines kunnen de wegen slecht begaanbaar worden, zeker in natte perioden. Beheer, zoals houtoogst, hoeft niet als hinderlijk te worden ervaren mits de activiteit niet wordt gehinderd.

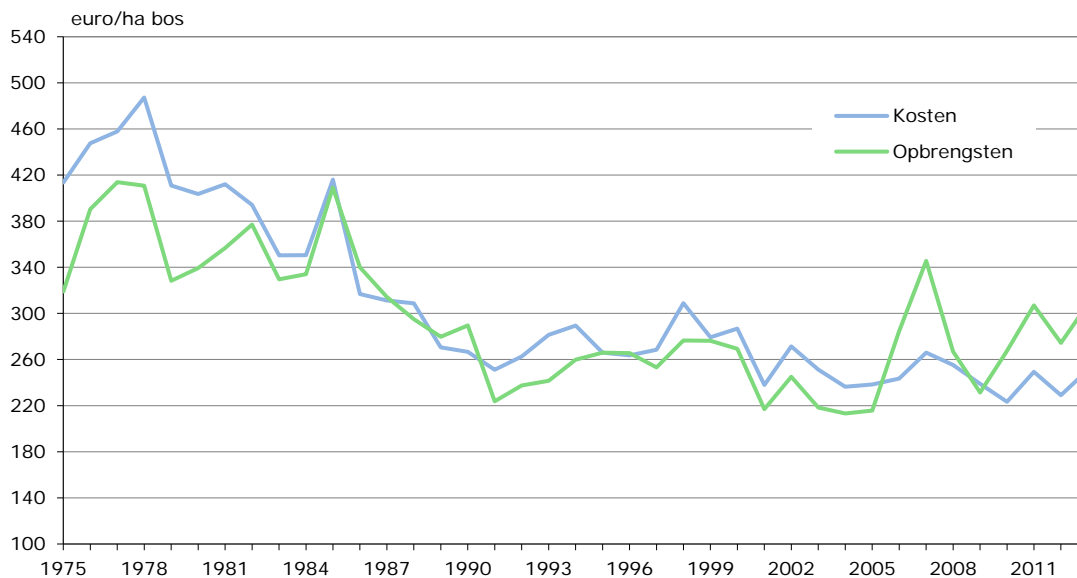
Gebieden met een grote (visuele) diversiteit worden aantrekkelijk gevonden (Goossen *et al.* 2011). In bosrijke gebieden verhoogt houtoogst het ontstaan van open plekken en bevordert daarmee de (visuele) diversiteit; in bosarme gebieden kan het de diversiteit echter (tijdelijk) verminderden en zal er eerder weerstand zijn tegen houtoogst. De locatie en de aanwezigheid van alternatieve bosbestemmingen op korte afstand zijn medebepalend voor de houding van recreanten. Houtoogst heeft ook invloed op de stiltebeleving, het geluid van de oogst kan irritatie opwekken. Vandaar dat Staatsbosbeheer probeert om zo veel mogelijk op recreatiearme tijdstippen (momenten dat er weinig recreanten in het bos zijn) het hout te oogsten (Arts *et al.* 2014).

Hoewel recreanten wel een mening hebben over aantrekkelijkheid van het bos, heeft de bossamenstelling in de praktijk weinig invloed op de gebruiksintensiteit. Bezoekersaantallen worden grotendeels gestuurd door de aanwezigheid van infrastructuur, zoals parkeerplaatsen, fietspaden en bewegwijzerde wandelroutes, de hoeveelheid vrije tijd en afstand tot urbane gebieden. Onder overigens ongewijzigde omstandigheden zal de recreatie-intensiteit niet veranderen door de staat van het bos in het referentiescenario. Hooguit neemt de recreatie toe door groei en vergrijzing van de bevolking. De belevingswaarde (per bezoek) kan echter toenemen door een groter aandeel dikke bomen en meer menging. Het monotoner worden van het bos op grotere schaal kan echter een negatief effect hebben.

3.8 Bedrijfseconomie

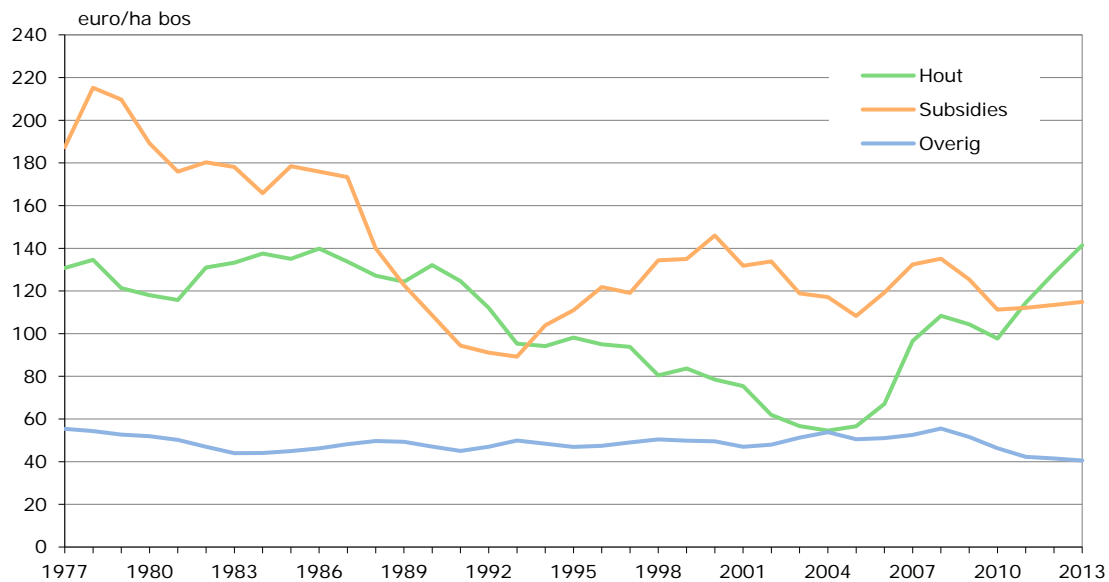
3.8.1 Huidige staat: bedrijfsuitkomsten particuliere bosbouwbedrijven groter dan 50 ha

In bijna veertig jaar tijd hebben de bouseigenaren met meer dan 50 ha bos de reële kosten met bijna de helft teruggedrongen, van gemiddeld 440 euro per ha per jaar tussen 1975-1980 tot circa 240 euro in de laatste vijf jaar (Silvis en Voskuilen 2015). De grootste daling vond plaats voor 1990. Daarna stegen de kosten licht om vanaf de eeuwwisseling weer af te nemen (Figuur 13).



Figuur 13 Reële kosten en opbrengsten per ha bos (in euro's van 2013) op particuliere bosbedrijven groter dan 50 ha, 1975-2013. Bron: Informatienet.

De ontwikkeling van de opbrengsten verloopt volgens hetzelfde patroon als dat van de kosten, met uitzondering van de laatste jaren, waarin onder invloed van de hoge houtprijzen de opbrengsten stegen. De totale reële opbrengsten lagen in de jaren tussen 1975 en 1980 op gemiddeld ongeveer 370 euro per ha per jaar en de laatste vijf jaar op 280 euro per ha, een kwart lager. Tussen 2001-2005 werd een dieptepunt van circa 220 euro bereikt.



Figuur 14 Reële opbrengsten per ha bos (in euro's van 2013) bedrijven groter dan 50 ha, voortschrijdend driejaarlijks gemiddelde 1975-2013. Bron: Informatienet.

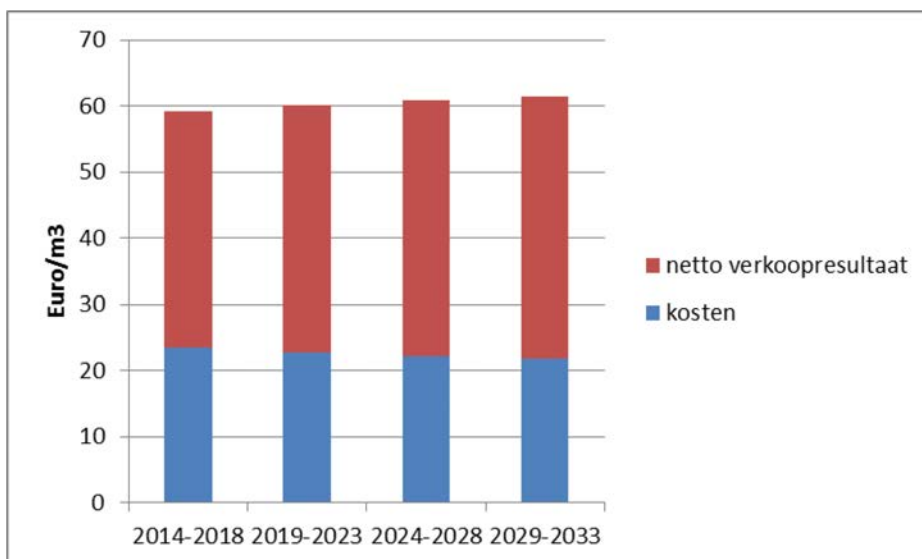
De reële houtopbrengst op de bedrijven met meer dan 50 ha schommelde tot 1990 rond de 130 euro per ha per jaar en is daarna geleidelijk weggezakt tot een dieptepunt van 55 euro in de jaren 2002-2004. Vervolgens is deze weer krachtig hersteld tot gemiddeld 140 euro in de laatste driejaarsperiode (2011-2013; Figuur 14).

De ontwikkeling van de reële subsidies die de eigenaren met meer dan 50 ha bos sinds 1975 hebben ontvangen, vertoont een grillig verloop. Van de tweede helft van de jaren zeventig tot begin jaren negentig daalden ze van circa 200 tot 90 euro per ha bos per jaar. Daarna trad een gedeeltelijk herstel op tot rond de eeuwwisseling (140 euro); de afgelopen vijf jaar komen ze uit op gemiddeld circa 110 euro per ha. De overige bedrijfsopbrengsten zaten in bijna al die jaren tussen 40 à 60 euro per ha bos per jaar.

3.8.2 Kosten en opbrengsten van houtoogst in het referentiescenario

Met behulp van kostennormen (eigen data, wetenschappelijke literatuur en – voor de opbrengsten – internetbronnen) en een aantal aannames over de eigenschappen van bos (lengte aan boswegen en uitrijpaden) kunnen we een schatting maken van de kosten en opbrengsten van houtoogst, zoals gesimuleerd door EFISCEN Space. De kosten en opbrengsten in de toekomst zijn daarbij niet gecorrigeerd voor inflatie. Oogstkosten zijn verdeeld in kosten voor het vellen met de harvester, vellen met de kettingzaag (voor bomen die te dik zijn voor de harvester) en het transport van het hout naar de bosweg met een forwarder. Opbrengsten zijn geschat uit de prijs per m³ aan de bosweg, afhankelijk van soort en diameter. Deze berekeningen zijn indicatief, maar vormen een goed beeld van de ontwikkeling in de tijd.

De gemiddelde diameter van het geogste hout neemt in de loop van de tijd toe (Figuur 6). Als gevolg daarvan nemen de oogstkosten per kubieke meter licht af, van € 23,60/m³ nu naar €21,40/m³ in 2030. Tegelijk neemt om dezelfde reden ook de gemiddelde opbrengst toe, van € 59,20/m³ naar € 61,40/m³. De netto-opbrengst per m³ neemt dus toe, van € 35,60/m³ naar € 39,50/m³ (Figuur 15), waarbij geen rekening is gehouden met een mogelijke toe- of afname van de houtprijs. In totaal is de jaarlijks verkochte hoeveelheid hout rond 2030 zo'n 76 miljoen euro waard (Tabel 3). Een indicatie van de waarde van de totale staande voorraad krijgen we door de netto-opbrengst per m³ te vermenigvuldigen met de totale staande voorraad. De theoretisch te verwachten totale waarde van het staande Nederlandse hout bedraagt in 2030 ruwweg zo'n 4 miljard euro.



Figuur 15 Gemiddelde oogstkosten (blauw), netto verkoopresultaat (rood) en verkoopprijs (totale hoogte) per m³ geogst hout.

Tabel 3 Totale jaarlijkse oogstkosten en opbrengsten van houtoogst

Periode	Kosten (miljoen €/jaar)	Opbrengsten (miljoen €/jaar)	Oogst (miljoen m ³ /jaar)
2014-2018	29,5	74,0	1,25
2019-2023	28,8	76,1	1,27
2024-2028	28,0	76,7	1,26
2029-2033	27,1	76,1	1,24

Door de toename in geogste diameters moet meer van de velwerkzaamheden met de hand worden uitgevoerd (Tabel 4). Het aantal arbeidsjaren voor velwerkzaamheden met de kettingzaag neemt toe van 36 naar 50 per jaar. Tegelijk neemt de werkgelegenheid als harvestermachinist af, van 85 naar 70 arbeidsjaar per jaar. Toch schatten we in dat de gemiddelde kosten iets dalen, door de toename in diameter van de geogste bomen. Werkgelegenheid in forwarden daalt licht van 63 naar 60 arbeidsjaar per jaar. Het exacte huidige aantal harvesters, forwarders en arbeidsjaren aan velling met de kettingzaag is niet bekend, maar ligt waarschijnlijk wel in de geschetste orde van grootte. Voor de interpretatie zijn vooral de te verwachten trends van belang.

Tabel 4 Werkgelegenheid in verband met houtoogst (waardes per jaar) (NB 1 arbeidsjaar is hier gelijkgesteld met 1500 uur productief).

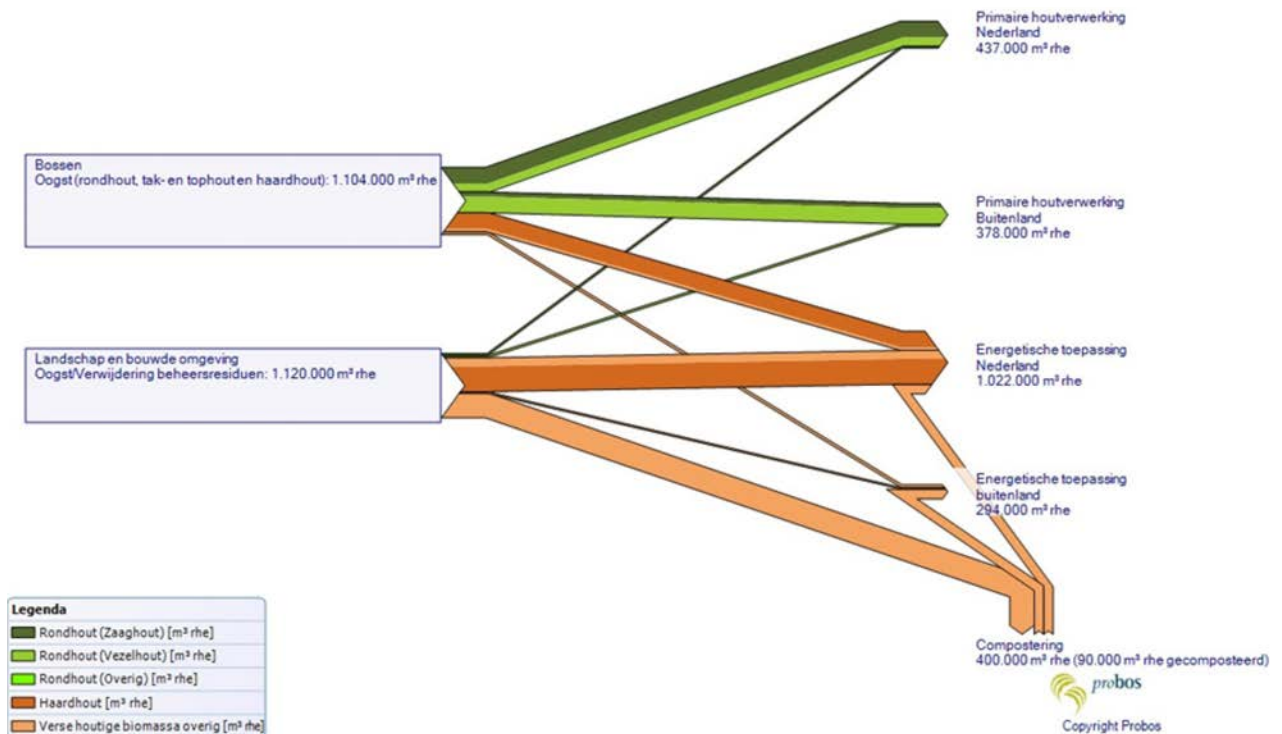
Periode	Kettingzaag		Harvester		Forwarder	
	(persoon uur x1000)	(arbeidsjaar)	(persoon uur x 1000)	(arbeidsjaar)	(persoon uur x1000)	(arbeidsjaar)
2014-2018	53,4	35,6	127,1	84,7	94,0	62,6
2019-2023	64,1	42,8	118,9	79,3	93,7	62,4
2024-2028	70,1	46,7	111,6	74,4	92,3	61,6
2029-2033	74,2	49,5	105,4	70,3	90,4	60,2

Met betrekking tot de kosten zien we dat de afgelopen twintig jaar deze voor de bedrijven groter dan 50 ha reëel ongeveer gelijk zijn gebleven. Onder het referentiescenario nemen we daarom aan dat dit ruwweg zo blijft. Samenvattend betekent het voorgaande dat de opbrengsten per hectare naar verwachting iets toenemen en dat de kosten ongeveer gelijk blijven. Dit betekent dat het rendement licht zal stijgen in het referentiescenario.

3.9 Wat gebeurt er met het Nederlandse hout?

3.9.1 Verse houtige biomassa

De binnenlandse productie van primair hout (inclusief houtige biomassa) is afkomstig uit bossen (1.1 miljoen m³ of 51%), landschap (15%) en bebouwde omgeving (33%) (Figuur 16). De productie van hout uit het landschap (139 kton ds) wordt vrijwel geheel (circa 94%) afgezet als haard- en overig energiehout. Het meeste hout uit de bebouwde omgeving wordt als groenafval afgevoerd (200 kton ds), waaraan geen productiewaarde wordt toegekend. De resterende 100 kton ds eindigt als hardhout.



Figuur 16 Jaarlijkse productie van houtige biomassa in Nederland (bos, landschap en bebouwde omgeving) en bestemming (m³ rhe) (Oldenburger et al. 2012).

In totaal is er in 2013 iets minder dan 815.000 m³ rhe Nederlands industrieel rondhout verwerkt. Ongeveer 54% van de verwerking heeft in Nederland plaatsgevonden en 46% is door buitenlandse rondhoutverwerkers verwerkt (De Groot 2014). De export naar het buitenland wordt met name veroorzaakt door het feit dat in Nederland geen grote platenindustrie (spaanplaat, MDF1 en OSB2) aanwezig is. Daardoor is er in Nederland geen afzet voor het sortiment vezelhout. In Duitsland en België zijn wel grote producenten van plaatmateriaal gevestigd die het Nederlandse vezelhout verwerken.

De toename van het gebruik van hout als energiebron komt voornamelijk voor rekening van de bij- en meestook van energiepellets en de inzet van gebruikt hout in vier speciaal daarvoor gebouwde bio-energiecentrales (BEC's). Het Nederlandse energiehout uit bos, natuur, landschap en bebouwde omgeving wordt voornamelijk ingezet als hardhout door particulieren (68%) en daarnaast steeds

¹ Medium Density Fibre board: Een houtvezelplaat waarin de houtvezels op basis van harsen met elkaar zijn verbonden.

² Oriented Strand Board: Dit plaatmateriaal is samengesteld uit verschillende lagen houtschilfers van een vooraf bepaalde vorm en dikte, die onderling door een bindmiddel zijn verbonden.

meer ingezet in kleinschalige kachels bij bedrijven, zwembaden etc., maar ook BEC'S voor de verwarming van hele woonwijken. Sommige van deze BEC's leveren naast warmte ook elektriciteit. Naast de inzet in Nederland wordt er ook een groot deel van de Nederlandse houtige biomassa geëxporteerd om in het buitenland te worden ingezet voor het opwekken van hernieuwbare energie. Deze export vindt plaats, omdat er in met name Duitsland betere prijzen voor het energiehout worden betaald of omdat er voor bepaalde houtstromen (shreds) geen of slechts in beperkte mate afzet is.

Naar verwachting zal het gebruik van haardhout de komende jaren stabiel blijven, maar de inzet van het overige hout dat energetisch wordt toegepast zal geleidelijk toenemen als gevolg van de plaatsing van nieuwe kachels en BEC's. Boosten & Oldenburger (2014) verwachten een toename van de Nederlandse energetische inzet van Nederlandse houtige biomassa uit bos, landschap en de bebouwde omgeving van 3 tot 26% voor het jaar 2020 ten opzichte van de huidige situatie. Daarbij gaan zij ervan uit dat Nederlandse houtige biomassa die op dit moment nog energetisch wordt ingezet in het buitenland, in 2020 in Nederland energetisch wordt ingezet. De hoeveelheid Nederlandse houtige biomassa bos, landschap en de bebouwde omgeving die in Nederland energetisch wordt toegepast, komt dan uit op 440 tot 540 kton ds per jaar. Voor 2050 voorspellen zij een maximale toename van bijna 60% tot een hoeveelheid van 680 kton ds per jaar. Dit is in overeenstemming met de EFISCEN-Space runs gedaan in het huidige project (zie hoofdstuk 5).

Naar verwachting is in 2030 nog slechts een klein aantal zagerijen actief op de Nederlandse markt. Dit heeft te maken met het feit dat er nu een aantal zagerijen actief is die familiebedrijven zijn waar de opvolging problematisch is. Vanwege een gering economisch perspectief is de laatste jaren nauwelijks geïnvesteerd in de meeste zagerijen.

Tot 2030 kunnen we verwachten dat er nog behoorlijk veel zaaghout uit het Nederlandse bos kan blijven komen, vanwege het opschuiven van de voorraad naar de dikkere diameters. Op langere termijn zal dat ophouden vanwege tekortschieten in de verjonging. De fractie geoogst hout die direct in de lokale brandhoutmarkt gaat, zal iets toenemen. In het referentiescenario zal de toename van het gebruik van hout als energiebron voornamelijk voor rekening komen van de bij- en meestook van energiepellets en de inzet van gebruikt hout in de BEC's en mogelijk in enkele biorefineries.

3.10 Resthout en gebruikt hout

Resthout uit de houtverwerkende industrie, gebruikt hout (afvalhout) en oudpapier en karton zijn ook stromen van houtvezels die in Nederland vrijkomen en die dus als Nederlands hout kunnen worden opgevat. Jaarlijks wordt er in Nederland ongeveer 400 kton ds aan vers en droog resthout (zaagsel, krullen, afkorthout etc.) geproduceerd door de Nederlandse houtverwerkende industrie. Deze productie is een-op-een gerelateerd aan het Nederlandse houtverbruik. Ongeveer de helft van dit resthout wordt toegepast als strooisel voor de dierhouderij in Nederland en het buitenland. Daarnaast wordt 30% van het resthout toegepast als grondstof voor de productie van energiepellets. De overige 20% kent drie toepassingen: interne warmte productie bij de houtverwerkende bedrijven, afzet naar de platenindustrie en/of de producenten van papier en karton, en energieopwekking door bedrijven buiten de houtsector.

Naast het resthout komt in Nederland jaarlijks ca. 1.300 kton ds gebruikt hout (afvalhout) vrij. Het gebruikt hout bestaat uit bouw- en sloopafvalhout, houten verpakkingen die het eind van hun gebruiksduur hebben bereikt, afgedankte houten meubels etc. Het gebruikte hout wordt voor 60% in Nederland toegepast en de rest wordt geëxporteerd. De toepassing in Nederland bestaat voor 80% uit brandstof en de rest wordt met name gebruikt voor de productie van geperste palletklossen en pallets. Het geëxporteerde gebruikt hout wordt voor 60% ingezet als brandstof en de rest vormt de grondstof voor de productie van spaanplaat. In totaliteit wordt 70% als brandstof toegepast en slechts 30% als materiaal. Voor het in bedrijf gaan van de BEC's, die alleen afvalhout als brandstof inzetten, werd nog 50% van het in Nederland geproduceerde gebruikt hout als materiaal toegepast. Op dit moment worden er meer houtproducten gebruikt in Nederland dan er vrijkomen, wat leidt tot een toenemende voorraad (Figuur 11).

3.10.1 Oudpapier en karton

De inzameling van oudpapier en karton is in Nederland zeer goed georganiseerd. Dit resulteert in een recyclingpercentage van 85%. Dat ligt ruim boven de Europese doelstelling van 75%. Gemiddeld wordt er in Nederland jaarlijks 2.200 kton ds oudpapier en karton ingezameld. Dit papier en karton wordt voornamelijk (80%) toegepast als grondstof voor de productie van papier en karton in Nederland, hetgeen erin resulteert dat in Nederland geproduceerd papier en karton voor meer dan 80% uit gerecyclede vezels bestaat.

3.11 Houtmarkt

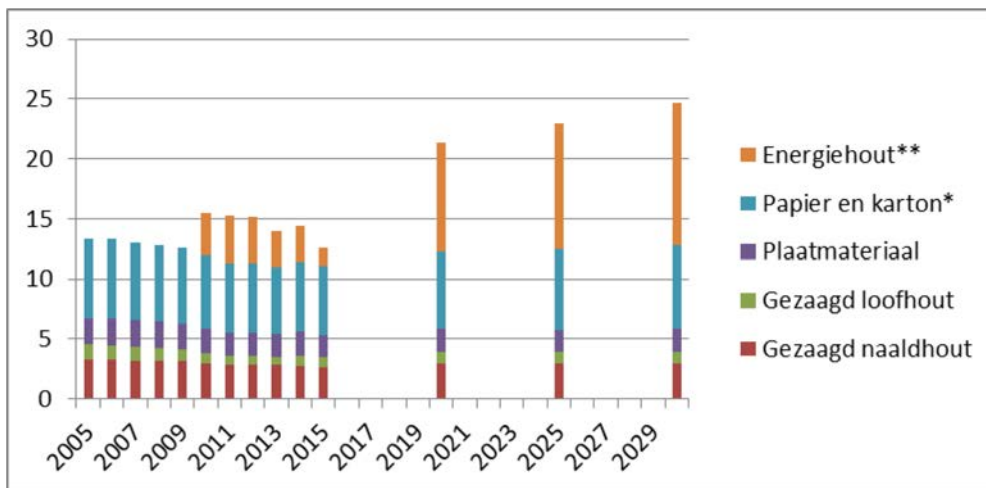
3.11.1 Verbruik

Midden jaren negentig werd in Nederland jaarlijks ongeveer 6,5 miljoen m³ rhe aan gezaagd hout en plaatmateriaal verbruikt. Mede door de recente recessie is dit afgenomen tot iets meer dan 5 miljoen m³ rhe in 2013 (Figuur 17). Papier en karton vertonen hetzelfde patroon, met een piek midden jaren negentig en een afname met name de laatste jaren tot net onder de 3 miljoen ton (ongeveer 5,5 miljoen m³ rhe). Dit is mede het gevolg van de recessie, maar wordt ook veroorzaakt door een afname van met name het verbruik van grafisch papier (incl. krantenpapier). Het sterk toegenomen gebruik van elektronische media is hiervan de oorzaak (www.cepi.org; (Hetemäki *et al.* 2014).

In korte tijd is de energetische toepassing van hout een grootverbruiker van houtige biomassa in Nederland geworden, vooral in centrale en decentrale elektriciteitsproductie. De belangrijkste houtige biomassabron hiervoor is de import van energiepellets uit met name Noord-Amerika. In totaal werd er in Nederland in 2013 ongeveer 3 miljoen m³ rhe aan houtige biomassa verbruikt voor energieopwekking (exclusief gebruikt hout en oudpapier). Er bestaat echter geen zekerheid of deze markt zich kan handhaven indien het stimulerende beleid (doelstellingen en bijbehorende subsidieschema's) weg zou vallen.

Onder het referentiescenario verwachten we dat de bio-economie doorzet, maar vooral op de energiecomponent. In de periode 2015-2030 neemt het Nederlandse houtverbruik naar verwachting zeer sterk toe met ongeveer 10 miljoen m³ rhe. Deze groei van het houtverbruik is met name het gevolg van een sterke groei van de inzet van energiehout. Dit betreft met name energiepellets die vanuit Noord-Amerika worden geïmporteerd. Mede door trends in bosbeheer en door de sterk toenemende import neemt het aandeel binnenlands geproduceerd hout af. Voor het houtverbruik in het jaar 2015 is zo veel mogelijk gebruikgemaakt van voorspellingen die door Probos in samenwerking met de sectiebesturen van de Vereniging van Nederlandse Houtondernemingen (VVNH) en het secretariaat van de vereniging van Nederlandse Papierfabrikanten (VNP) zijn gedaan.

Voor het energiehout is uitgegaan van de geformuleerde doelstelling in het energieakkoord. Daarin is de bijstook van biomassa in kolencentrales gemaximaliseerd op 25 PJ per jaar. Daarvoor is ongeveer 1,5 miljoen ton energiepellets nodig. Dit komt overeen met 3 miljoen m³ rhe. Deze hoeveelheid is aangehouden voor 2020. Vervolgens is de verdere groei in 2025 en 2030 afgeleid uit het referentiescenario van de European Forest Sector Outlook Study II (EFSOS II, UNECE/FAO 2011). Opvallende laatste ontwikkeling is dat de pelletimport in 2015 en 2016 erg laag is uitgevallen, omdat de grote installaties geen SDE+-subsidie voor de bij- en meestook hebben verworven. Met publicatie van de duurzaamheidscriteria eind 2015 zal de import waarschijnlijk snel stijgen. Er wordt verwacht dat in de periode 2015-2020 het verbruik van gezaagd hout, plaatmateriaal en papier en karton zich zal herstellen richting het verbruik van voor de economische crisis, maar dat door concurrentie om grondstoffen verdere groei beperkt zal blijven. Binnen het grafische marktsegment zal groei slechts in beperkte mate op treden en misschien gaat het verbruik zelfs verder dalen. Er wordt wel groei verwacht binnen het verpakkingspapier en karton, voornamelijk als gevolg van de verwachte verdere toename van het online winkelen. Een sterke opleving van de sectoren gezaagd hout, plaatmateriaal en papier en karton is alleen mogelijk met additioneel beleid en maatregelen. Voor 2025 en 2030 is vervolgens gebruikgemaakt van het EFSOS II referentiescenario voorspellingen. Daarbij is de huidige situatie als vertrekpunt genomen.



Figuur 17 Het verbruik van gezaagd hout, plaatmateriaal, papier en karton in Nederland (in mln. m³ rhe) in de periode 2005-2013. Tevens het verbruik van hout voor energetische toepassing. En het verwachte verbruik in de jaren 2015, 2020, 2025 en 2030 in het referentiescenario (excl. de netto-import van kant-en-klare hout-, papier- en kartonproducten en houtvezels voor de dierhouderij) (Probos 2014). De categorie energiehout is in eerste toepassing gericht op energie. Dus niet bijvoorbeeld afgedankt plaatmateriaal.

* Het verbruik van papier en karton heeft alleen betrekking op het papier en karton dat is geproduceerd van verse (buitenlandse) houtvezels, dus exclusief oudpapier.

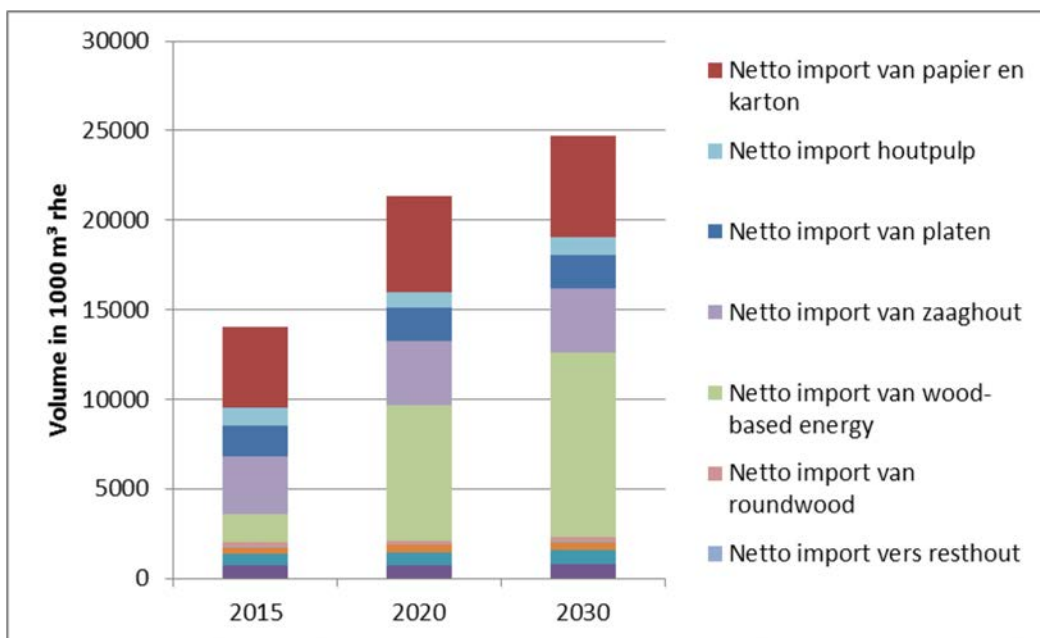
** In de periode voor 2010 zijn geen volledige gegevens beschikbaar over de hoeveelheid energiehout.

Tabel 5 Het daadwerkelijk Nederlandse houtverbruik in 2010 en het verwachte houtverbruik in de jaren 2015, 2020, 2025 en 2030 (in 1.000 m³ rhe) (excl. de netto-import van kant-en-klare hout-, papier- en kartonproducten en houtvezels voor de dierhouderij).

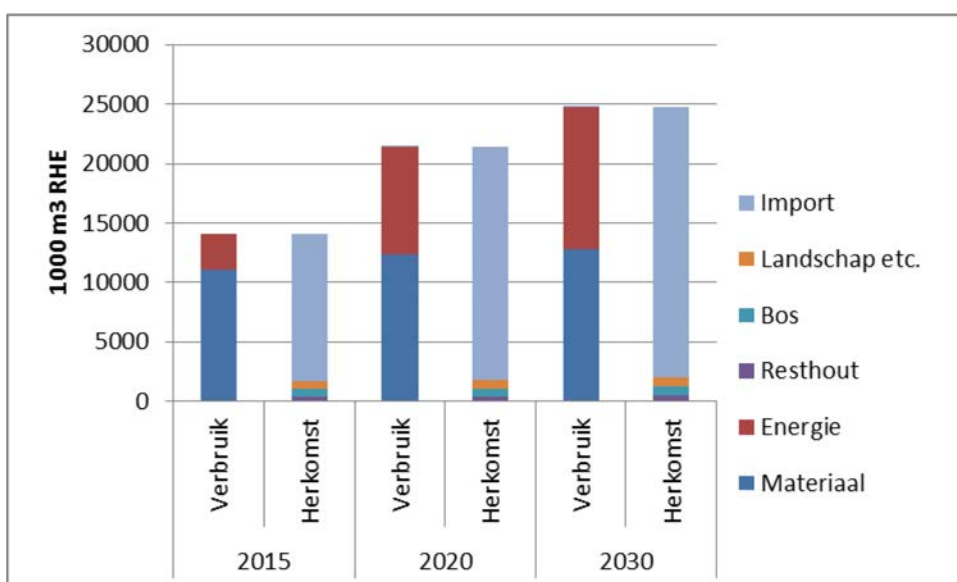
	2010	2015	2020	2025	2030
Gezaagd hout totaal	3.940	3.500	3.950	3.910	3.940
Plaatmateriaal	1.850	1.790	1.850	1.850	1.910
Papier en karton*	6.500	5.770	6.500	6.730	6.940
Energiehout	3.500	3.000	9.070	10.500	11.900
Totaal	15.790	14.050	21.370	22.990	24.690

* Het als grondstof ingezette oudpapier is in mindering gebracht op het totale verbruik.

Figuur 18 en Figuur 19 maken nog een keer duidelijk dat het Nederlandse houtverbruik met name is gebaseerd op geïmporteerd hout en dat het aandeel van de import binnen het verbruik alleen maar zal toenemen. Onder het referentiescenario is de verwachting dat de toepassing van Nederlands hout in de periode 2015-2030 qua volume ongeveer gelijk zal blijven, maar een kleiner aandeel zal hebben binnen het totale verbruik (zie ook hoofdstuk Nederlands bos). Een groter deel van het Nederlandse hout zal in het lokale brandhoutcircuit terechtkomen. In 2015 is Nederland voor ca. 10% zelfvoorzienend, maar dit aandeel zal in 2030 zijn afgenomen tot ca. 8%.



Figuur 18 Bronnen van de in Nederland verbruikte volume houtige biomassa (van semi-producten) in de jaren 2015, 2020 en 2030 (excl. de netto-import van enkele eindproducten).

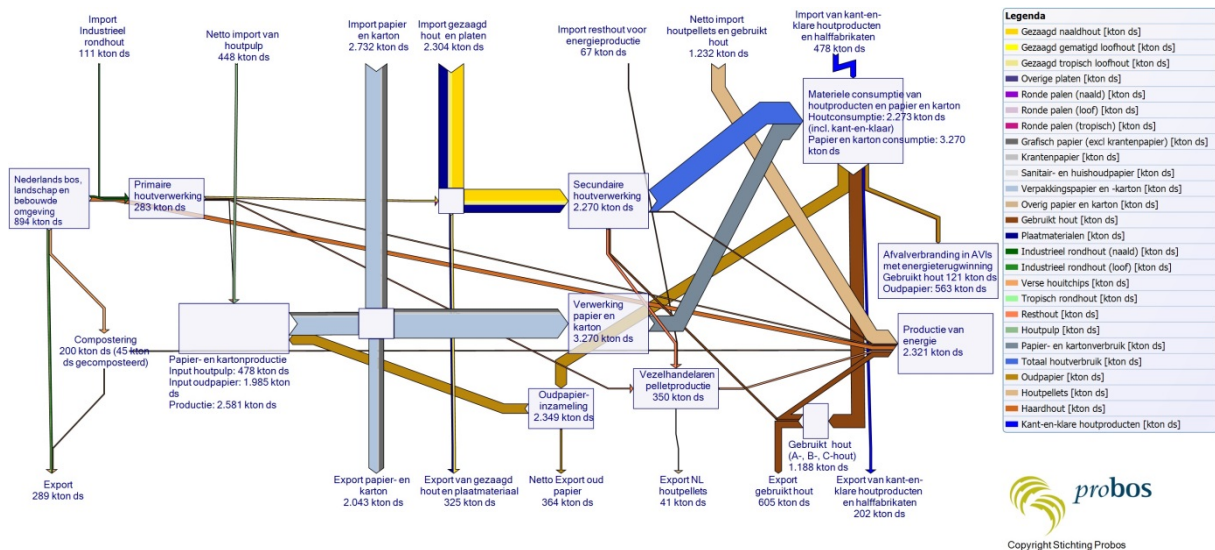


Figuur 19 Het verwachte Nederlandse houtverbruik en de herkomst ervan in 2015, 2020 en 2030 (excl. de netto-import van kant-en-klare hout-, papier- en kartonproducten en houtvezels voor de dierhouderij).

3.11.2 Stroomschema

De Nederlandse houtmarkt kenmerkt zich door het feit dat zij voornamelijk van import afhankelijk is. Het totale Nederlandse houtverbruik in 2013 bedroeg 14,7 miljoen m³ rhe (rondhoutequivalent), waarvan 10,3% uit Nederland afkomstig is.

Figuur 20 toont een stroomschema van de Nederlandse houtige biomassa keten, inclusief de verwerkte hoeveelheid biomassa per schakel, in kton ds³ of kton product (voor papier en karton). Aan de bovenkant van de Figuur staat de import, aan de linkerkant de Nederlandse primaire houtige bronnen, de export verlaat aan de onderkant het systeem en rechts staan het eindgebruik, de afvalfase en de energetische toepassing in Nederland. De dikte van de pijlen is evenredig met de hoeveelheid. In de Figuur zijn alle typen houtstromen opgenomen, dus van rondhout uit het bos tot aan het hout dat in de afvalfase belandt, inclusief resthout dat vrijkomt bij de ver- en bewerking van hout. Belangrijke inputstromen zijn papier en karton, gezaagd hout en plaatmateriaal, energiepellets en kant-en-klare houtproducten.

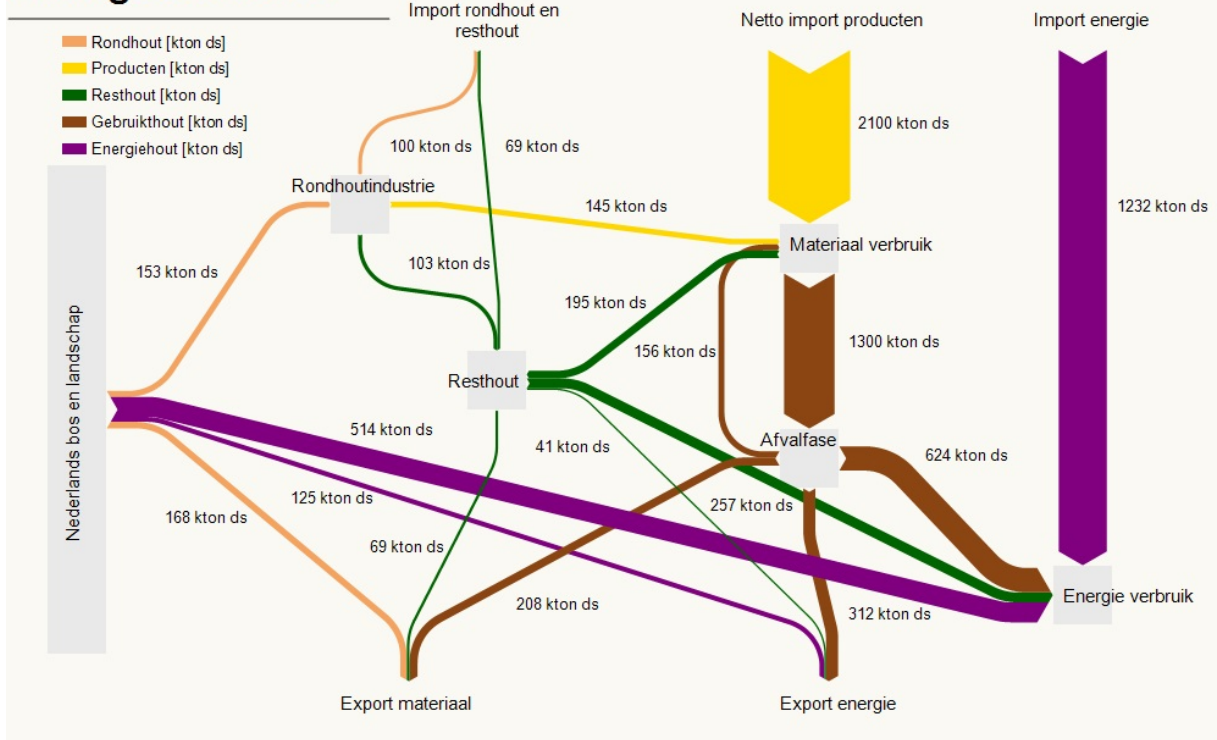


Figuur 20 Stroomschema voor de Nederlandse houtige biomassa stromen in 2011 (in kton ds) (Oldenburger et al. 2012). Importstromen staan aan de bovenzijde. Binnenlands hout komt van links in de figuur. De recycling van papier valt op en verder dat een groot deel van het binnenlands hout direct verbrand wordt. Ook valt op dat na eenmalig gebruik het meeste hout verbrand wordt.

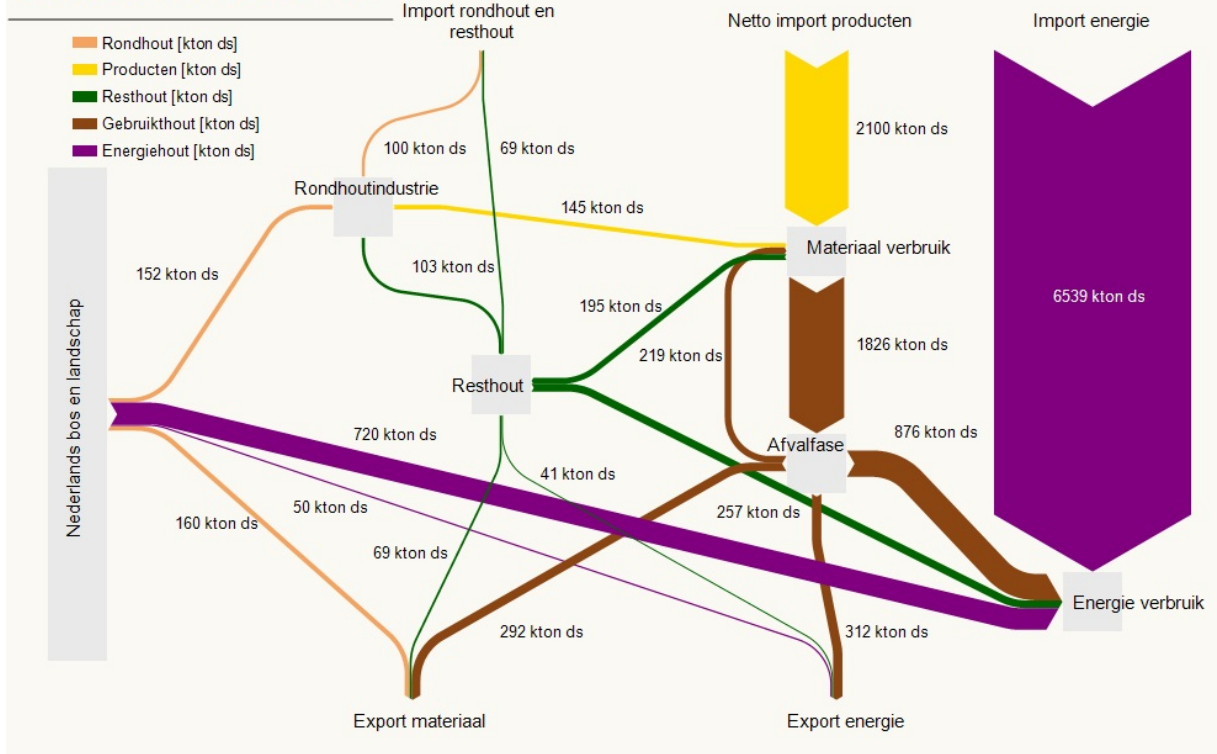
Figuur 21 toont het vereenvoudigde stroomschema voor 2015 (zie paragraaf 2.3 voor een beschrijving van de aannames ter versimpeling) en voor de situatie in 2030 onder het referentiescenario. De import van pellets neemt enorm toe om te kunnen voorzien in de toegenomen vraag naar houtige biomassa voor energietoepassing. Bij ongeveer gelijkblijvende consumptie en aangenomen levensduur zal de hoeveelheid gebruikt hout stijgen van 1300 kton ds naar 1826 kton ds in 2030. We nemen aan dat de toepassing van deze hoeveelheid gelijk verdeeld wordt over de huidige toepassingen. Door de toegenomen vraag naar energiehout zullen de grondstofprijzen echter stijgen en zullen resthout en gebruikt hout steeds interessanter worden als grondstof voor bio-energie. De papier- en kartonindustrie is weggelaten uit het schema, maar ook hier zal een stijging in grondstofprijzen bestaande stromen kunnen wijzigen. Veel ingezameld oudpapier en karton wordt op het moment geëxporteerd (Figuur 20), maar zou bij stijgende prijzen voor opwekking van bio-energie of andere toepassingen ingezet kunnen worden, wat de import van energiehout vermindert.

³ De eenheid kton ds is gehanteerd, omdat op basis daarvan de energie-inhoud van de betreffende stroom eenvoudig te berekenen is. Er hoeft dan namelijk geen rekening te worden gehouden met het vochtgehalte.

Huidige toestand



Referentiescenario



Figuur 21 Vereenvoudigd stroomschema voor het referentiescenario in 2015 (boven) en 2030 (onder). Voor uitleg zie paragraaf 2.3.

3.11.3 Duurzaamheid van het geproduceerde hout

Binnen de productgroep gezaagd hout en plaatmateriaal is het marktaandeel dat aantoonbaar duurzaam geproduceerd is, gestegen van 13,4% in 2005 tot 74,0% in 2013⁴ (FSC: 40,9% en PEFC: 33,1%). Gezaagd tropisch loofhout en gezaagd gematigd loofhout scoren relatief laag (respectievelijk 40,4% en 20,7%), maar vormen maar een klein deel van het gebruikte volume. Hierbij is het Maleisische boscertificeringssysteem MTCS nog niet als aantoonbaar duurzaam opgenomen, omdat het in 2013 nog niet de status duurzaam had binnen het duurzaam inkoopbeleid van de Nederlandse overheid. Inclusief het MTCS gecertificeerde hout stijgt het aandeel duurzaam geproduceerd gezaagd tropisch loofhout van 40,4% naar 66%, en het totaal van 74,0% naar 76,3% (Oldenburger *et al.* 2015).

Naar verwachting zal het marktaandeel aantoonbaar duurzaam geproduceerd hout in 2030 binnen de productgroep gezaagd hout en plaatmateriaal zijn toegenomen tot ongeveer 90% (Tabel 7). Dit is met name als gevolg van de verdere toename binnen de productgroepen gezaagd naaldhout en plaatmateriaal. Ook de productgroepen gezaagd tropisch hardhout en gezaagd gematigd loofhout laten naar verwachting een groei zien. Het aandeel aantoonbaar duurzaam bij gezaagd tropisch hardhout is naar verwachting 70-85% in 2030⁵. De range is het gevolg van het wel of niet meenemen van MTCS als aantoonbaar duurzaam. De groei wordt gerealiseerd op basis van reeds gestarte/recentelijk afgeronde initiatieven, zoals de Green Deal Bevorderen duurzaam bosbeheer, de Sustainable Tropical Timber Coalition (STTC), het VVNH-beleidsplan en afgesloten convenanten door FSC Nederland. Gezaagd gematigd loofhout blijft achter met een te verwachten aandeel van 50%. Ten eerste wordt dit veroorzaakt door het feit dat 50% van de consumptie bestaat uit populieren voor met name de emballage-industrie. Deze populieren zijn onder andere afkomstig uit beplantingen buiten bosverband en deze zijn niet onder FSC of PEFC te certificeren. Daarnaast lijkt het erop dat de sectoren waarbinnen het gematigd loofhout wordt afgezet (meubel- en interieurbouw, vloeren, emballage-industrie) niet in staat zijn het marktaandeel aantoonbaar duurzaam binnen het volume te vergroten. Alleen indien er aanvullende acties binnen deze sectoren worden genomen, zal het marktaandeel substantieel kunnen toenemen.

47,1% van het in Nederland verbruikte volume papier en karton was in 2013 voorzien van een certificaat voor duurzaam bosbeheer (FSC of PEFC). In 2011 was dit nog 32,8% (Tabel 3.2) (Oldenburger *et al.* 2015). Ook bij papier en karton komt het aandeel aantoonbaar duurzaam in 2030 naar verwachting uit op 90%. Het marktaandeel is naar verwachting binnen alle grote productgroepen 80% of meer. Deze ontwikkeling is gebaseerd op een continuering van de ontwikkeling in het marktaandeel tussen 2011 en 2013.

Volgens de monitoringsresultaten binnen de Green Deal vaste biomassa over het jaar 2013 was meer dan 96% van de door de ondertekenaars ingezette houtige biomassa voorzien van een certificaat waarmee de duurzaamheid van de houtige biomassa kan worden aangetoond (RVO, 2014). Het betrof met name met het Green Gold Label gecertificeerde energiepellets. Indien de afspraken in het Energieakkoord worden nageleefd, zouden deze energiepellets in 2030 100% aantoonbaar duurzaam moeten zijn, en dan met FSC of gelijkwaardig. De pellets met het Green Gold Label voldoen grotendeels aan deze eis.

⁴ Hout dat aantoonbaar op de markt is gebracht met een certificatiesysteem dat is geaccepteerd binnen het duurzaam inkoopbeleid van de Nederlandse overheid op basis van de inkoopcriteria voor duurzaam geproduceerd hout (Timber Procurement Assessment System, TPAS). Voor het jaar van de marktmeting (2013) waren dat de certificatiesystemen FSC en PEFC, exclusief het Maleisische certificatiesysteem MTCS, omdat dit pas per 2 juni 2014 door staatssecretaris Mansveld van Infrastructuur en Milieu voor een voorlopige periode van twee jaar is toegelaten.

⁵ Daarbij is de aanname gemaakt dat het gecertificeerde bosareaal in de tropen toeneemt of ten minste gelijk blijft. Dit ondanks de vrees vanuit de markt dat verwacht wordt dat verschillende concessies hun certificering zullen laten verlopen, omdat de kosten niet opwegen tegen de baten.

De overige houtige biomassa is met name uit Nederland afkomstig. Het resthout uit de houtverwerkende industrie kan met een certificaat voor duurzaam bosbeheer beschikbaar komen. Naarmate het aandeel aantoonbaar duurzaam binnen het Nederlandse houtverbruik toeneemt, zal dit aandeel ook binnen het resthout groeien.

Met betrekking tot de verse houtige biomassa uit het Nederlands bos, natuur, landschap en de bebouwde omgeving kunnen nu en in de toekomst twee stromen worden onderscheiden. Een stroom afkomstig uit FSC of PEFC gecertificeerd bos en een stroom uit niet-gecertificeerd bos of uit andere bronnen. De eerste stroom is volledig met certificaat voor duurzaam bosbeheer beschikbaar, mits erom wordt gevraagd. De houtige biomassa uit de andere bronnen is in ieder geval niet beschikbaar met een FSC- of PEFC-certificaat, omdat houtige beplantingen buiten het bos niet onder FSC of PEFC gecertificeerd kunnen worden. De duurzaamheid van deze stroom zal dus, indien gewenst, op een andere manier moeten worden aangetoond. Bijvoorbeeld via de NTA8080.

Tabel 6 *Het totaal volume gezaagd hout, plaatmateriaal en papier en karton dat in Nederland in 2013 is verbruikt, verdeeld over de verschillende productgroepen en het aandeel duurzaam geproduceerd binnen het totaal en per productgroep (Oldenburger et al. 2015).*

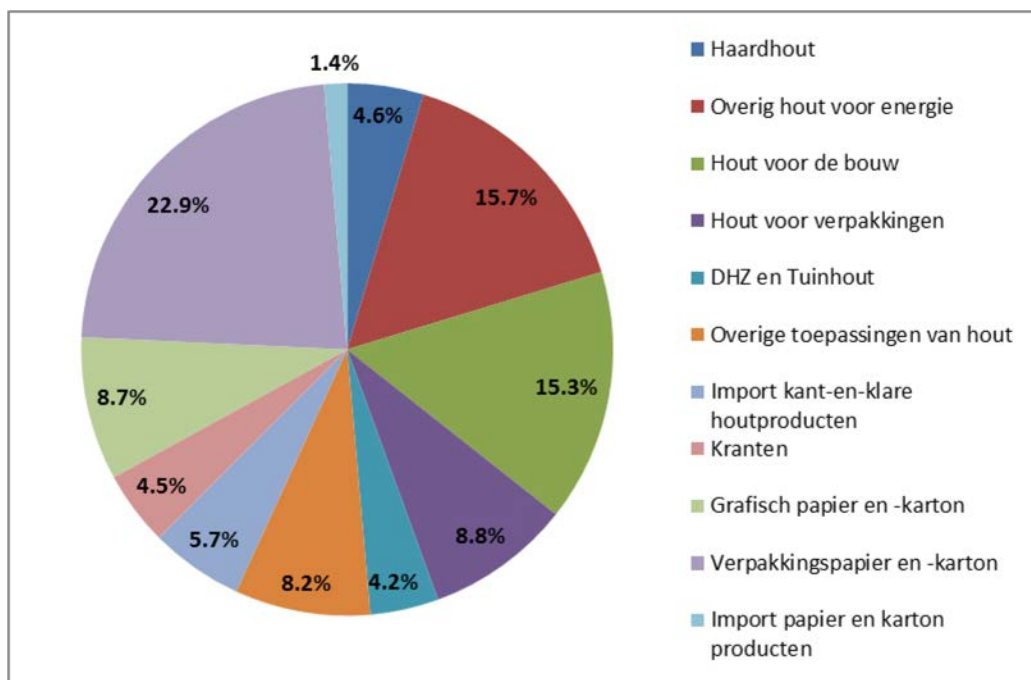
	Totale verbruik	Eenheid	Aandeel duurzaam
Totaal gezaagd hout en plaatmateriaal	5.098.000	m ³ rhe	74,0%
Gezaagd naaldhout	2.688.000	m ³ rhe	80,0%
Gezaagd tropisch hardhout	388.000	m ³ rhe	40,4%
Gezaagd gematigd loofhout	213.000	m ³ rhe	20,7%
Plaatmateriaal	1.763.000	m ³ rhe	79,8%
Totaal papier en karton	2.755.000	ton	47,1%
Grafisch papier en karton	664.000	ton	50,7%
Krantenpapier	237.700	ton	66,6%
Verpakkingspapier en -karton	1.641.100	ton	44,1%
Hygiënisch papier	147.900	ton	51,6%
Overig papier	64.100	ton	3,1%

Tabel 7 Ontwikkeling van het aandeel aantoonbaar duurzaam geproduceerd hout en papier en karton binnen het totaal en per productgroep, gebaseerd op Oldenburger et al. (2015).

Productgroep		2011	2013	2020	2030
Totaal gezaagd hout en plaatmateriaal	Excl. MTCS	66%	74%	85%	91%
	FSC	24%	41%		
	PEFC	42%	33%		
	Incl. MTCS	67%	76%	88%	93%
	FSC	24%	41%		
Gezaagd naaldhout	PEFC	43%	36%		
		86%	80%	95%	98%
Gezaagd tropisch hardhout	FSC	23,7%	42%		
	PEFC	43,3%	38%		
	Excl. MTCS	39%	40%	55%	70%
	FSC	23,7%	40%		
	PEFC	43,3%	0%		
Gezaagd gematigd loofhout	Incl. MTCS	46%	66%	75%	85%
	FSC	23,7%	40%		
	PEFC	43,3%	26%		
		23%	21%	30%	50%
	FSC	23,7%	12%		
Plaatmateriaal	PEFC	43,3%	9%		
		51%	80%	90%	95%
	FSC	23,7%	44%		
Totaal papier en karton	PEFC	43,3%	36%		
		33%	47%	73%	90%
	FSC	24%	38%		
Grafisch papier en karton	PEFC	9%	9%		
		44%	51%	64%	80%
	FSC	35%	32%		
Krantenpapier	PEFC	9%	19%		
		35%	67%	90%	95%
	FSC	12%	39%		
Verpakkingspapier en -karton	PEFC	23%	28%		
		26%	44%	76%	95%
	FSC	23%	44%		
Hygiënisch papier	PEFC	3%	0%		
		61%	65%	72%	80%
	FSC	32%	24%		
Overig papier	PEFC	29%	41%		
		4%	3%	30%	60%
	FSC	4%	3%		
	0%	0%			

3.11.4 Houtverbruik per inwoner

Op basis van het totale Nederlandse houtverbruik en de verschillende toepassingen is het mogelijk het houtverbruik per inwoner in 2013 in te schatten. Het totale houtverbruik in 2013 bedroeg 14,7 miljoen m³ (excl. oud papier en gebruikt hout). In 2013 had Nederland 16,8 miljoen inwoners (CBS 2014). Samen resulteert dit in een houtverbruik per inwoner van 0,87 m³ rhe. Figuur 22 laat zie hoe dit houtverbruik is verdeeld over de verschillende toepassingen. Het wereldgemiddelde houtverbruik zit rond de 0,55 m³ rhe/capita. In de VS bedraagt het 1,9 m³ rhe/capita, in Finland 3,6 m³ rhe/capita.



Figuur 22 Verdeling van het houtverbruik per inwoner over de verschillende toepassingen (Probos 2014; Oldenburger et al. 2012; Oldenburger et al. 2015; Oldenburger & de Groot 2015).

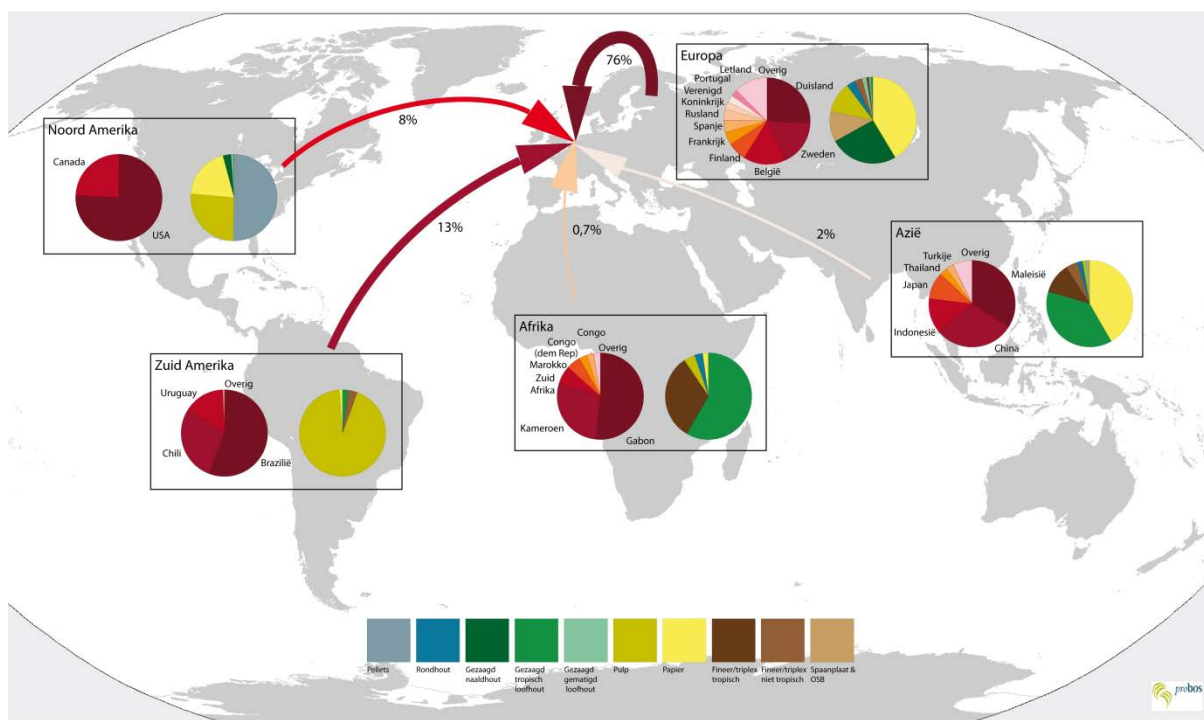
3.12 Internationale markt

Het overgrote deel van het door Nederland geïmporteerde hout komt uit de rest van Europa; dit is 76% van alle import. Op de tweede plaats staat Zuid-Amerika, met 13% van de totale import. Van de totale import van 31 miljoen m³ rhe komt het overgrote deel als pulp en papier naar Nederland. Deze import is overigens niet uitsluitend voor de Nederlandse markt bestemd, maar inclusief rechtstreekse doorvoer. Tabel 8 en Figuur 23 geven de gedetailleerde stromen.

Zoals hierboven is aangegeven, zal het belang van import binnen de Nederlandse houtconsumptie in 2030 nog verder zijn gegroeid naar 92%. Deze groei wordt in het referentiescenario voornamelijk veroorzaakt door de veronderstelde import van houtige biomassa voor energiedoelinden en dan met name de bij- en meestook in kolencentrales of installaties die uitsluitend op energiepellets draaien. Deze import zal met name uit Noord-Amerika afkomstig zijn, maar import van energiepellets uit regio's met een groot areaal plantages ligt voor de hand. Daarbij moet dan met name worden gedacht aan Zuid-Amerika en bijv. Zuid-Afrika; in veel mindere mate de rest van Afrika en Zuidoost-Azië.

Tabel 8 Geïmporteerde hoeveelheden primaire houtproducten door Nederland in 2013 (in m³ rhe) (CBS handelsstatistiek bewerkt door Probos).

Producten	Afrika	Noord-Amerika	Midden en Zuid-Amerika	Azië (incl. Oceanië)	Europa
Pellets	-	958.518	-	-	142.408
RONDHOUT excl. Brandhout en houtskool	2.480	10	745	5.127	263.000
Gezaagd naaldhout	-	35.905	3.664	535	2.814.531
Gezaagd gematigd loofhout	171	9.238	-	2.658	184.961
Gezaagd tropisch hardhout	83.578	27	59.190	171.000	94.886
Plaatmateriaal	57.972	3.706	80.968	85.482	1.927.941
Niet-tropisch finer en triplex	-	2.727	80.711	17.487	400.833
Tropisch finer en triplex	57.972	-	230	65.486	165.871
Spaanplaat, vezelplaat en OSB	-	979	26	2.510	1.361.237
Houtpulp	15.817	1.115.867	6.584.419	14.244	4.565.972
Papier en karton	4.716	543.303	45.835	337.776	11.003.639
Totaal	164.733	2.666.574	6.774.820	616.822	20.997.338



Figuur 23 Herkomst regio's van het door Nederland geïmporteerde primaire houtproducten⁶ in 2013 (CBS handelsstatistiek bewerkt door Probos). Europa plus de eigen binnenlandse productie dekken 86% van de Nederlandse consumptie. In het referentiescenario nemen we aan dat vooral de import van Noord- en Zuid-Amerika sterk zal toenemen, en de import van tropisch hardhout nog verder zal afnemen. Rusland is een erg onzekere factor, maar wordt hier verondersteld geen grote rol te gaan spelen.

Binnen de andere productgroepen zal de situatie min of meer hetzelfde blijven. Binnen EFSOS II wordt wel verwacht dat Duitsland richting 2030 last zal krijgen van tekorten en meer houtproducten zal moeten importeren. Als gevolg hiervan zal binnen de Nederlandse import voor het gezaagd naaldhout en plaatmateriaal een verschuiving optreden van Duitsland naar Scandinavië (met name Zweden), maar de Scandinavische wens om een grote rol te spelen in de bio-economie zet de beschikbaarheid van hout daar ook onder druk. De rol van Rusland als leverancier van gezaagd naaldhout zal in dat geval mogelijk toenemen, maar de rol van Rusland blijft erg onzeker.

Biochemietrends in Zweden en Finland zetten ook daar de export van platen en pulp onder druk, omdat deze producten concurreren om dezelfde lage kwaliteiten grondstoffen als de biochemie. Al met al moet Nederland niet te veel verwachten van haar traditionele houtleveranciers Duitsland, Finland en Zweden.

Daarnaast zal als gevolg van een afname van de consumptie van tropisch plaatmateriaal de import van plaatmateriaal uit met name Afrika en in mindere mate Azië afnemen. De consumptie van tropisch plaatmateriaal neemt af als gevolg van het feit dat er betaalbare alternatieven beschikbaar zijn met vergelijkbare eigenschappen. Daarnaast wijken bedrijven uit naar andere typen plaatmateriaal, omdat ze daarmee gemakkelijker kunnen voldoen aan de eisen vanuit de Europese Houtverordening (EUTR; risicomanagement).

⁶ Rondhout, energiepellets, gezaagd hout, plaatmateriaal, houtpulp (cellulose), papier en karton etc.

3.13 Directe economische betekenis Nederlandse bos- en houtsector

3.13.1 Productiewaarde

De totale productiewaarde (ook wel aangeduid met omzet of opbrengst) van het Nederlandse bos- en houtcomplex wordt geraamd op 15 à 16 miljard euro per jaar in de periode 2010-2012 (Tabel 9). Daarvan komt maar liefst 97% op conto van de verwerking, toelevering en distributie en slechts 3% op de primaire productie. De beperkte betekenis van de primaire productie is ook af te lezen aan de fysieke houtstromen: van de totale hoeveelheid beschikbare hout in Nederland is 10% afkomstig van de Nederlandse primaire sector (bos, landschap en bebouwde omgeving). Het nog lagere aandeel van de primaire productie in de productiewaarde is te wijten aan de aanwending van een groot deel (bijna de helft) van de Nederlands houtproductie voor energieproductie.

Nederland is wel in een goede uitgangspositie (haven, infra, chemische sector) om deze rol van het bos- en houtcomplex te versterken. In het referentiescenario komt dit nog nauwelijks tot uitdrukking, omdat veel van de extra import gebruikt wordt voor directe energie toepassing. Voor de projecties onder het referentiescenario baseren we ons zoveel mogelijk op ontwikkelingen van de afgelopen 20 jaar. Als we naar het verleden kijken, is de voor inflatie gecorrigeerde productiewaarde van bosbouwproducten tussen 1992 en 2012 gegroeid met ongeveer 18%. We veronderstellen dat deze tendens zich voortzet.

De reële productiewaarde van de sector hout- en houtproducten is tussen 1992 en 2012 ongeveer stabiel gebleven, terwijl de productiewaarde van de sector papier- en papierwaren met ongeveer 13% gedaald is. Voor het totaal aan verwerkende industrie is daarmee de productiewaarde met ongeveer 10% gedaald. Daar bovenop komt een toename in productiewaarde door extra bijstook van hout in kolencentrales, die echter in de totale productiewaarde slechts een beperkte toevoeging geeft.

Tabel 9 Raming productiewaarde (miljard euro) Nederlands bos- en houtcomplex^a, 2010-2012 en schatting voor 2030.

	2010	2011	2012	2030
Primaire productie	0,5	0,5	0,5	0,6
Verwerking, toelevering en distributie	14,7	15,3	14,9	13,8
Totaal	15,2	15,8	15,4	12,4

^a Bos- en houtcomplex gebaseerd op binnenlandse en buitenlandse grondstoffen.

Bron: Algemene input-outputtabel, bewerking LEI Wageningen UR.

3.13.2 Toegevoegde waarde

De toegevoegde waarde van de Nederlandse bos- en houtsector wordt voor de periode 2010-2012 geraamd op gemiddeld 6 miljard euro per jaar (Tabel 10). De verwerkende sector neemt veruit het grootste deel van de toegevoegde waarde voor z'n rekening: ruim 3 miljard euro, ofwel 50%. Daarna volgen de toeleverende en distributiesectoren met respectievelijk 35% en 13%. De Nederlandse primaire productie van hout (uit bossen, landschap en bebouwde omgeving) levert met 0,1 miljardeuro (1,6%) een bescheiden bijdrage aan het Nederlandse bos- en houtcomplex. Dat aandeel is aanzienlijk lager dan het aandeel in de fysieke houtstromen. Het Nederlandse bos- en houtcomplex stoelt in hoge mate op de import van hout, van grondstoffen en halffabricaten tot kant-en-klare producten. De bijdrage van het Nederlandse bos- en houtcomplex aan de totale Nederlandse economie komt in het tijdvak 2010-2012 uit op gemiddeld 1,1%.

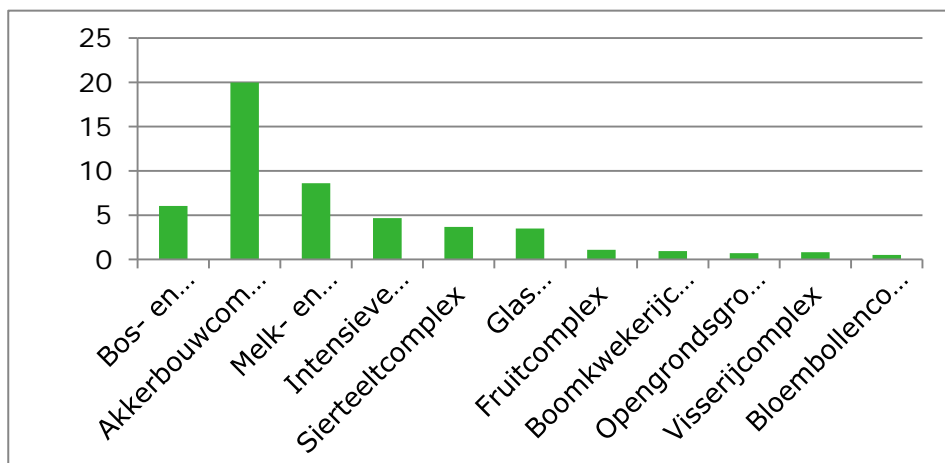
Tabel 10 Raming toegevoegde waarde (miljard euro) Nederlands bos- en houtcomplex^a 2010-2012 en schatting voor 2030.

	2010	2011	2012	2030
Toegevoegde waarde (factorkosten) totaal	6,0	6,2	5,9	5,0
w.v. primaire productie	0,1	0,1	0,1	0,1
Verwerking	3,1	3,1	2,9	2,3
Toelevering	2,1	2,2	2,1	1,9
Distributie	0,8	0,8	0,7	0,7
Aandeel (%) toegevoegde waarde in nationaal totaal	1,1	1,1	1,0	

^a Bos- en houtcomplex gebaseerd op binnenlandse en buitenlandse grondstoffen.

Bron: Algemene input-outputtabel, bewerking LEI Wageningen UR.

Het totale agrocomplex is een bundeling van een aantal uiteenlopende deelcomplexen. In de LEI-publicatie (Silvis *et al.* 2015) over het agrocomplex worden negen deelcomplexen onderscheiden. Uit de vergelijking met deze deelcomplexen blijkt dat de toegevoegde waarde van de bos- en houtsector lager is geraamd dan die van het akkerbouw en melk- en vleesvee-complex, maar hoger dan die van de andere complexen (Figuur 24).



Figuur 24 Toegevoegde waarde (miljard euro) van het bos- en houtcomplex en agrocomplexen, gemiddelde 2010-2012.

3.13.3 Werkgelegenheid

Het Nederlandse bos- en houtcomplex vertegenwoordigt een werkvolume van gemiddeld 69.000 arbeidsjaren op jaarbasis in de periode 2010-2012 (Tabel 11). Het aantal (deeltijd)banen ligt ruimschoots boven het aantal arbeidsjaren.

Tabel 11 Raming werkgelegenheid (1.000 arbeidsjaren) Nederlands bos- en houtcomplex^a 2010-2012 en schatting voor 2030.

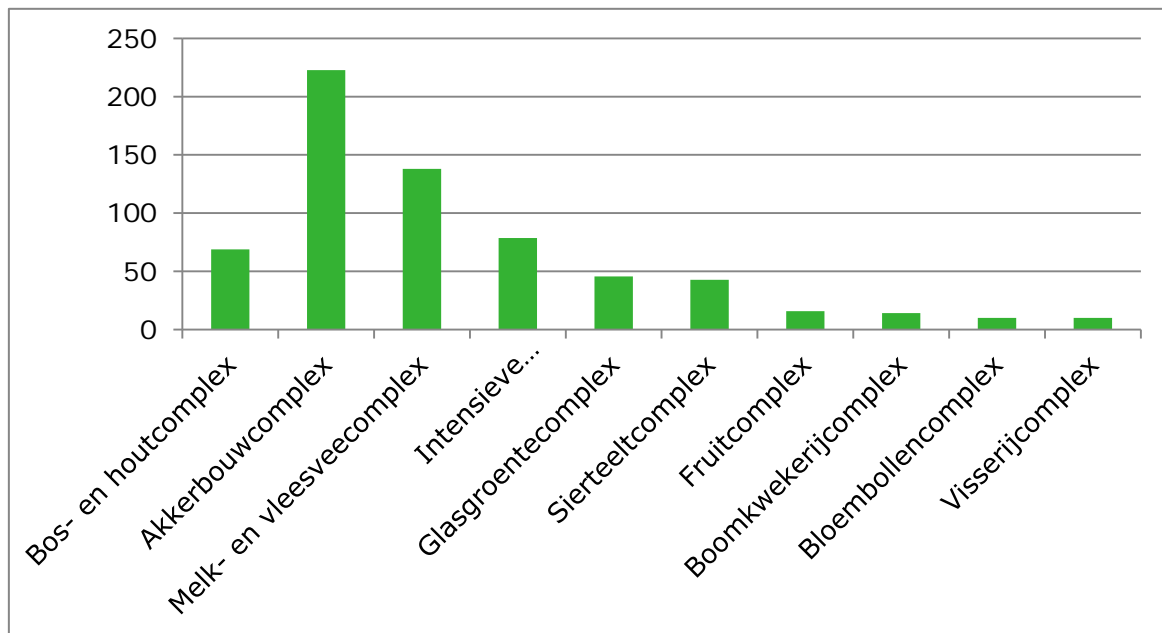
	2010	2011	2012	2030
Werkgelegenheid totaal	68,9	70,1	67,4	50
w.v. primaire productie	1,0	1,0	1,0	1,0
Verwerking	35,7	36,6	34,5	24
Toelevering	23,0	23,2	22,9	18
Distributie	9,2	9,3	9,0	7
Aandeel (%) werkgelegenheid in nationaal totaal	1,0	1,0	0,9	

^a Bos- en houtcomplex gebaseerd op binnenlandse en buitenlandse grondstoffen.

Bron: Algemene input-outputtabel, bewerking LEI Wageningen UR.

De verwerkende sector levert de meeste werkgelegenheid (52%), gevolgd door de toeleverende sectoren (33%), de distributie (13%) en de primaire sector (1,5%). Deze aandelen komen overeen met de aandelen van deze sectoren in de toegevoegde waarde. De verwerkende sector levert in verhouding met de toegevoegde waarde wat meer werk, de toeleverende sector wat minder. Anders gezegd: de arbeidsproductiviteit ligt in de toeleverende sector wat hoger dan in de verwerkende sector. De bijdrage van het Nederlandse bos- en houtcomplex aan de totale Nederlandse werkgelegenheid ligt in de jaren 2010-2012 op gemiddeld 1%.

Qua werkgelegenheid moet het bos- en houtcomplex behalve het akkerbouwcomplex en het melkveehouderijcomplex ook het intensieve-veehouderijcomplex voor laten gaan. De andere deelcomplexen blijven echter achter bij het bos- en houtcomplex (Figuur 25).



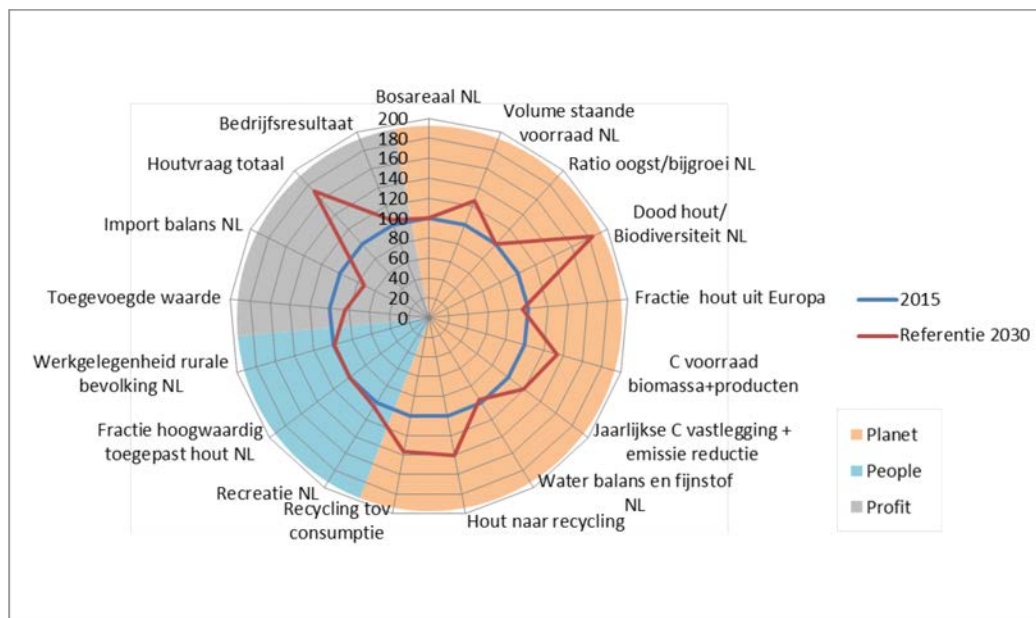
Figuur 25 Werkgelegenheid (1.000 arbeidsjaren) van het bos- en houtcomplex en agrocomplexen, gemiddelde 2010-2012.

In de afgelopen twintig jaar is de werkgelegenheid in de verwerkende industrie met ongeveer 35% gedaald. Voor de werkgelegenheid van de verwerking van bosbouwproducten veronderstellen we dat deze trend zich doorzet. Voor de toegevoegde waarde wordt deze daling in de werkgelegenheid gecompenseerd door een stijging van de beloning van de productiefactoren van ongeveer 15%.

Voor de primaire productie wordt verondersteld dat de arbeidsinzet ongeveer gelijk blijft doordat de verminderde arbeidsinzet door technologische ontwikkeling wordt gecompenseerd door een toename van werkgelegenheid, aangezien door verandering in de aard van de oogst meer handwerk nodig is. Voor de toegevoegde waarde in de primaire productie betekent dit een stijging van de toegevoegde waarde van 15%, die echter niet zichtbaar is in de nauwkeurigheid van de tabel. Voor de toelevering aan de bosbouwsector veronderstellen we dat de trend in de arbeidsproductiviteit zich doorzet, hetgeen een stijging betekent van de arbeidsproductiviteit van ongeveer 30%, die voor de toegevoegde waarde echter gecompenseerd wordt door een reële loonkostenstijging van ongeveer 15% (CBS, Tabel Beloning en arbeidsvolume van werknemers, bedrijfstak; nationale rekeningen, 1995-2014).

3.14 3P-analyse

Figuur 26 geeft d.m.v. een spinnenweb diagram aan hoe het referentiescenario scoort op de 3P's. Het referentiescenario scoort in 2030 duidelijk beter op Planet-indicatoren. Dood hout en de C-voorraad in het bos nemen duidelijk toe, evenals hout dat beschikbaar komt voor recycling. Maar omdat er geen reactie ontstaat op de verhoogde vraag, scoort de referentie zwak op Profit en People.



Figuur 26 3P-analyse voor het referentiescenario in 2015 en in 2030.

3.15 Conclusies referentiescenario

Samenvattend concluderen we:

- In het referentiescenario verwachten we dat de consumptie van hout en vezels voor producten, chemie en energie stijgt van de huidige 15 miljoen m³ rhe, naar 25 miljoen m³ rhe in 2030.
- De vraag naar hout neemt vooral drastisch toe in energiehout (Figuur 21). Ondanks het tekort reageert de Nederlandse bosbouw in de referentie niet of nauwelijks; de Nederlandse afhankelijkheid van buiten de EU neemt toe.
- Omdat we aannemen dat Nederlands bosbeheer en EU bosbeheer in de referentie niet of nauwelijks reageren, worden de belangrijke regio's voor levering van buiten de EU: het zuidoosten van de VS, Canada (oost) en Brazilië.
- In de huidige situatie zijn export landen als Duitsland, België, Zweden en Finland heel belangrijk, maar door de eigen binnenlandse vraag en andere vraag vanuit EU-landen voor de bio-economie neemt export vanuit deze landen af. Rusland neemt deze rol waarschijnlijk niet over. Ook import vanuit de tropen neemt af. De fractie duurzaam hout in de consumptie neemt wel sterk toe door biomassacriteria.
- Veranderingen in het Nederlandse bos zijn gering tot 2030. Het bos wordt wel ouder, de bomen dikker en de bijgroei in naaldhout neemt iets af. We eten de investeringen uit het verleden op. Op termijn is dit geen duurzaam bosbeheer. Er komen dikkere diameters in de oogst, terwijl hier voor de bio-economie minder behoefte aan is en ook te hoog geprijsd is, maar wel gebruikt kan worden.
- De vervulling van Ecosysteemdiensten door het Nederlandse bos verbetert: de CO₂-voorraad in bos neemt iets toe, vermeden emissies als gevolg van houtgebruik zijn significant (8% van totale Nederlandse uitstoot). Toelevering van water aan grondwater neemt iets toe en ingevangen fijnstof neemt iets toe. De biodiversiteit in het Nederlandse bos neemt toe, dood hout neemt toe. Recreatie blijft een heel belangrijke functie en blijft ongeveer gelijk.

Samenvattend:

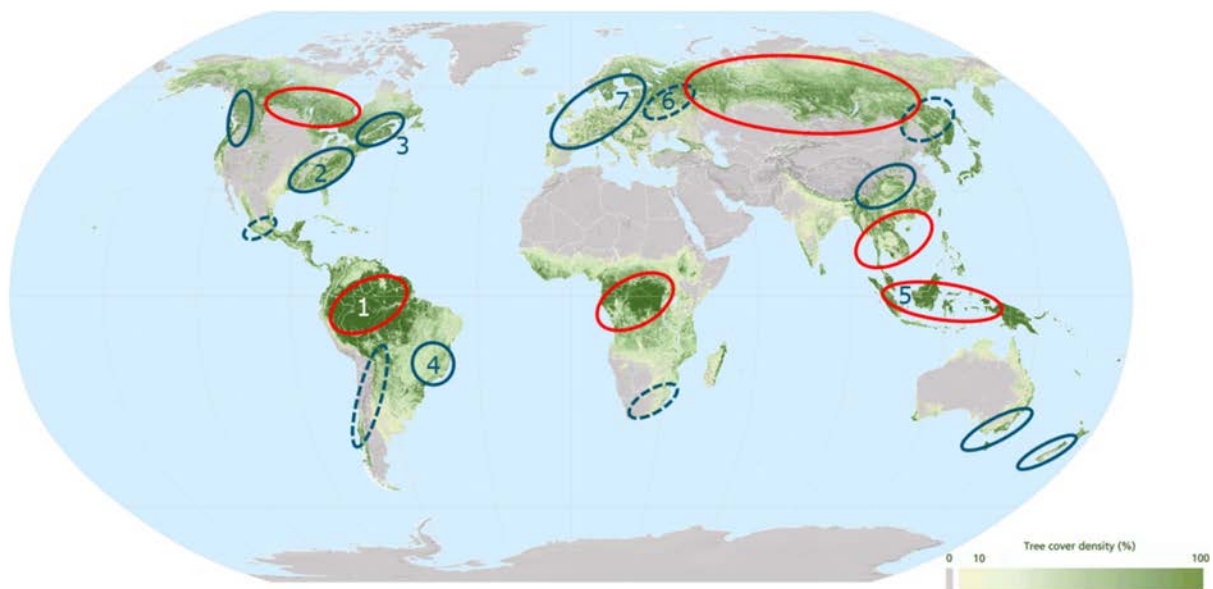
- De grote ambitie in de bio-economie kan, met de trends zoals geschetst in het referentiescenario en de toenemende vraag in omliggende landen, niet worden waargemaakt.
- Door het tekort aan hout en de hoge grondstofprijzen neemt de traditionele houtverwerkende industrie in omvang af. Door de toegenomen prijzen blijft de toegevoegde waarde wel stabiel.
- De financiële positie van boseigenaren verbetert iets, omdat winst op houtverkoop iets toeneemt. Door de toegenomen vraag neemt de houtprijs toe. Werkgelegenheid in de sector neemt onder de referentie verder af.

4 Kan het wereldbos voorzien in grondstoffen voor een Bio-economie?

Wereldbossen in vogelvlucht

Een toekomstige hoge Nederlandse vraag naar hout zal niet op zichzelf staan. Andere landen in Europa hebben vergelijkbare doelen en de handel tussen Nederland en deze landen is intensief. Dus een tekort in de andere Europese landen zal meteen zijn weerslag hebben op het aanbod en de prijzen hier. Ook elders in de wereld wordt een toenemende hout-/biomassavraag voor alleen al bio-energie verwacht die naar 164EJ stijgt (3925 Mtoe ~ 10 miljard m³ (indien aangenomen dat de helft rondhout zou moeten zijn) (IEA 2012, IPCC 2014, Corbey, ministerie van Economische Zaken 2015). IEA bijvoorbeeld verwacht een meer dan verdubbeling van de bio-energievraag. Het IPCC 2014 verwacht dat een potentieel aanbod van 160-270 EJ/j mogelijk moet zijn (IPCC 2014, WGIII, H 11.13 appendix, Johansson *et al.* 2012), alhoewel onduidelijk blijft waar dit vandaan moet komen.

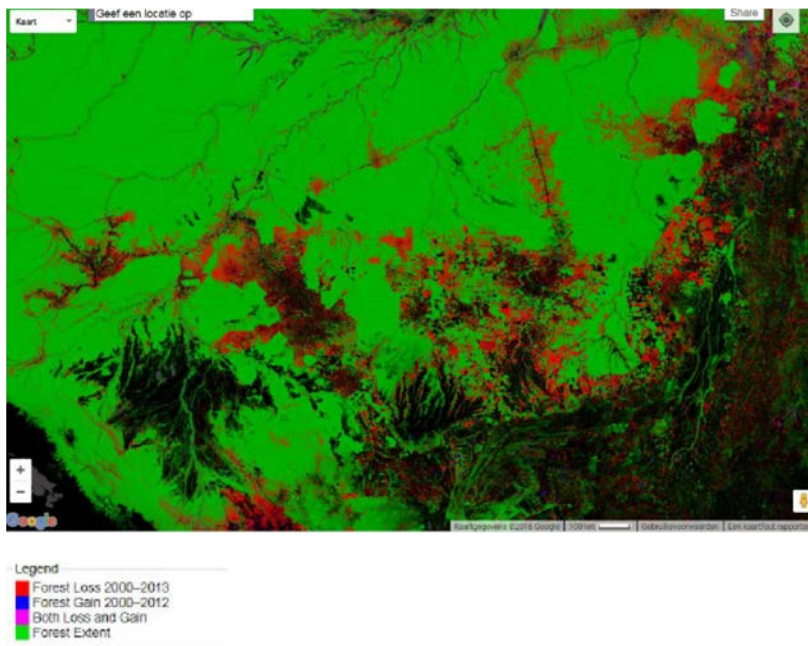
Op wereldniveau is er sprake van zo'n 4 miljard hectare bos en een totale houtoogst (industriële en brandhout) van rond de 4 miljard m³. Vanuit dat oogpunt zou een hogere oogst globaal geen probleem moeten zijn. Toch zien we dat de oogst in de praktijk geconcentreerd is in een paar relatief kleine wereldregio's. Daarom geven we eerst een helikopterbeeld op de wereldbossen, met een focus op de regio's waar nu of in de toekomst meer oogst duurzaam mogelijk is (Figuur 27) en wat de verwachtingen van deze regio's zijn voor toekomstig aanbod van duurzaam geproduceerd hout.



Figuur 27 FAO wereldbossenkaart. Met blauwe cirkels zijn gebieden aangegeven waar overwegend duurzaam bosbeheer plaatsvindt, in blauw gestreepte cirkels gebieden waar in principe duurzaam bosbeheer te ontwikkelen is op basis van secundair/2^e rotatie bos en in rode cirkels gebieden waar veel oerbos ligt en/of een grote mate van ontbossing plaatsvindt. Op gebieden met een cijfer wordt hieronder kort ingezoomd.

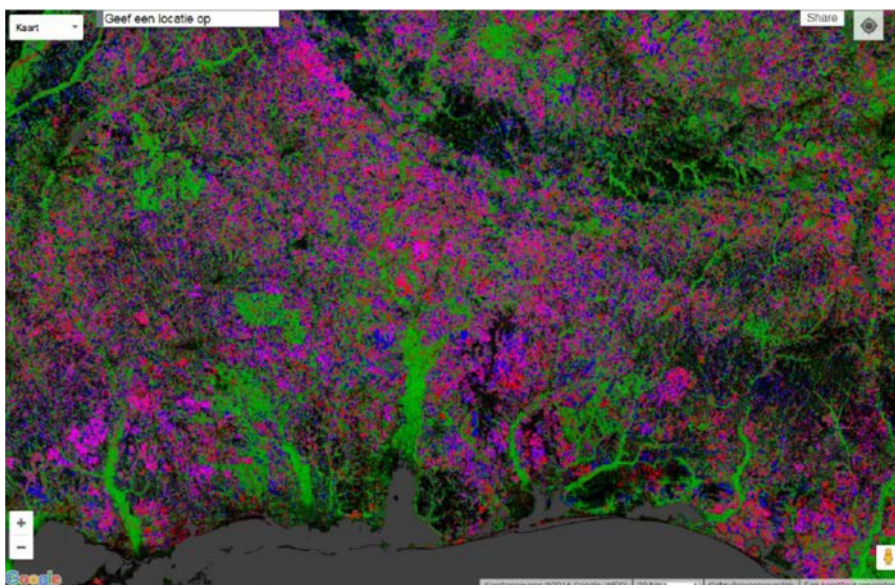
Onderstaande plaatjes uit Hansen *et al.* (2013) zoomen in op de zichtbare dynamiek in de verschillende regio's. Rood: Ontbost in de periode 2000-2013. Blauw: bosuitbreiding in de periode 2000-2013. Paars: in de periode 2000-2013 hebben bosverlies en bosaanleg elkaar afgewisseld. Groen: bos zowel in 2000 als in 2013.

1. Zuidelijke Amazone



Typisch ontbossingsbeeld van de zuidelijk Amazone. Grootschalige landbouw en kleine boeren ontbossen langs wegen en rivieren (rood gebieden met ontbossing tussen 2000 en 2013). Vaak is illegale houtkap een eerste voorbode. Een enorm gebied van deels secundair bos ontstaat. De ontbossingssnelheid is sterk afgenomen de laatste 5 jaar. In principe is in deze zuidelijke zone een duurzame bossector te ontwikkelen die zeer productief zou kunnen zijn en waardoor de druk op de rest van de Amazone vermindert. Op dit moment zijn er geen signalen om aan te nemen dat dit binnen 15-20 jaar gaat ontstaan (Kaartbeeld: Hansen *et al.* 2013).

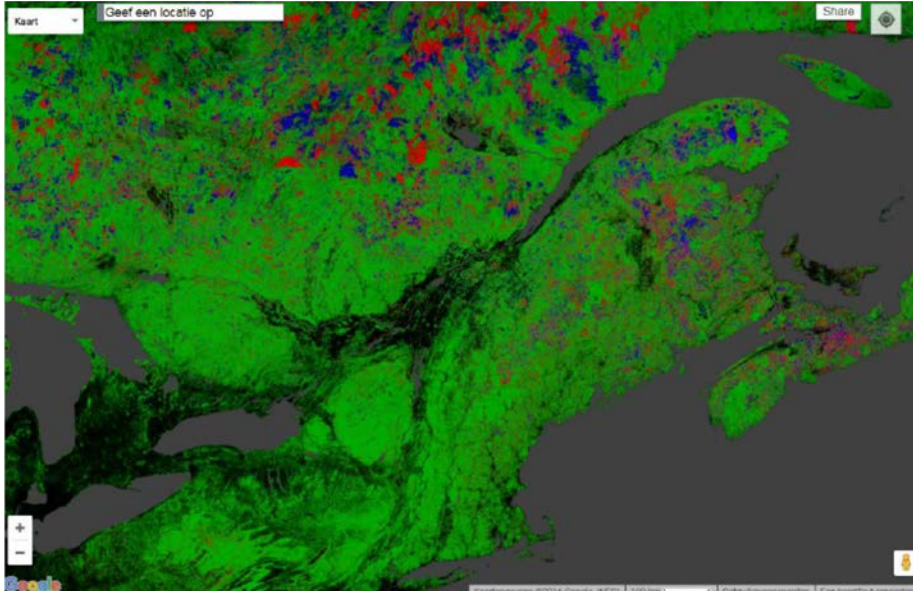
2. Zuidoosten van de VS



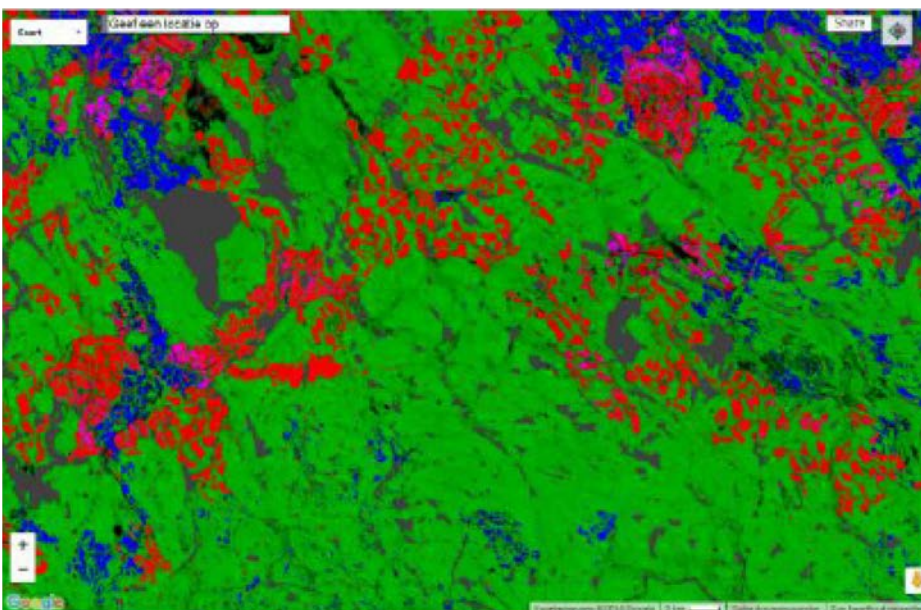
Alabama en Georgia waar het regelmatige patroon van korte rotatie dennenplantages te zien is. Parse kleur geeft een kaalkap aan waar weer bos is ingeplant. Intensief beheerd, maar in regelmatige omlopen van 30-40 jaar. Verlies van bosbedekking wisselt snel af met ook weer winst aan bosbedekking. Waar de papierindustrie is weggezaakt, komt de pelletindustrie op. Een zeer productieve regio en ook een hoge mate van biodiversiteit. Dit gebied blijft een belangrijke productie regio voor de

VS zelf, maar in toenemende mate ook voor Europa. Afhankelijk van de binnenlandse consumptie van de VS zelf, zal deze regio in meer of mindere mate van belang worden voor Europa. Het westen van de VS en West-Canada zijn meer gericht op export naar China en Japan (Kaartbeeld: Hansen *et al.* 2013).

3. Oostelijk Canada/Noordoosten VS

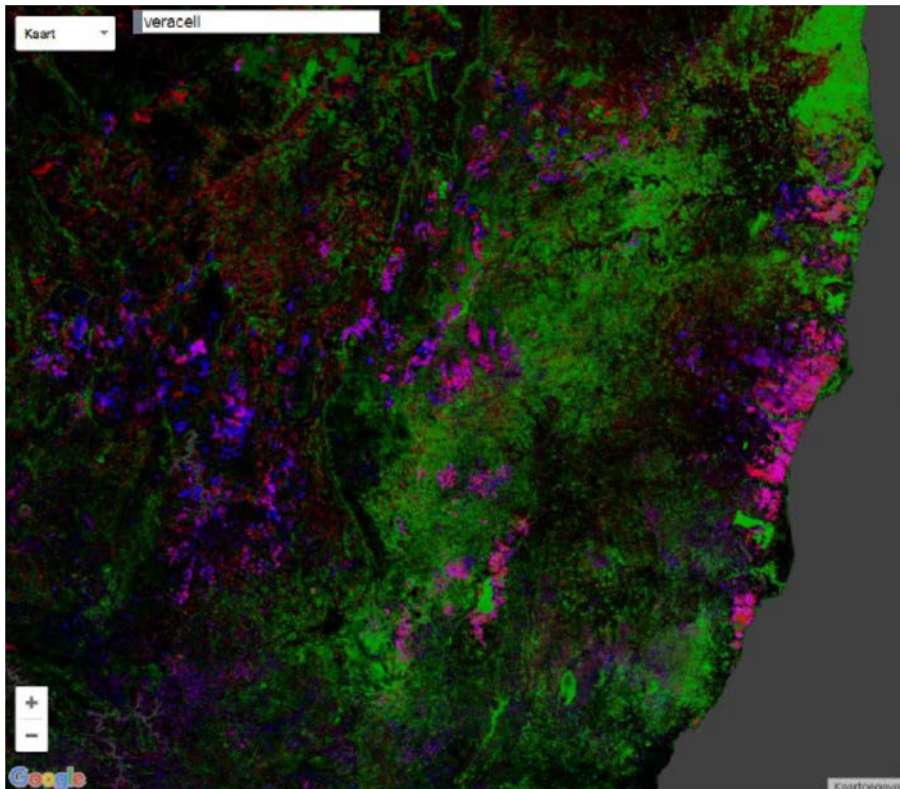


Oostelijk Canada en het noordoosten van de VS worden gekenmerkt door een vrij lage intensiteit van beheer in langere omlopen. Na kaalkap wordt vooral gemikt op natuurlijke verjonging. Er is een lage oogstdruk in seminatuurlijke systemen. In het noordoosten van de VS is veel bos weer teruggekomen nadat de landbouw zich terugtrok. In noordelijk Quebec zijn de bosbranden te zien als grote rode vlekken waar (tijdelijk) het bos weg is. Het kleinere vlekkenpatroon is een zogenaamd 'dambordbeheer' van vrij grote kaalkappen, waar weer natuurlijke verjonging opkomt. Traditioneel is deze regio van groot belang geweest voor de houtmarkt in Canada en de VS. Voor Europa kan deze regio van toenemend belang zijn.



Fragment van bovenstaande kaart met 'dambord' beheer in midden van Quebec.

4. Zuidoosten Brazilië

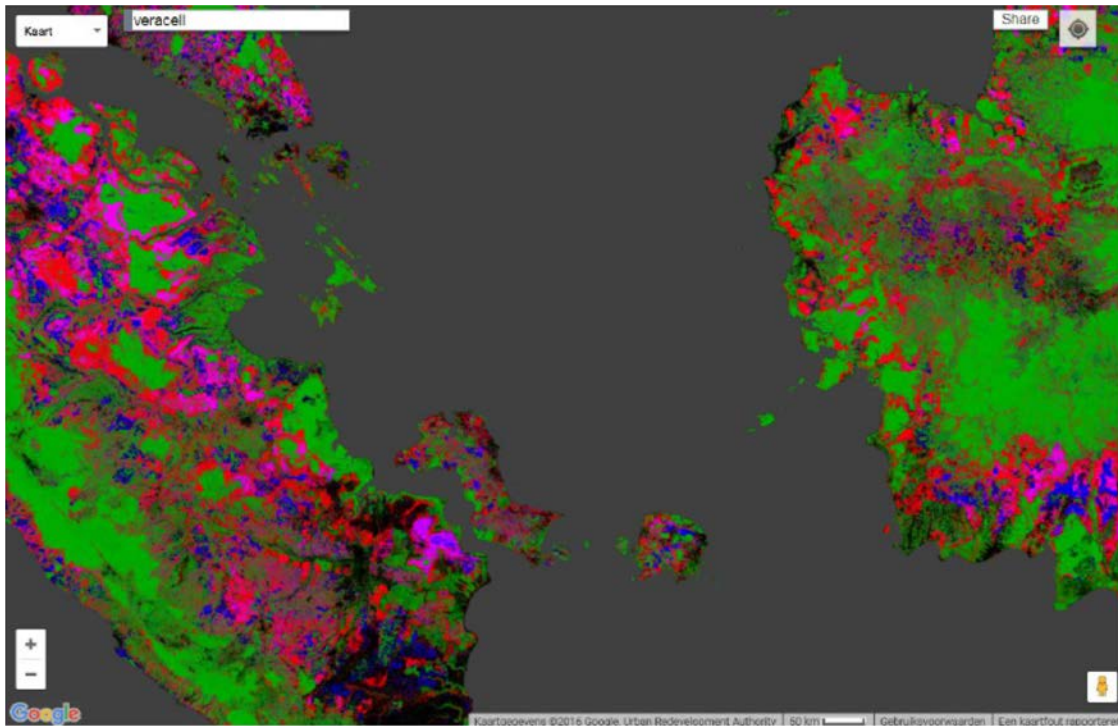


Zuidoost Atlantische kust van Brazilië met de Veracel-plantages, bestaande uit Eucalyptus (in paars), veelal aangelegd in secundair bos of extensief grasland. Het goede klimaat en overige gunstige omstandigheden maken dit tot een gunstig gebied om te investeren in plantages. Een deel van de pulp wordt geëxporteerd naar Europa. In de toekomst zou deze regio veel belangrijker kunnen worden voor Europa. Zeker als de eigen (Zuid-Amerikaanse) consumptie niet sterk toeneemt.



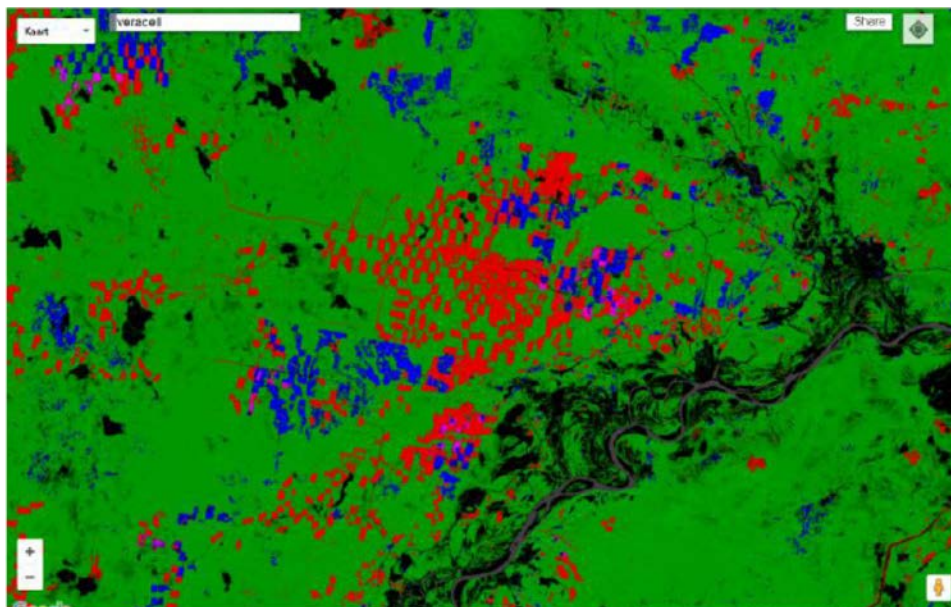
Beeld van Veracel's Eucalyptusplantage (foto: Veracel).

5. Sumatra/Kalimantan



Sumatra links en rechts Kalimantan met zeer snelle ontbossing. Van bovenaf gereguleerde ontbossing voor plantages en voor oliepalm. Niet de productieregio voor Europa. Ook andere delen van Zuidoost-Azië zullen niet belangrijk worden voor de Europese consument. China en India (weliswaar met andere bosdynamiek beelden) hebben de eigen productie uit de (slechts deels) succesvolle plantages nodig.

6. Europees deel Rusland



Het Europese deel van Rusland alleen al heeft evenveel bos als heel Europa. Veel (oer)bos is in de jaren veertig en vijftig gekapt en bestaat nu uit wat heet '2^e rotatie bos'. De oogstdruk voor het gehele Russische bos is heel laag, maar vanwege grote transportafstanden wordt regionaal veel geogst in zgn. dambordbeheer. In principe zou Rusland een duurzame sector kunnen ontwikkelen in de hele randzone met Europa en duurzaam een hele grote exporteur naar Europa kunnen worden.

Echter, gezien de geopolitiek situatie en andere belemmeringen in Rusland is het onwaarschijnlijk dat dit binnen twintig jaar gaat gebeuren.

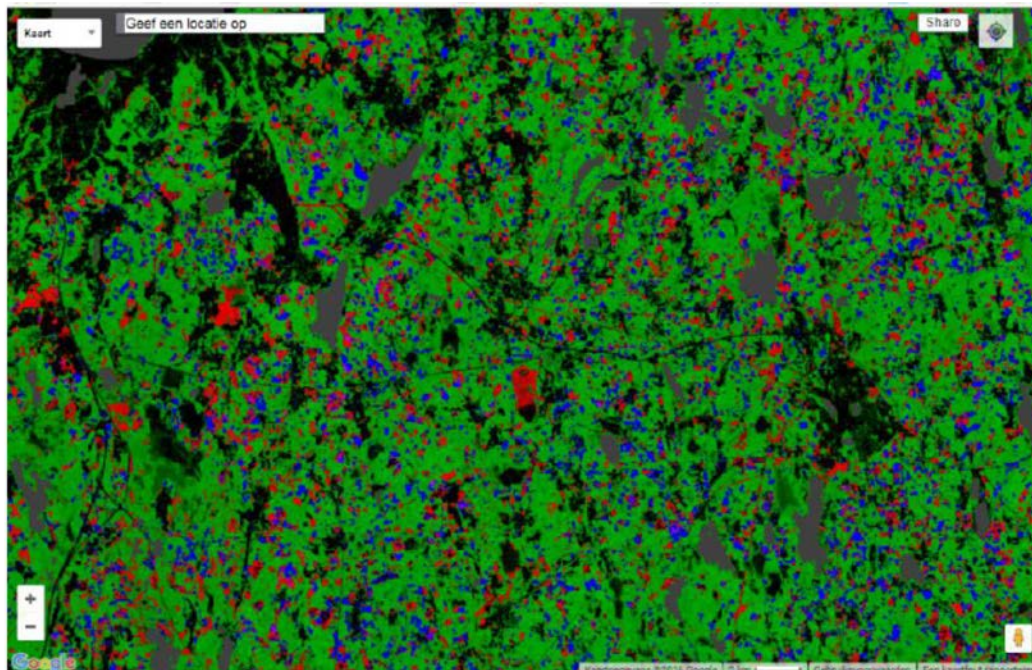


'Dambord' beheer in Rusland. Kaalkappen van 1x2 km zijn normaal.

7a. Europa

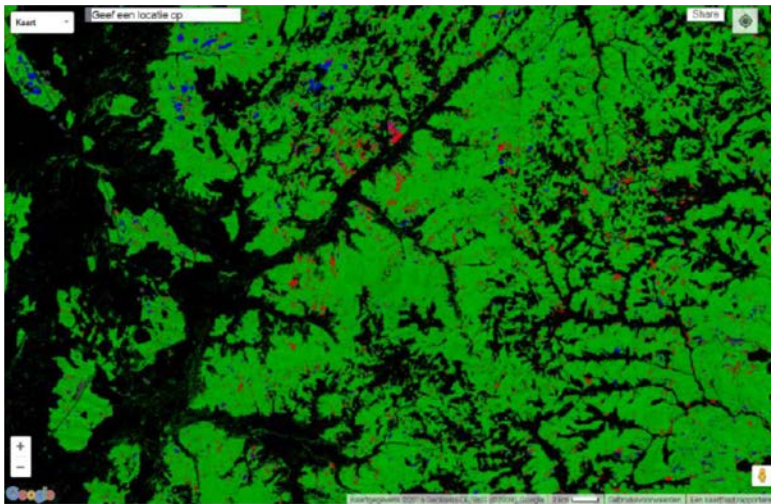
Het hele Europese bos is al eeuwen in een bepaalde vorm van gebruik en sinds de 18^e/19^e eeuw heeft de notie van duurzaam bosbeheer zijn opgang gemaakt. De hoeveelheid bos en de hoeveelheid hout zijn sterk toegenomen sinds 1950, hoewel de biodiversiteit onder druk staat. De mate van bescherming van de kleine stukken (semi)oerbossen is hoog. De totale Europese oogst ligt rond de 75% van de bijgroei. Vanuit dat oogpunt zou de oogst omhoog kunnen, maar de omstandigheden zijn overal erg verschillend waarbij bestuurlijke en sociaaleconomische belemmeringen een grote rol spelen. Hieronder een paar beelden die de verscheidenheid schetsen.

Scandinavië



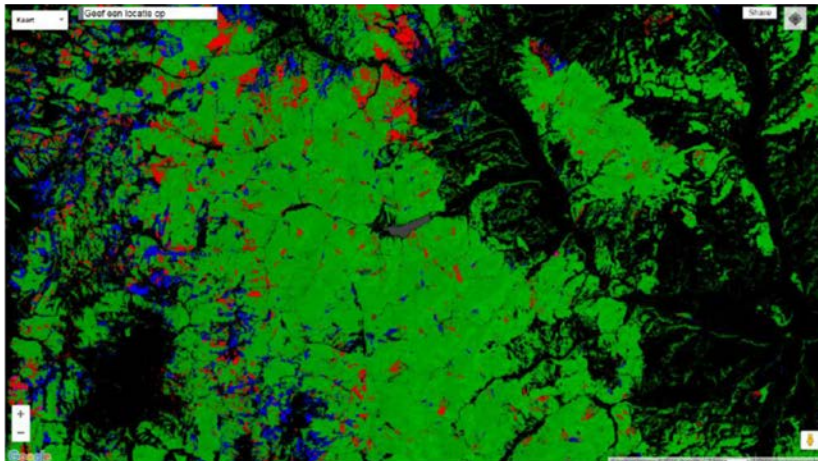
Zuid-Zweden nabij Jönköping. Een regelmatig patroon van fijnschalig beheer. Zweeds bosareaal is sinds begin 1900 sterk toegenomen en er is sterk in geïnvesteerd in termen van aanplant, beheer etc. De oogst is toegenomen, terwijl ook de hoeveelheid bos is toegenomen.

7b. Zuidelijk Schwarzwald



Zuidelijk Schwarzwald nabij Freiburg. Langere omlopen en minder intensief beheer dan in Zweden.

7c. Karpaten, Roemenië



Midden-Karpaten, Centraal-Roemenië. Soms met restanten van (semi)oerbossen. Geconcentreerde oogstpatronen. Onduidelijk wat de mate van kap is. Veel signalen over grote volumes illegale kap.

Conclusie

Als Nederland (en Europa) een bio-economie wil die sterk gebaseerd is op houtige grondstoffen, dan zijn er maar een paar gebieden op de wereld waar de grondstoffen vandaan kunnen komen. Heel belangrijk zal hierin het eigen Europese hout blijven uit eigen beheer en daarnaast ook de overige maatregelen als cascadering en resource efficiency. Verder zullen mogelijk van verder belang worden: het zuidoosten van de VS, oostelijk Canada, en sommige Atlantische stukken van Brazilië. Wij twijfelen dus aan de conclusie van IEA en IPCC over de grote hoeveelheden beschikbare grondstoffen. Mogelijk kunnen uit bovenstaande regio's enkele honderden miljoenen m³ extra beschikbaar komen, maar alleen met een grote inspanning en door een integrale aanpak van huidige belemmeringen.

Andere gebieden op de wereld zijn oerbossen die al zwaar onder druk staan, zoals in alle drie de tropische gebieden van oerbossen in Canada en Rusland. Verder zijn andere productieregio's als West-Canada, Australië, China en Nieuw-Zeeland meer gericht op de markt in Azië. Al deze gebieden vallen eigenlijk af. Vandaar dat zelfvoorziening vanuit Europa en vanuit Nederland van cruciaal belang is in een bio-economie. Hier steken hoofdstuk 5 en 6 op in.

5 Verhoging van productie in het Nederlandse bos

5.1 Uitgangspunten

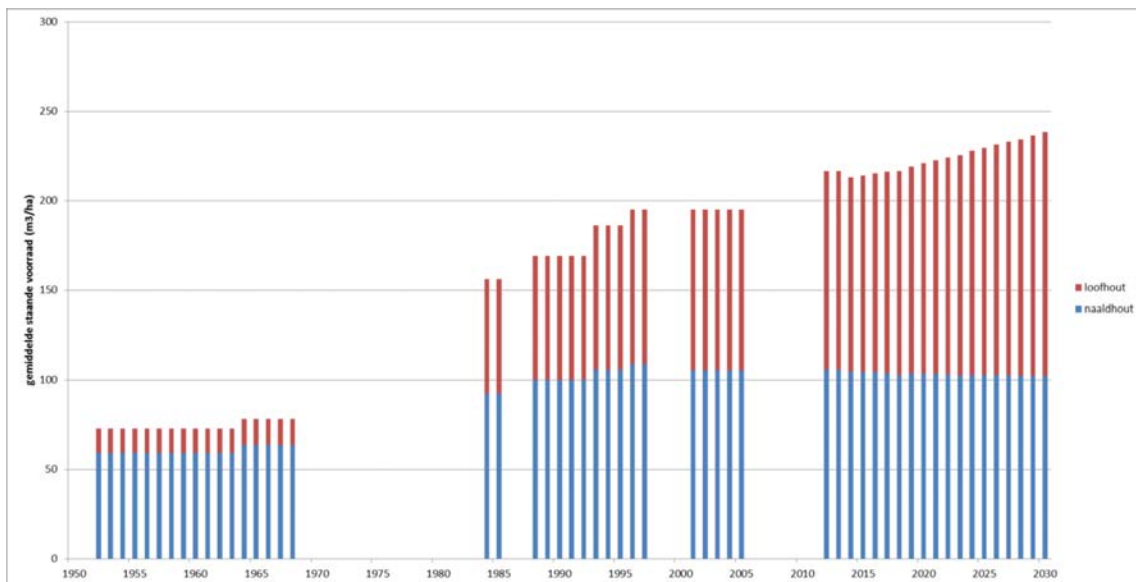
In dit scenario wordt verondersteld dat het Nederlandse bosbeheer reageert op de bio-economie en in de toekomst intensiever gaat worden. We sluiten hierbij aan op de onlangs verschenen visie van Staatsbosbeheer. De maatregelen zoals voorgesteld in de bosvisie zijn in dit scenario op het gehele Nederlandse bos toegepast. Daarbij hebben we de volgende maatregelen doorgevoerd:

- **Bosoppervlak:** Staatsbosbeheer streeft naar een uitbreiding van het oppervlakte bos, van ongeveer 95.000 ha nu naar 100.000 ha in de toekomst.
- **Aandeel productiebos:** In de bosvisie van Staatsbosbeheer wordt een onderscheid gemaakt naar multifunctionele productiebossen en de 'Boscollectie', een verzameling bossen met speciale natuur- of cultuurhistorische waarde. Dit is ruwweg te vergelijken met de indeling in productiebos en natuurbos zoals aangehouden in het referentiescenario, gebaseerd op de indeling naar SNL-subsidieregeling. Staatsbosbeheer verwacht dat hun Boscollectie uiteindelijk tussen de 33.000 en 38.000 ha zal omvatten. Volgens de indeling uit het referentiescenario is het huidige oppervlak natuurbos bij Staatsbosbeheer ongeveer 39.000 ha. Voor het intensiveringsscenario gaan we er in eerste instantie van uit dat er geen verandering optreedt in het aandeel productiebos ten opzichte van het referentiescenario. Het aandeel productiebos blijft dus 58%.
- **Beheer natuurbos:** De bosvisie geeft weinig aanknopingspunten voor het beheer van de Boscollectie. Het beheer in natuurbos blijft daarom ongewijzigd ten opzichte van het referentiescenario.
- **Beheer productiebos:** Staatsbosbeheer geeft aan dat in hun multifunctionele bos overgegaan wordt op verjongingskap als bomen de gewenste dikte en kwaliteit hebben bereikt. Wel worden 1-2 bomen per ha gespaard om oud te worden. Verjongingskap vindt alleen plaats bij een diameter dikker dan 40cm. Op de houtmarkt wordt vooral hout gevraagd met een diameter kleiner dan 60 cm. Het beheer in het referentiescenario was gebaseerd op de waargenomen kapkansen uit de NBI6 binnen het productiebos. Bij de meeste boomsoorten nam de kapkans af met een toename van de diameter. Voor alle naaldboomsoorten zijn de kapkansen overgenomen uit het referentiescenario, maar is een forse stijging van de kapkans opgenomen tussen de 40 en 60 cm. Boven de 60 cm is de kapkans op 0 gezet, zodat een aantal bomen dik en oud kunnen worden in de simulatie. Bij de loofbomen mikken we op 45 cm oogstdiameter in verband met harvester beperkingen.

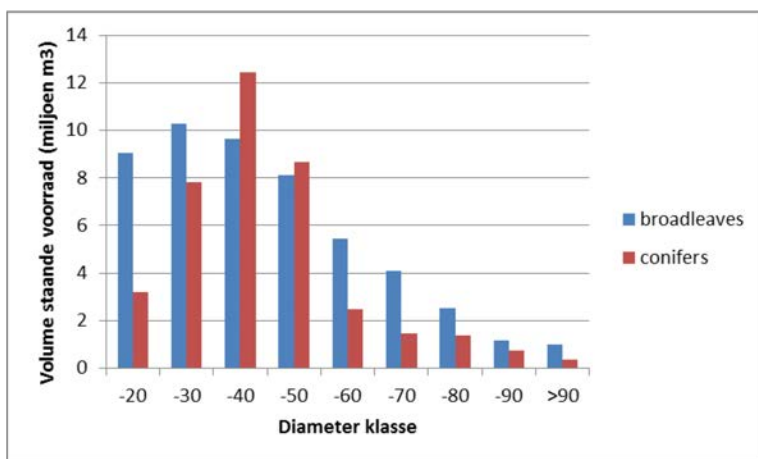
Daarnaast geeft de visie aan dat circa 10% van het areaal binnen het productiebos een al dan niet tijdelijke natuurfunctie krijgt. Hier is geen rekening mee gehouden in het intensieve scenario, maar dit wordt in elk geval deels gecompenseerd doordat het aandeel productiebos wat aan de lage kant is.

5.2 Resultaat: Staande voorraad en bijgroei

Doordat er meer geoogst wordt in de dikkere diameterklassen in het productiebos stijgt de staande voorraad ook minder snel. In 2030 bedraagt de staande voorraad dan 238 m³/ha (Figuur 28), tegen 271 m³/ha in het referentiescenario. Het aandeel naalddhout is dan 43%, iets lager dan in het referentiescenario (44%). Ook in de verdeling van de voorraad naar diameterklasse (Figuur 29) zijn de gevolgen van de hogere oogstintensiteit in de hogere diameterklassen goed terug te zien. Desondanks is het aandeel hout met een diameter dikker dan 40cm in 2030 nog steeds 42%, tegen 45% in het referentiescenario. In het productiebos is het aandeel nog steeds 38%. Waarschijnlijk komt dit in ieder geval deels doordat bomen die op dit moment al een diameter van meer dan 60cm hebben niet meer gekapt worden. Daarnaast hebben populier en eik hoge doeldiameters. De bijgroei ligt met 7,5 m³/ha/jr. op een iets lager niveau dan in het referentiescenario (gemiddeld 7,8 m³/ha/jr.). Dit komt door de sterkere oogst en het uitblijven van verjonging in het model.



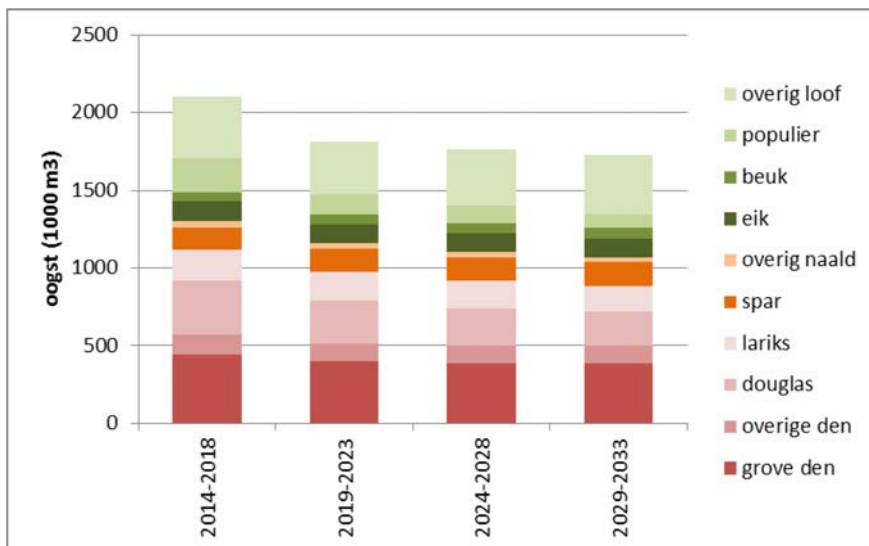
Figuur 28 Ontwikkeling van de gemiddelde Nederlandse staande voorraad tot 2013 gebaseerd op data en tot 2030 zoals geprojecteerd onder het NL intensief scenario met het EFISCEN Space model.



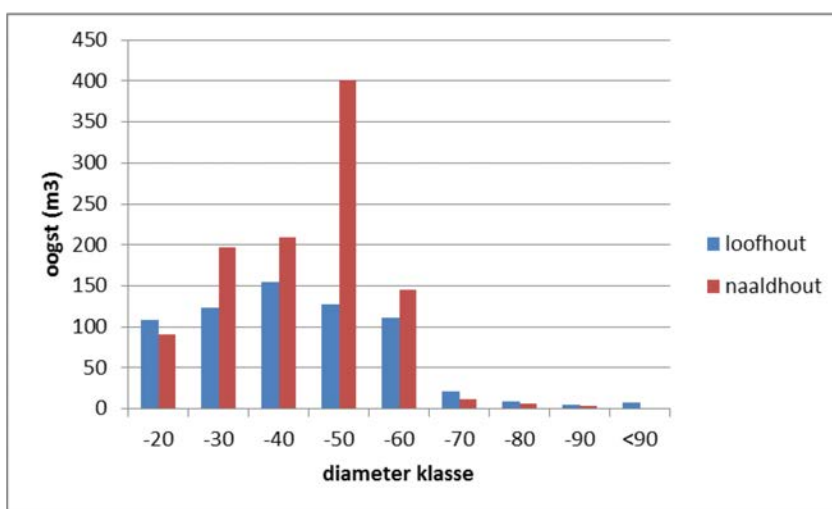
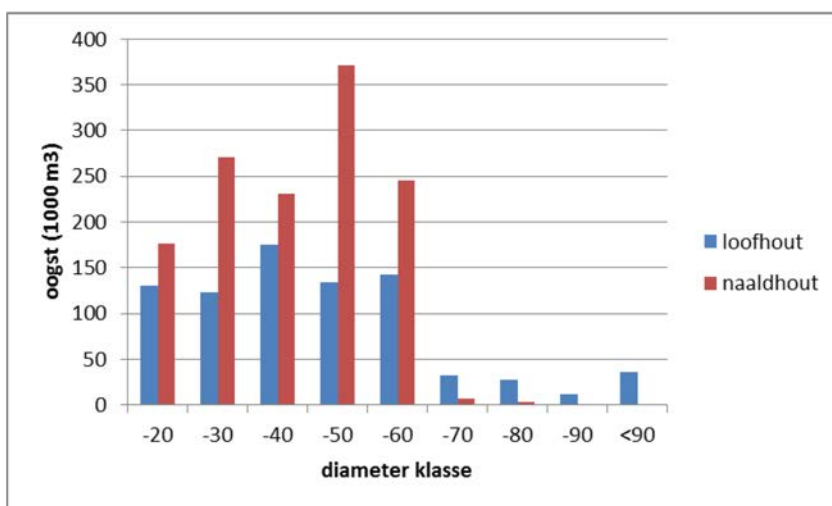
Figuur 29 Staande voorraad per diameterklasse in 2030 onder het NL intensief scenario.

5.3 Resultaat: Oogst

De gemiddelde oogst in de periode 2014-2033 bedraagt 1,85 miljoen m³ per jaar, 0,6 miljoen m³ meer dan het referentiescenario (Figuur 30). De eerste periode is de oogst hoger dan in de latere periodes, doordat er zich op het moment een grote hoeveelheid hout in het bos bevindt in de kaprijpe klasse tussen 40 en 60 cm. Hier wordt een inhaalslag gemaakt. Bijna al het geogste hout heeft een diameter van 60 cm of kleiner (Figuur 31), alleen uit natuurbos wordt af en toe dikker hout geogst. Ook rond 2030 bestaat nog steeds ongeveer twee derde van de oogst uit naaldhout. Doordat de oogsthoeveelheid in het productiebos toeneemt (van 0,81 miljoen m³ naar 1,43 miljoen m³), neemt ook het aandeel van productiebos in de totale oogst toe (van 65% naar 77%).



Figuur 30 Ontwikkeling van de oogst in de periode 2014-2033. De kleine piek in de periode 2014-2018 is een inhaalslag die in het model gemaakt wordt. In de praktijk is het niet waarschijnlijk dat zo'n piek al op korter termijn zal ontstaan.



Figuur 31 Oogst per diameterklasse in de periode 2014-2018 (boven) en in de periode 2029-2033 (onder). Een sterke toename van de oogst in de klasse naaldhout tot 50 cm diameter.

5.4 Ecosysteemdiensten: Dood hout en CO₂

EFISCEN Space kan nog geen schattingen leveren van de ontwikkeling van de hoeveelheid dood hout. Onder het referentiescenario bleef de mortaliteit ongeveer constant op een niveau van 1 m³/ha/jaar. In het intensieve scenario neemt de mortaliteit slechts licht af, naar een niveau van ongeveer 0,9 m³/ha/jaar. Het is te verwachten dat de hoeveelheid dood hout licht blijft stijgen, maar minder snel dan onder het referentiescenario. Door de toegenomen oogst in de productiebossen zal de hoeveelheid dood hout minder zijn dan in het referentiescenario, maar hoeveel is nu niet te zeggen.

Over de biodiversiteit is moeilijk iets te zeggen. Een intensiever beheer zal de soorten die van kapvlakten houden bevoordelen en mogelijk anderen die van oud bos afhankelijk zijn benadelen. Maar het intensievere beheer is niet zo drastisch dat het het Nederlandse bos terugduwt naar een situatie zoals in de jaren zeventig of tachtig met veel jong bos, weinig dood hout, weinig natuurlijke dynamiek. Het remt alleen het nog ouder worden van het bos.

Doordat de voorraad minder ver stijgt, zal ook de hoeveelheid opgeslagen koolstof minder zijn. In 2030 zal de voorraad ongeveer 92 ton C/ha zijn, tegen 105 ton C/ha in het referentiescenario. De vermeden uitstoot van CO₂ door een hoger gebruik van houtproducten kan wel aan de Nederlandse VN-rapportages worden toegevoegd, maar is in feite geen netto-effect, omdat er iets minder hout vanuit het buitenland wordt geïmporteerd. Voor de koolstof in houtproducten mag het hout uit het eigen bos gevolgd worden in de VN-rapportages. Dit zou dus iets hoger worden.

Het effect op drinkwater en fijnstof verandert waarschijnlijk niet doordat de bossamenstelling niet wezenlijk verandert.

5.5 Kosten en opbrengsten van houtoogst

De gemiddelde diameter van het geogste hout blijft nagenoeg constant tijdens de simulatie. De oogstkosten blijven daarmee ook redelijk constant, rond de € 16,20/m³. Dit is wel beduidend lager dan in het referentiescenario (€ 21,40-23,60/m³). De prijzen liggen wel iets lager door de lagere diameters, met een gemiddelde houtprijs van € 56,-/m³. Netto levert dit wel een iets beter resultaat op, namelijk € 39,80/m³ (tegen € 35,60-39,50/m³ in het referentiescenario). Door de hogere oogstvolumes zijn de totale inkomsten veel hoger dan in het referentiescenario (Tabel 12).

Tabel 12 Totale jaarlijkse oogstkosten en opbrengsten van houtoogst.

Periode	Kosten (miljoen € per jaar)	Opbrengsten (miljoen € per jaar)	Oogst (miljoen m ³ /jaar)
2014-2018	34,9	125,8	2,11
2019-2023	32,3	110,8	2,04
2024-2028	31,9	108,4	1,98
2029-2033	31,6	107,3	1,94

In de eerste periode is de vereiste inzet voor kettingzagen hoog, doordat veel geogst wordt in hout boven de harvesterlimiet (Tabel 13). Daarna blijft de werkgelegenheid ongeveer constant. Gemiddeld zijn er zo'n 66 arbeidsjaren per jaar aan velwerkzaamheden met de kettingzaag. Door de grotere oogstvolumes is dit meer dan in het referentiescenario (36-50 arbeidsjaren). Verder zijn er zo'n 77 arbeidsjaren aan harvesters en 80 aan forwarders. In het referentiescenario zijn dit er respectievelijk 70 en 60.

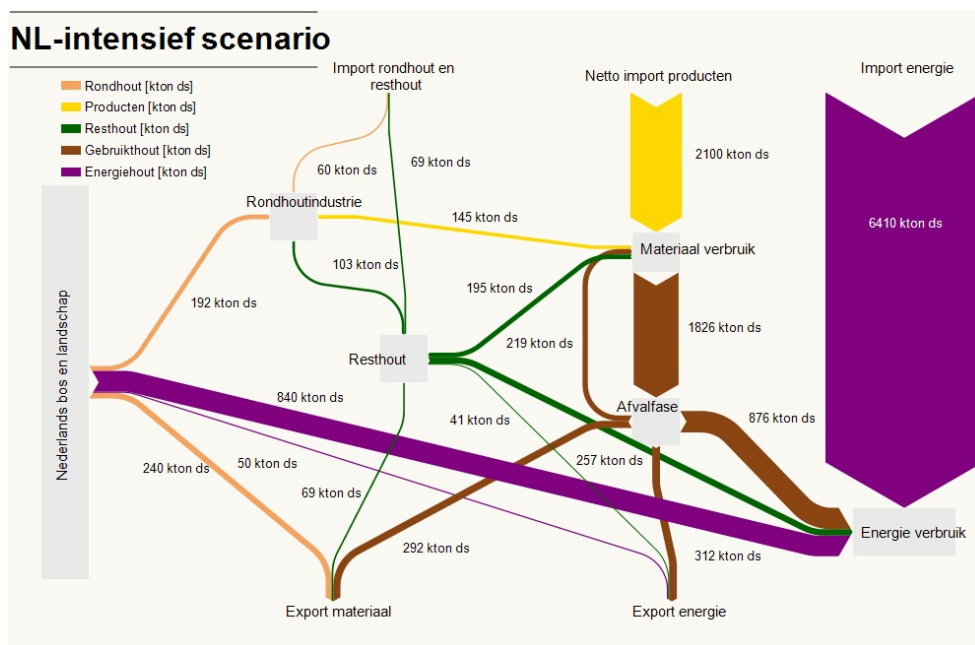
Tabel 13 Werkgelegenheid in verband met houtoogst (waardes per jaar) (NB 1 arbeidsjaar is hier gelijkgesteld met 1500 uur productief).

Periode	Kettingzaag Persoonuur (x1000)	Kettingzaag arbeidsjaar	Harvester Persoonuur (x1000)	Harvester arbeidsjaar	Forwarder Persoonuur (x1000)	Forwarder arbeidsjaar
2014-2018	114,9	76,6	117,4	78,3	131,3	87,6
2019-2023	91,2	60,8	116,0	77,3	118,8	79,2
2024-2028	92,4	61,6	115,2	76,8	115,3	76,9
2029-2033	95,7	63,8	114,1	76,1	112,6	75,1

Het is niet mogelijk om de effecten verder in de keten door te rekenen. De extra binnenlandse oogst zal waarschijnlijk positief zijn voor de zagerijen. Maar het netto-effect is moeilijk te voorzien, omdat de extra binnenlandse oogst waarschijnlijk leidt tot minder import.

5.6 Stroomschema

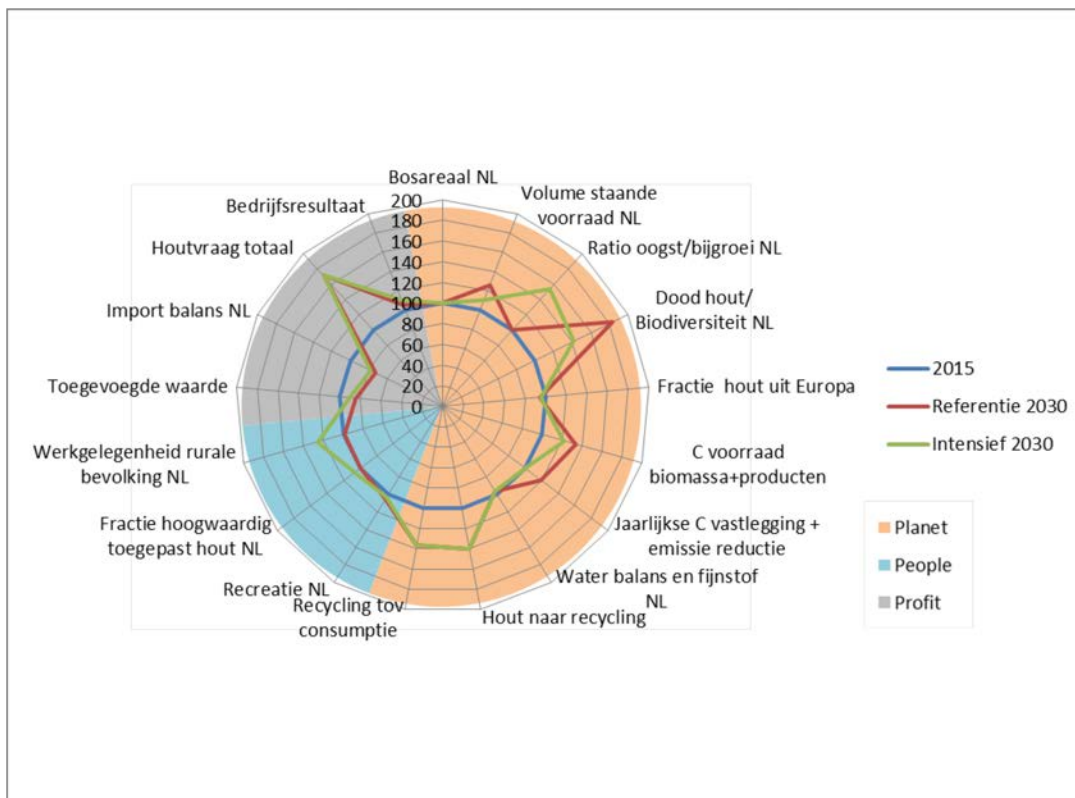
Figuur 32 toont het stroomschema voor 2030 onder het NL intensief scenario. Ten opzichte van het referentiescenario (Figuur 21) zijn de stromen uit het Nederlands bos en landschap toegenomen, waardoor de import van rondhout en pellets gedaald zijn (met respectievelijk 40 en 129 kton ds). Ten opzichte van de totale importstromen zijn dit echter kleine veranderingen.



Figuur 32 Vereenvoudigd stroomschema voor het scenario NL intensief in 2030. Voor uitleg zie paragraaf 2.3.

5.7 3P-analyse

De 3P-analyse (Figuur 33) laat zien dat we in het intensief scenario minder scoren op sommige Planet-indicatoren als dood hout, volume staande voorraad en C-vastlegging. Enige winst zit bij werkgelegenheid, import balans en een beetje op toegevoegde waarde.



Figuur 33 3P-analyse voor het scenario NL intensief in 2030.

5.8 Conclusie NL-intensief scenario

De jaarlijkse houtoogst in Nederland bedraagt op dit moment slechts 55% van de jaarlijkse groei. Het is mogelijk dit percentage duurzaam te verhogen tot 75-80% door intensiever te gaan oogsten in de multifunctionele productiebossen, met beperkte effecten op de natuurkwaliteit. Ook andere functies van het bos blijven dan gewaarborgd. Dit levert ~0,6 miljoen m³ hout extra per jaar. Daarmee kan Nederland een bescheiden bijdrage leveren aan de verhoogde vraag naar biomassa. Verhoogde oogst zou samen moeten gaan met nieuwe investeringen in het Nederlandse bos in een integraal programma waarin aandacht is voor alle functies van het bos. Zelfvoorziening (en lokale voorziening) is in een bio-economie van groot belang. Op dit aspect scoort dit scenario iets beter.

De huidige oogst vindt plaats in bossen waar 60-100 jaar geleden in is geïnvesteerd, en investeren nu is nodig om op de langere termijn hout van goede kwaliteit te kunnen blijven leveren. De 3P-analyse laat zien dat in het intensief scenario we minder scores op sommige Planet-indicatoren als dood hout, volume staande voorraad en C-vastlegging. Op people-indicatoren scoort dit scenario wat beter. Door een integraal investeringsprogramma waarbij aandacht is voor alle functies van het bos zijn de negatieve (Planet-)effecten mogelijk op te vangen.

6 Verhoging van productie in het Europese bos

6.1 Introductie

Voor de Nederlandse consumptie is de houtvoorziening vanuit Europa van groot belang. Bijna 80% van de Nederlandse consumptie komt uit Europa (Figuur 23), voornamelijk uit Zweden, Finland, Duitsland en België. Europa kent een levendige handel in hout en houtproducten, zowel tussen de Europese landen onderling als met naburige regio's. Netto is Europa als geheel in hoge mate zelfvoorzienend.

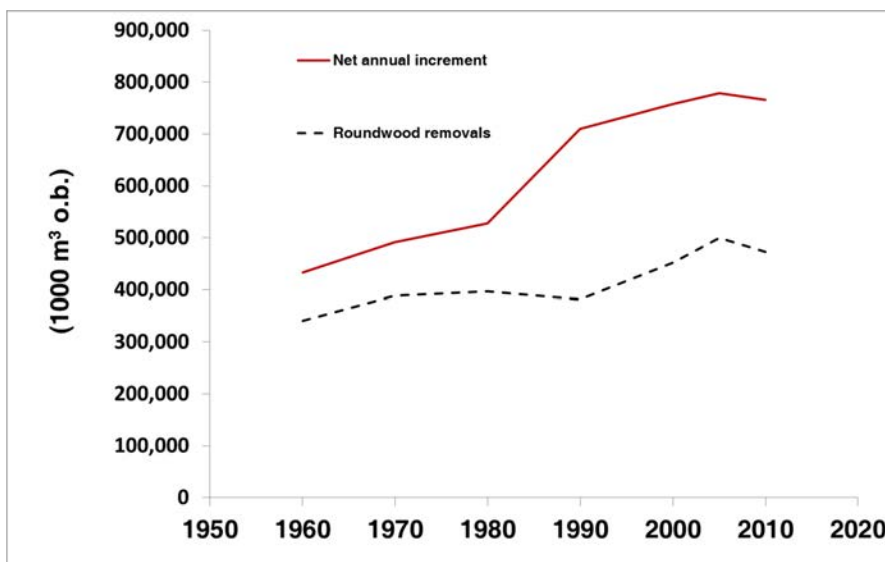
Indien Nederland een sterk verhoogde houtconsumptie ontwikkelt, zal Europa (in absolute zin) waarschijnlijk van nog groter belang worden. Een verhoogde consumptie in Nederland zal echter niet op zichzelf staan want het is zeer waarschijnlijk dat ook in de rest van Europa de consumptie dan fors toe zal nemen, omdat de EU als geheel aanstuurt op een bio-economie. De vraag is in hoeverre deze toegenomen consumptie gedekt kan en zal worden uit de Europese bossen.

In dit scenario geven we een kort overzicht van de bossituatie in Europa en een synthese van bestaande studies die iets zeggen over de hoeveelheid hout die het Europese bos zou kunnen leveren en/of hoe toekomstige handelsstromen zich ontwikkelen onder een (sterk) verhoogde vraag. Voor dit scenario zijn geen stroomschema's en 3P-analyse gemaakt, omdat die vooral betrekking hebben op de Nederlandse situatie en niet op de Europese.

6.2 Huidige situatie in Europa

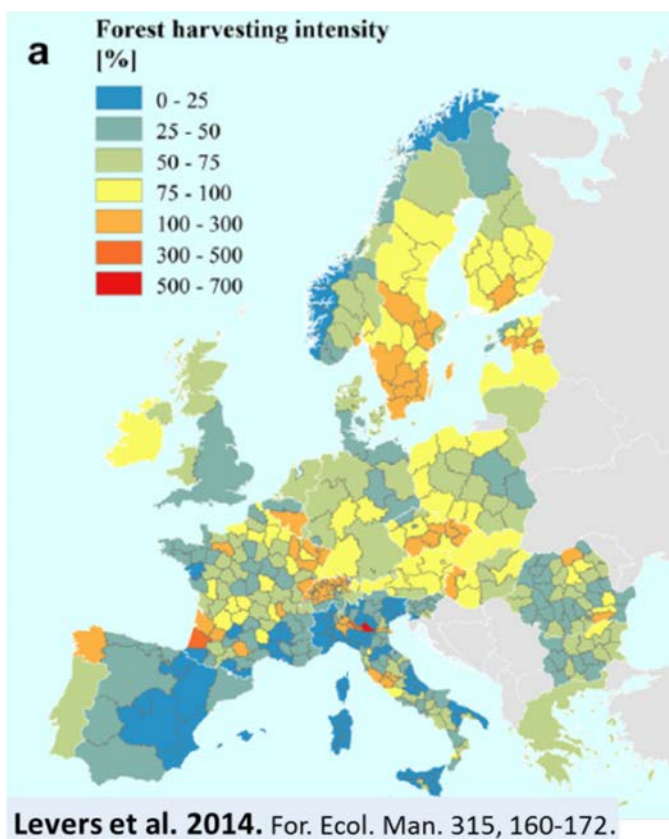
Met Europa bedoelen we in dit hoofdstuk alle Europese landen (inclusief Turkije) tot de grens met Rusland, tenzij anders aangegeven. Het rapport *State of Europe's Forests* (ForestEurope 2015) geeft aan dat de totale oppervlakte bos voor deze regio ongeveer 212 miljoen ha is, waarvan ongeveer 166 miljoen ha beschikbaar is voor oogst (forest area available for wood supply, FAWS). Niet-oogstbaar areaal bevindt zich vooral in Scandinavië (~15 miljoen ha), Zuid-Europa (~6 miljoen ha in Italië, Spanje en Portugal) en het oosten van Europa en de Balkan (16-22 miljoen ha). De redenen waarom er in dit bos niet geoogst kan worden, zijn zeer divers (Alberdi *et al.* 2016). Een deel van het bos in Scandinavië is beschermd, maar grote delen zijn ook erg afgelegen en slecht toegankelijk. Ook in de rest van Europa speelt toegankelijkheid een rol, evenals een beperkte oogstbare voorraad. Onder veranderende economische omstandigheden (hogere houtprijzen) zal slechts een (klein) deel van dit areaal alsnog beschikbaar kunnen komen voor houtproductie. Hoeveel dit is, is erg moeilijk in te schatten. Waarschijnlijker is dat onder hogere houtprijzen het bos dat al beschikbaar is voor houtoogst, intensiever beheerd zal worden, omdat daar de omstandigheden gunstiger zijn.

Het oogstniveau in Europa is geleidelijk gestegen van ongeveer 350 miljoen m³ in 1960 tot ongeveer 450 miljoen m³ in 2010 (Figuur 34). De bijgroei is echter veel harder gestegen, van 450 miljoen m³ in 1960 tot ongeveer 800 miljoen m³ in 2010. Recent lijkt de bijgroei licht gedaald te zijn, het *State of Europe's Forests* rapport geeft een bijgroei van 720 miljoen m³ in 2015.



Figuur 34 Groei en oogst in het Europese bos tussen 1960 en 2010 (Nabuurs et al. 2013).

Niet overal in Europa is de oogstdruk even hoog (Figuur 35). Vooral in Centraal-Oost-Europa, Baltische staten en zuidelijk Scandinavië wordt relatief veel geoogst. Er zijn goede redenen waarom in zuidwestelijk Europa de oogstdruk zo laag is. Dit zijn vaak de sociaal economische omstandigheden, structuur van eigendom, structuur van het bos en het ontbreken van een regionale vraag en infrastructuur van verwerkende industrie. Indien een verhoging van de oogst gewenst is, vraagt dat ook om een integrale aanpak van beheertechnische aspecten, kennis, versnippering van boseigendom, verbetering van de keten, aansluiten vraag en aanbod lokaal en bosbeleid (Simwood <http://simwood.efi.int/>).

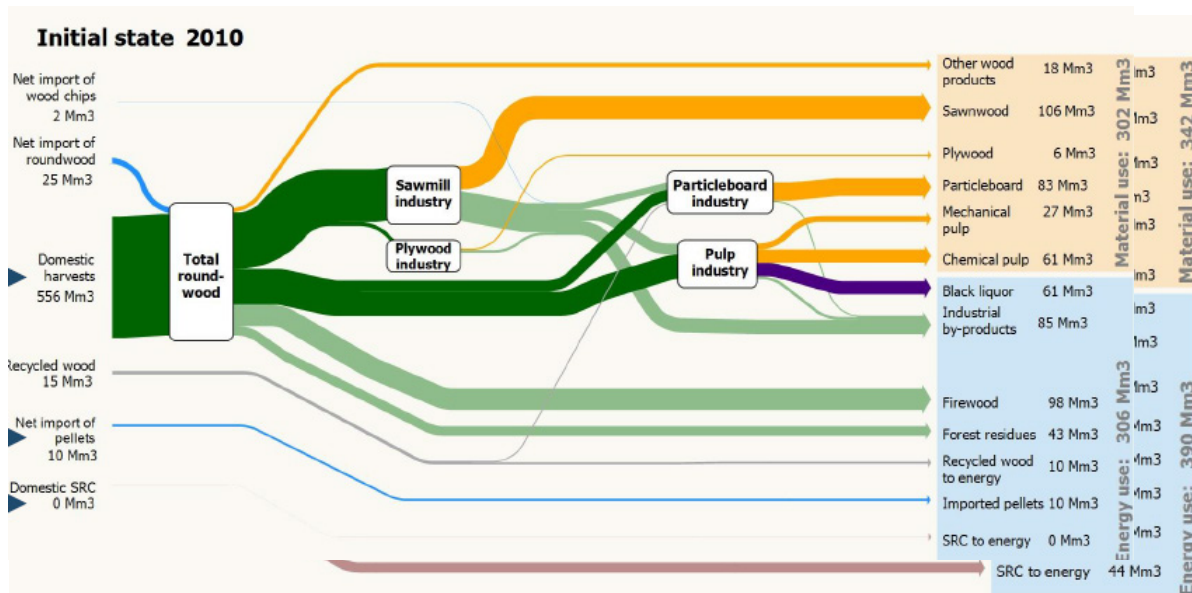


Figuur 35 Ruimtelijke verdeling van de oogstdruk op het Europese bos.

6.3 Scenario's voor Europa

De laatste tien jaar zijn veel Europese studies verschenen over de beschikbaarheid van hout en houtige biomassa, de toekomstige vraag naar bio-energie en producten, en het effect op internationale handelsstromen. In deze paragraaf kijken we vooral naar de European Forest Sector Outlook Study II (EFSOS II, UNECE/FAO 2011) en de ReCeBio study (Forsell *et al.* 2016). Deze studies integreren verschillende componenten (bos, verwerkende industrie, energie, landgebruik), terwijl andere studies zich meestal concentreren op een bepaald aspect van de bos- en houtsector. EFSOS II gaat over heel Europa, terwijl ReCeBio focust op de EU28. ReCeBio gaat over de verwachte effecten van toenemende bio-energieconsumptie op landgebruik en handel, zowel binnen de EU28 als daarbuiten. EFSOS II is meer gefocust op de bos- en houtsector en de impact van verschillende beleidsscenario's op de sector.

Naar verwachting zal de consumptie van traditionele houtproducten in Europa tot 2030 met zo'n 10% toenemen (40-50 miljoen m³) als gevolg van economische groei en bevolkingstoename. De ontwikkelingen in de bio-energiesector zijn veel stormachtiger, met een verwachte groei tot 2030 van 25% (ReCeBio, Figuur 36) tot 100% (EFSOS II), gelijk aan zo'n 100 tot zelfs 400 miljoen m³ rondhoutequivalent. Het bestaande verschil tussen oogst en bijgroei (Figuur 34) geeft ruimte voor een verhoging van de oogst, wat in beide studies benut wordt. ReCeBio geeft een oogst van 616 miljoen m³ voor EU 28 in 2030 en 648 in 2050 (522,3 miljoen m³ in 2015 volgens SoEF2015), terwijl EFSOS II een oogstniveau geeft van 685-700 miljoen m³ in 2030 voor heel Europa (582,3 miljoen m³ in 2015 volgens SoEF2015). Ook andere bronnen van biomassa worden in beide studies intensiever benut in de toekomst. ReCeBio geeft een toename van import in pellets (+9 miljoen m³ tot 2030) en roundwood (+8 miljoen m³) te zien, alsmede de opkomst van biomassa uit short rotation coppices (+44 miljoen m³). Ook EFSOS II voorziet een toename van de import van ruim 30 miljoen m³ rondhoutequivalent. Short rotation coppices zaten niet in het modelsysteem van EFSOS II. Forse aannames in EFSOS II over de mogelijkheid van extractie van tak- en top hout en stobbes maken een toename mogelijk in dit segment van 150-200 miljoen m³. Zonder een geïntegreerd stimuleringsprogramma is het is echter onwaarschijnlijk dat deze hoeveelheden daadwerkelijk gemobiliseerd zullen worden, gezien ook de mogelijke ecologische gevolgen.

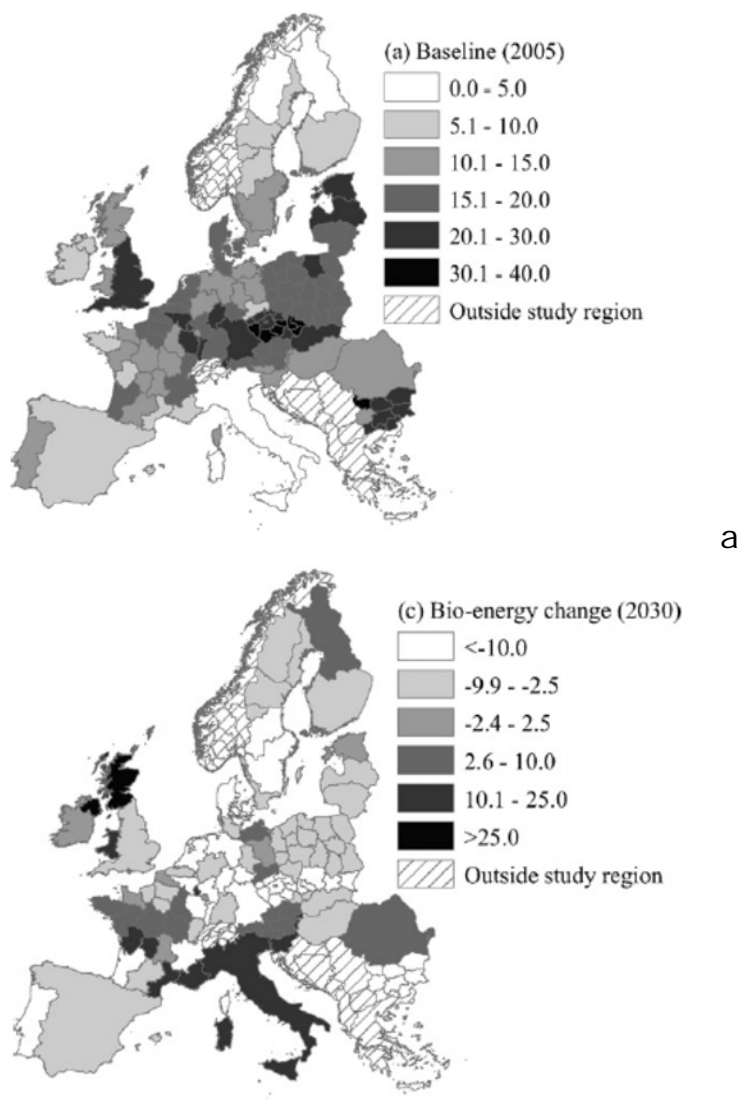


Figuur 36 Ontwikkeling van de houtstromen in EU28 onder een scenario met bioenergy targets gebaseerd op de huidige nationale plannen voor hernieuwbare energie (national renewable energy action plans, NREAP). Bron: ReCeBio project (Forsell *et al.* 2016).

* SRC=short rotation coppice, kortetermijnopkweek op (voormalige) landbouwgronden.

Beide studies verschillen in de hoeveelheid bio-energie die gevraagd wordt in 2030, maar beide schetsen hetzelfde beeld: door een toename van de vraag zal het Europese bos intensiever benut gaan worden. Verhoogde oogst lijkt dus wel mogelijk gegeven de belemmeringen die in de studies zijn meegenomen, maar zal echter niet zonder meer voldoende zijn om aan de stijgende vraag te voldoen. Verder zullen alternatieve biomassa-bronnen in toenemende mate nodig zijn. Import zal een grotere rol spelen dan nu het geval is. Indien een oogstverhoging in Europa gewenst is, zal een integrale aanpak nodig zijn.

De verhoogde vraag naar bio-energie zal gevolgen hebben voor de biodiversiteit, zowel in bossen (meer bos waar oogst plaatsvindt, intensiever beheer, mogelijk meer extractie van tak- en tophout) als daarbuiten (meer vraag naar land voor short rotation coppice). Wat verlies je aan dood hout bij een intensivering van beheer en een hogere extractie van biomassa? Verkerk *et al.* (2011) lieten zien dat bij een hogere extractie er een duidelijk verlies is aan dood hout. Onder een bio-energiescenario bedroeg het verlies aan dood hout al gauw 10%, met uitschieters tot 25% (Figuur 37).



Figuur 37 (a) De hoeveelheid dood hout in het Europese bos (ton/ha) en (b) de verandering in% onder een hoge extractie van biomassa in 2030 (Verkerk *et al.* 2011).

Ook buiten Europa zijn dergelijke gevolgen te verwachten. Maatregelen om biodiversiteit in bossen te beschermen, bijvoorbeeld door het aanwijzen van meer reservaten, zullen leiden tot meer gebruik van de alternatieven: short rotation coppice, import en gebruik van reststromen uit de industrie, of juist een hogere druk op de overige gebieden.

Dit laatste is doorgerekend voor het Europese bos (Nabuurs *et al.* 2007). Bij een verdere verhoging van duurzaamheids(biodiversiteits)eisen (regionaal verschillend geïmplementeerd) zien we dat de oogstdruk op een kleiner aantal regio's komt te liggen. Hier wordt de oogst al snel meer dan de bijgroei om aan de vraag te kunnen voldoen. In een scenario is doorgerekend waar de druk op het bos komt te liggen indien we:

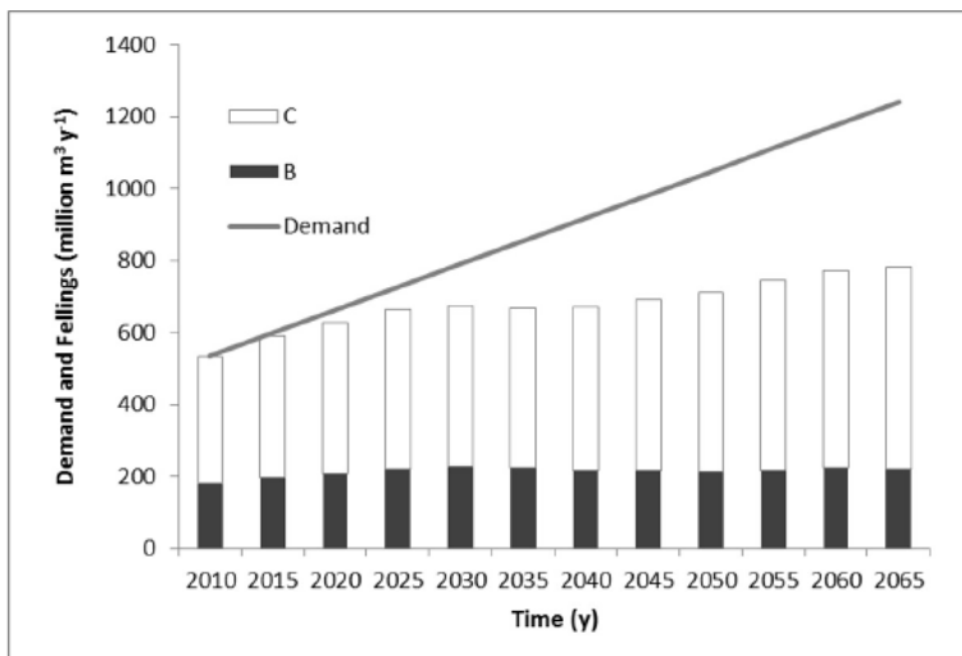
- De vraag geleidelijk omhoog schroeven (1-2% /j);
- Al het loofbos ouder dan 150 jaar als strikt reservaat beschouwen. In de loop van de tijd neemt dus het areaal reservaat toe door verschuiving van leeftijdsklassen; rond 2050 is dit uiteindelijk 12% van het bos);
- Een groter aandeel van de oogst uit dunningen verkrijgen;
- De helft van alle kaalkap in coniferen verjongen met loofbos;
- 10% van het geoogste hout in het bos achterlaten.

Dit scenario laat zien dat er wel een verhoging van de oogst van 150 miljoen m³/j mogelijk was, maar t.o.v. de veronderstelde hoge vraag was er toch een tekort aan hout van ongeveer 180 miljoen m³/j.

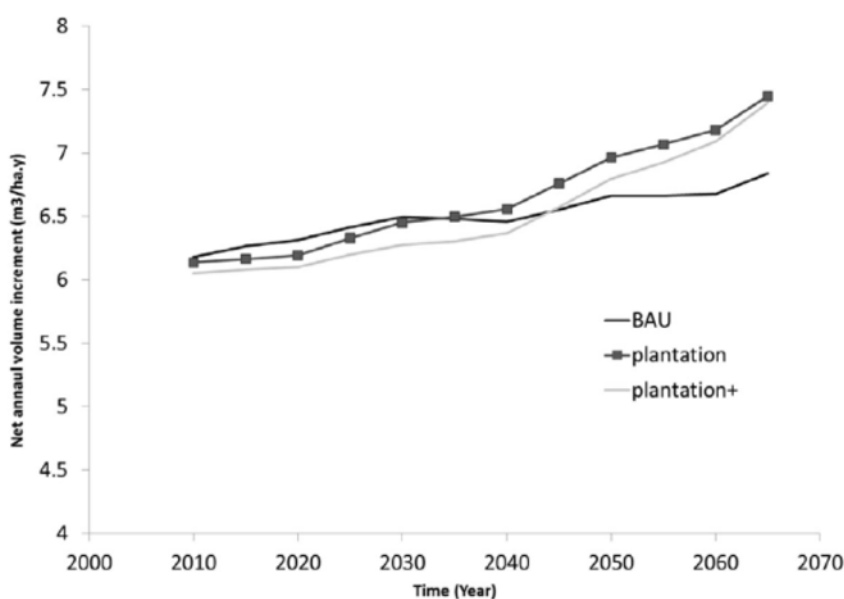
Verder is het de vraag in hoeverre die extra oogst in het bos ook daadwerkelijk te mobiliseren is. Er zijn namelijk goede redenen waarom de oogstdruk zo verdeeld is zoals aangegeven in Figuur 35. Deze redenen zijn complex en nauw met elkaar verweven. Het kan gaan om versnippering van boseigendom, daarmee samenhangende hoge oogstkosten en dus het ontbreken van een prikkel om te oogsten. Ook kan het gaan om het slecht aansluiten van lokale bosvoorraden en de lokale markten. Soms heeft het te maken met toegankelijkheid en/of berghellingen, maar ook bestuurlijke aspecten/vergunningen en simpelweg het beschikbaar zijn van oogstmachines kunnen een rol spelen.

Daarnaast is de oogst in een deel van het Europese bos minder hoog dan theoretisch mogelijk zou zijn doordat overige functies voorrang krijgen, zoals natuur, recreatie en bescherming van bodem en infrastructuur (hellingbossen). Scenario's waarin meer aandacht is voor natuurbescherming (Priority to biodiversity in EFSOS II) laten zien dat het totale Europese oogstniveau niet of nauwelijks kan stijgen bij meer nadruk op natuur.

Is deze krapte op de houtmarkt eventueel op te lossen door veranderingen in beheer? Hiervoor is een 'plantagescenario' gerund waarin voor heel Europa op het moment van eindkap van een loofhoutbos, 50% van de sites wordt ingeplant met een snelgroeiende naaldhoutsoort (Nabuurs *et al.* 2014). Uit de resultaten blijkt dat het areaal sneller groeiende soorten vrij langzaam toeneemt. Het duurzaam te oogsten volume naaldhout neemt in Europa toe van 470 miljoen m³/jr. in 2060 onder een business as usual- naar 560 miljoen m³/jr. in 2060 onder het plantagescenario (Figuur 38). Deze snellere conversie betekent ook dat er een groot areaal jong bos ontstaat. Dit duwt de Europese gemiddelde bijgroei tot 2035 met ongeveer 0,3 m³/ha/jr. naar beneden. Daarna neemt de bijgroei snel toe tot boven het business as usual-scenario (Figuur 39).



Figuur 38 Vraagontwikkeling in Europa onder een bio-economiescenario (lijn) en het aanbod van naaldbhout en coniferenhout onder een plantagescenario (staaf). Onder dit scenario neemt de naaldbhoutoogst in Europa toe van 470 miljoen m³/jr. in 2060 onder een business as usual- naar 560 miljoen m³/jr. in 2060 onder het plantagescenario.



Figuur 39 Gemiddelde bijgroei van het hele Europese bos onder een business as usual- (BAU) en twee vormen van een plantagescenario. Door de versnelde omvorming kennen de plantagescenario's veel jong bos in eerste instantie en is de gemiddelde bijgroei pas na 2035 hoger dan in een business as usual-scenario.

Bosuitbreiding heeft lange tijd in de picture gestaan om de houtproductie op te voeren. De laatste 10-15 jaar lijkt de aandacht weg te zakken en daarmee is ook de netto-uitbreiding teruggelopen, naar nu zo'n 400.000 ha/j (SOEF2015). Recent (ook met Parijs akkoord) heeft ook CO₂-vastlegging weer meer aandacht gekregen. Dit heeft er samen met de bio-economie trend voor gezorgd dat de aandacht voor bosuitbreiding weer terug is. Keenleyside & Tucker (2010) geven in een review aan dat rond 2030 ongeveer 15 miljoen ha verlaten landbouwgronden beschikbaar zouden zijn. Bij een bijgroei van 8 m³/ha.j zou op termijn een jaarlijkse oogst van zo'n 100 miljoen m³/j mogelijk moeten zijn. Een deel

van dit areaal zou ook gebruikt kunnen worden voor korte rotatie energieplantages op die locaties waar de verlaten landbouwgronden geen hoge natuurwaarde hebben.

6.4 Conclusie Europa

Het Europese bos is al lange tijd de belangrijkste leverancier van hout- en vezelproducten voor de Nederlandse markt. Waarschijnlijk zal dat zo blijven en zal deze rol alleen maar toenemen gezien de beperkte mogelijkheden elders in de wereld. Er is een extra oogst mogelijk in het Europese bos van 150 -200 miljoen m³/jr. waarbij onduidelijk is welk deel beschikbaar zal zijn voor Nederland. De hele hoge vraagscenario's kunnen niet worden gedekt.

In principe is er veel ruimte tussen oogst en bijgroei, maar het is heel moeilijk om dit verschil te oogsten. Een oogstverhoging is waarschijnlijk haalbaar door middel van een integrale aanpak op technisch, kennis, eigendoms- en beleidsvlak. Afstemming met andere functies is in Europa met multifunctioneel bos van groot belang. Veel nadruk op biodiversiteit geeft extra krapte, maar wel veel reservaten en dood hout.

Beheerreacties in termen van intensivering zijn in sommige regio's mogelijk, maar de effecten zijn traag maar wel significant (90 miljoen m³/jr.). Dit vraagt ook regionale ketenverbetering en ketenverandering. Verdere bosuitbreiding kan significant bijdragen met 100 miljoen m³/jr.

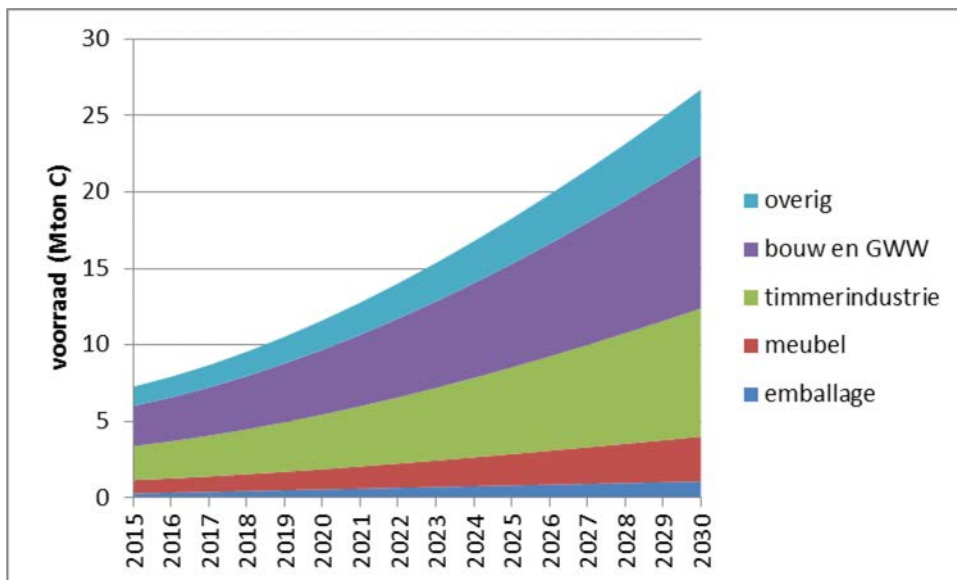
7 Meer houtgebruik in Nederland

7.1 Scenarioaannames

Onder het referentiescenario wordt uitgegaan van een totale houtconsumptie van ongeveer 25 miljoen m³ (rondhoutequivalent) in Nederland in 2030. De extra 10 miljoen m³ ten opzichte van het huidige gebruik zal voornamelijk gebruikt worden voor energetische doeleinden. Dat betekent een verdrievoudiging van de hoeveelheid houtige biomassa die voor energie opwekking wordt gebruikt, en ruim vijfmaal zoveel import als nu (Figuur 21). In het scenario 'Meer producten' volgen we de totale vraag van de Biomassa 2030 visie (ministerie van Economische Zaken 2015), met een toename in houtconsumptie tot 40 miljoen m³/j, maar gaan ervan uit dat we dit in hoofdzaak via vaste houtproducten kunnen bereiken zodat we uiteindelijk meer afgedankt hout en reststromen beschikbaar hebben voor chemie en energie (Figuur 41).

7.2 Koolstofvastlegging en substitutie

We nemen aan dat de verdeling van de consumptie over de verschillende sectoren niet verandert (zie Tabel 1) en dat de houtconsumptie in de periode 2015-2030 geleidelijk stijgt tot het gewenste niveau in 2030. Door de stijging in consumptie neemt de voorraad koolstof die opgeslagen is in producten explosief toe (Figuur 40). In 2030 bedraagt de voorraad bijna 27 miljoen ton, tegen 12 miljoen ton in het referentiescenario. Zelfs bij gelijkblijvende consumptie na 2030 blijft de voorraad nog heel lang stijgen. De vermeden uitstoot door het gebruik van houtproducten stijgt van 3,6 miljoen ton CO₂ in het referentiescenario naar 13,2 miljoen ton CO₂.

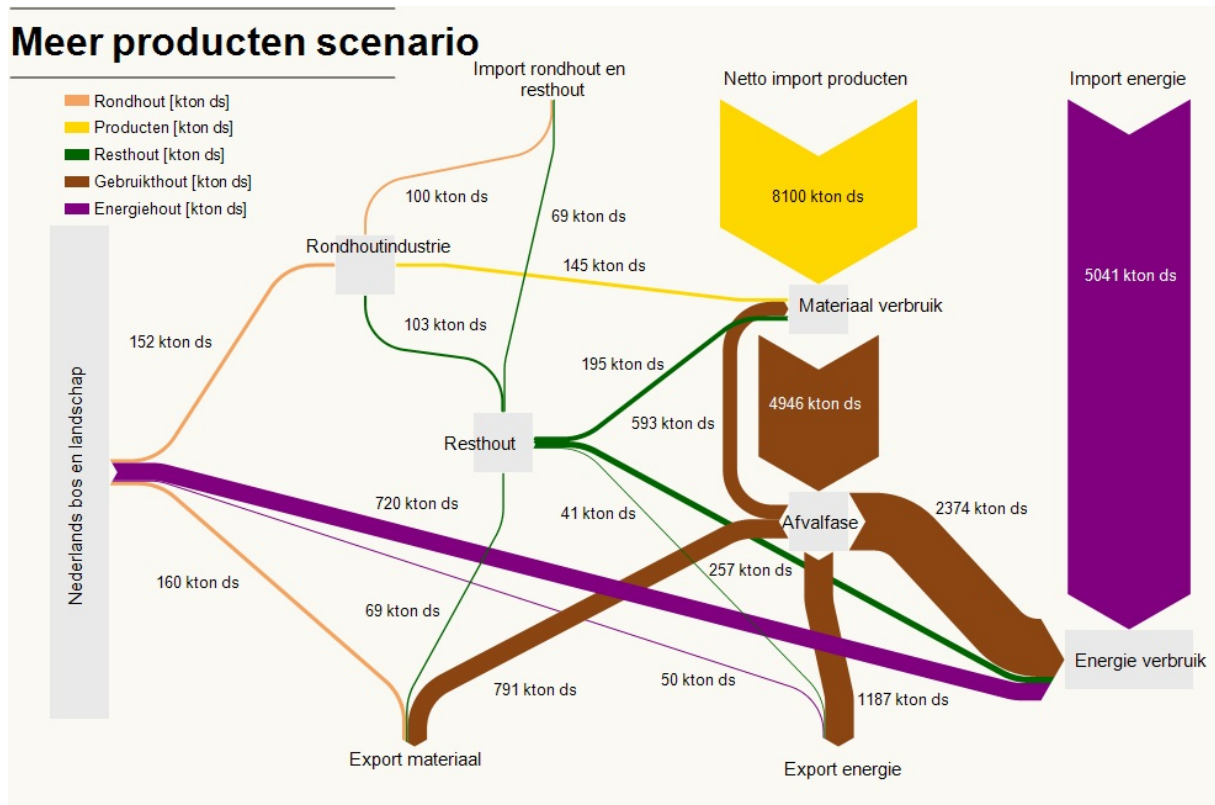


Figuur 40 Voorraad koolstof in houtproducten in verschillende sectoren onder het scenario 'Meer producten'.

7.3 Stroomschema

Het gebruik van houtproducten zal met een factor 4 stijgen, evenals de import (Figuur 41). De import van houtproducten zal daarmee zelfs groter zijn dan de import van pellets e.d. voor bio-energie. De

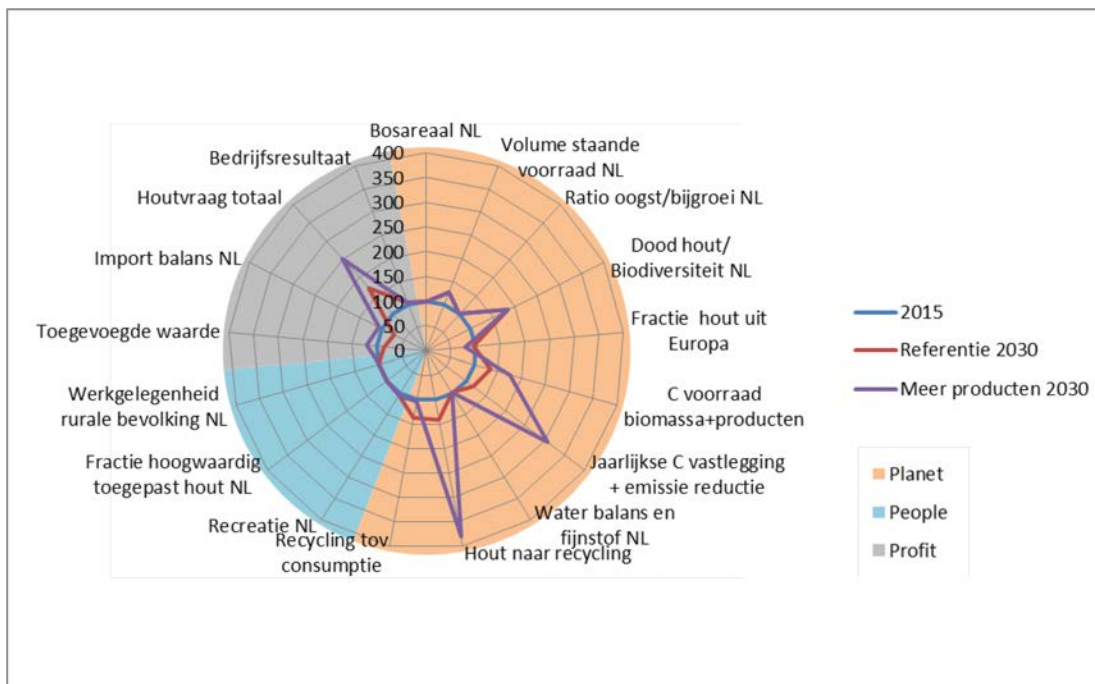
import van pellets is ongeveer 1500 kton lager dan in het referentiescenario in 2030, doordat meer gebruikt hout beschikbaar komt, maar de import van pellets is nog steeds veel hoger dan nu het geval is en vereist nog 5 miljoen ton.



Figuur 41 Vereenvoudigd stroomschema voor het scenario Meer producten in 2030. Voor uitleg zie paragraaf 2.3.

7.4 3P-analyse

Dit scenario met een hout-gebaseerde samenleving heeft een duidelijk gunstig effect op de indicatoren met betrekking tot koolstofvoorraad, jaarlijkse opslag en substitutie (Figuur 42). Ook is de hoeveelheid hout die als grondstof hergebruikt wordt sterk toegenomen. Op andere Planet-indicatoren verandert niets t.o.v. de referentie, omdat we aannemen dat er in het bosbeheer t.o.v. de referentie niets verandert.



Figuur 42 3P-analyse voor het scenario 'Meer producten' in 2030.

7.5 Conclusie

- Bij de huidige doelstellingen is het onmogelijk om zo veel producten te gebruiken dat er alleen afval nodig is voor energieopwekking. Directe verbranding van primaire houtige biomassa lijkt onontkoombaar.
- De extra import van zo'n 6 miljoen ton ds geeft een aanlevering van 2.4 miljoen ton ds naar energie.
- De hoeveelheid CO₂-opslag in producten en de substitutie van staal, aluminium en beton geven een zeer grote bijdrage aan de klimaatdoelstellingen.
- Dit scenario kijkt niet naar toegenomen cascadering in de zin dat hout vaker of meer gerecycled wordt. Het effect daarvan zou zijn dat er minder beschikbaar komt voor bio-energie op de kortere en middellange termijn. Een deel van het hout wordt bij verhoogde cascadering vaker gerecycled en het deel dat direct verbrand wordt, wordt dan kleiner. Op den duur ontstaat wel een nieuwe balans.
- De bouw lijkt de sector met de grootste mogelijkheden voor verhoogde consumptie ter vervanging van staal, beton etc.

8 Meer hout in energie en chemie

8.1 Scenarioaannames

Onder het referentiescenario wordt uitgegaan van een totale houtconsumptie van ongeveer 25 miljoen m³ (rondhoutequivalent) in Nederland in 2030. De extra 10 miljoen m³ ten opzichte van het huidige gebruik zal voornamelijk gebruikt worden voor energetische doeleinden. Dat betekent een verdrievoudiging van de hoeveelheid houtige biomassa die voor energie opwekking wordt gebruikt en ruim vijfmaal zoveel import als nu (Figuur 21).

In het 'Energie en chemie'-scenario gaan we uit van een toename in houtconsumptie tot 40 miljoen m³ (ministerie van Economische Zaken 2015), veroorzaakt door een toename van het gebruik van hout in de chemische sector en verdere vraagontwikkeling door de energiesector.

8.2 Stroomschema

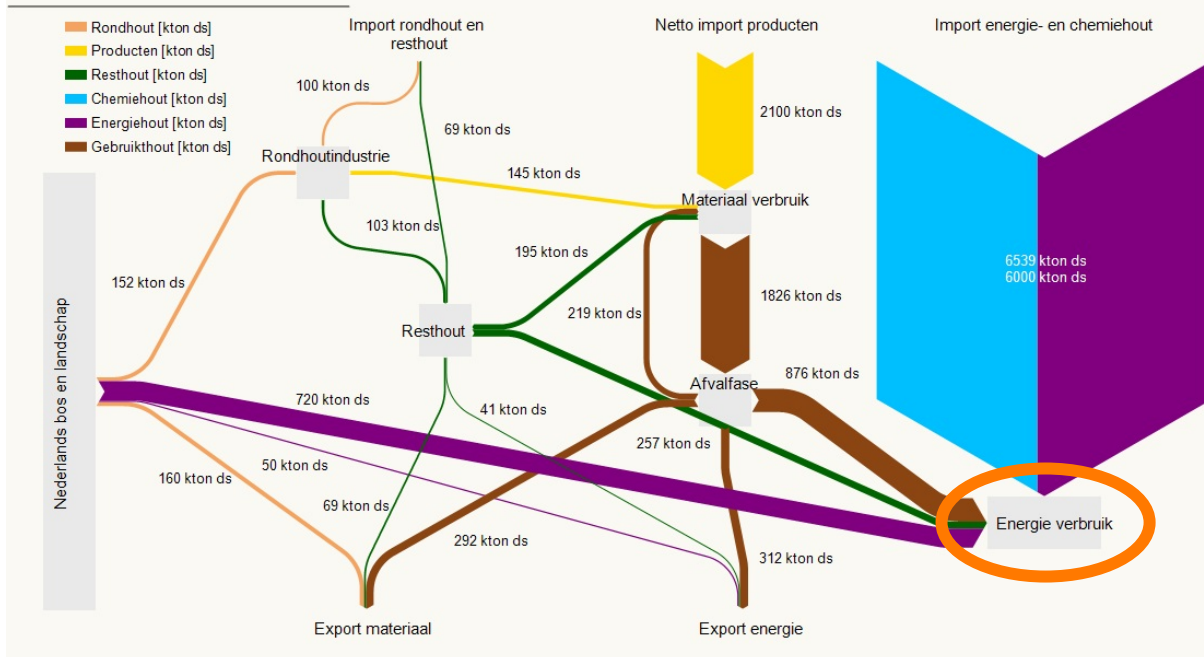
We gaan ervan uit dat grondstof voor de chemie van ongeveer dezelfde kwaliteit zal zijn als voor energie. Al deze biomassa zal worden geïmporteerd, waardoor de totale import nog eens verdubbelt ten opzichte van de situatie in 2030 in het referentiescenario (Figuur 43). Door de verhoogde vraag zullen de grondstofprijzen stijgen en zal een deel van de stromen die nu naar energiehout gaat, ingezet worden voor de chemie. Per saldo zal echter evenveel import nodig zijn.

Voor een (groot) deel zal deze biomassastroom in de plaats komen van de huidige grondstof in de chemische industrie, namelijk olie. In dit scenario gaan we ervan uit dat er geen investeringen worden gedaan in het ontsluiten van nieuwe olie- en gasvelden, waardoor op termijn de olieprijs zullen stijgen. In eerste instantie zal de kostprijs voor biobased chemische producten hoger zijn dan de traditionele producten. De prijs voor biobased producten kan omlaag als er nieuwe technieken beschikbaar komen en als er grootschalig geïnvesteerd wordt in het opzetten van nieuwe fabrieken en raffinaderijen of het ombouwen van huidige installaties. Het ombouwen van bestaande installaties in met name de belangrijke havens (Rotterdam) past bij de huidige infrastructuur die gebaseerd is op olie en past bij de huidige aanvoerroutes van biomassa uit Noord-Amerika. Het is de vraag of de ruwe grondstof vervoerd gaat worden of dat er op de plaats van biomassabeschikbaarheid een tussenproduct wordt gewonnen dat vervolgens verder kan worden getransporteerd.

Daarnaast zal een deel van de biomassa uit Europa (moeten) komen. Kleinschalige installaties op de plaats waar biomassa beschikbaar is, zouden tussenproducten kunnen leveren die elders verder verwerkt worden. In deze installaties zou een koppeling mogelijk zijn tussen het winnen van grondstoffen uit houtige biomassa en het opwekken van energie uit de restproducten.

Qua omvang bedraagt het totale gebruik van aardolie- en aardgasproducten in Nederland in 2015 ongeveer 44 miljoen ton. Het gebruik voor andere dan energetische doeleinden (finaal gebruik) bedraagt niet veel meer dan 4%, ofwel 1,8 miljoen ton, veel minder dan de doelstelling van dit scenario. Nederland zou zich echter wel kunnen ontwikkelen als grote producent van biobased producten voor de Europese markt. Daarvoor is dan wel gericht stimuleringsbeleid nodig. CO₂-opslag in producten in dit scenario zal heel gering zijn. CO₂-substitutie zal vergelijkbaar zijn met het 'Meer producten'-scenario.

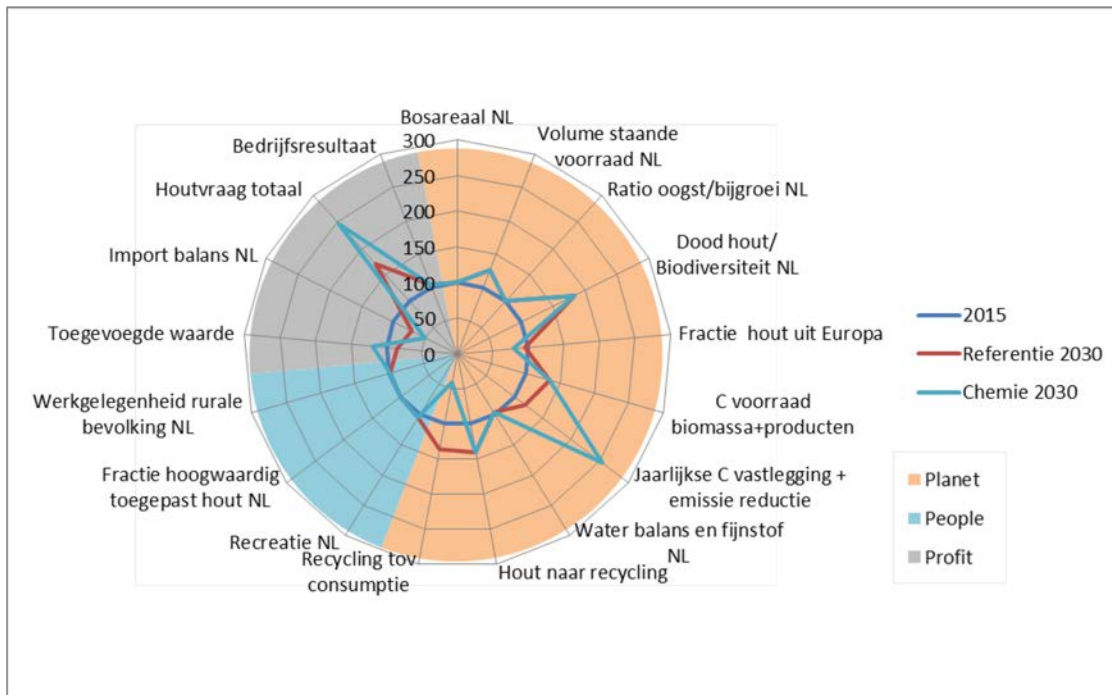
Chemie scenario



Figuur 43 Vereenvoudigd stroomschema voor het scenario Chemie en Energie in 2030. Voor uitleg zie paragraaf 2.3. Het stroomdiagram visualiseert duidelijk de grote ambitie.

8.3 3P-analyse

Dit scenario scoort gunstig op totale houtvraag, toegevoegde waarde en vermeden emissies (Figuur 44), maar slecht op de import balans – de extra vraag moet volledig worden ingevoerd. Doordat het totale houtverbruik toeneemt maar de hoeveelheid gebruikt hout niet, neemt het aandeel gerecycled hout in het totale verbruik sterk af.



Figuur 44 3P-analyse voor het scenario Chemie in 2030.

8.4 Conclusie

Dit scenario visualiseert de grote ambitie in de Biomassavisie2030. Indien alleen Nederland een bio-economie strategie zou hebben, zijn de gevraagde volumes geen probleem. Echter, veel landen bewegen in dezelfde richting zonder aandacht te besteden aan houtvoorziening. Chemie en energie zullen concurreren om grondstoffen en prijzen zullen sterk stijgen. Synergie tussen de sectoren is gewenst en kan de extra aanspraak op grondstoffen mogelijk beperken. Er wordt momenteel onderzocht in hoeverre de voor de chemische industrie interessante stoffen eerst uit het hout gehaald kunnen worden om daarna het overgebleven hout te kunnen verbranden. Met deze ontwikkelingen is in dit scenario geen rekening gehouden.

9 Conclusies

Nederland stevent af op een zeer ambitieuze bio-economie. Deze zal grotendeels gebaseerd zijn op houtige biomassa. Het houtgebruik in Nederland gaat daardoor stijgen naar ruim 2 m³ per inwoner in 2030.

De biomassavisie2030 verwacht een extra vraag door Nederland van ~30 miljoen m³/j. Deze toename komt door beleidsdoelen op het gebied van hernieuwbare energie, ambities voor de ontwikkeling van een biobased economie en ambities voor meer gebruik van duurzame materialen in bijvoorbeeld de bouw. Andere landen hebben soortgelijke ambities, waardoor de vraag naar houtige biomassa wereldwijd enorm zal stijgen. Nederland zal meer nog dan nu afhankelijk zijn van houtige biomassa import, maar het zal lastiger zijn om de gevraagde hoeveelheden te verkrijgen. Het niet beschikbaar komen van deze grote hoeveelheden biomassa zou de duurzaamheidsambities in gevaar kunnen brengen.

Een van de overwegingen voor een bio-economie is om minder afhankelijk te zijn van het buitenland. *Maar kan dit wel? Zijn duurzame oplossingen te vinden waarbij het bos in stand blijft en al zijn functies blijft vervullen om te voldoen aan de hoge vraag?*

De jaarlijkse houtoogst in **Nederland** bedraagt op dit moment slechts 55% van de jaarlijkse groei. Het is mogelijk dit percentage duurzaam te verhogen tot 75-80% door intensiever te gaan oogsten in de multifunctionele productiebossen, met beperkte effecten op de natuurkwaliteit. Ook andere functies van het bos blijven dan gewaarborgd. Dit levert ~0,6 miljoen m³ hout extra per jaar. Daarmee kan Nederland een bescheiden bijdrage leveren aan de verhoogde vraag naar biomassa. Verhoogde oogst zou samen moeten gaan met nieuwe investeringen in het Nederlandse bos in een integraal programma waarin aandacht is voor alle functies van het bos. De huidige oogst vindt plaats in bossen waar 60-100 jaar geleden in is geïnvesteerd, en investeren nu is nodig om op de langere termijn hout van goede kwaliteit te kunnen blijven leveren. In een bio-economie lijken zelfvoorziening en lokale voorziening van groot belang, maar in de Nederlandse situatie is complete zelfvoorziening op basis van houtige biomassa niet haalbaar.

Het **Europese** bos is nu belangrijk voor de houtvoorziening van Nederland voor ongeveer 80% van onze consumptie. In Europa kan de totale houtoogst toenemen van de huidige 520 miljoen m³ tot 600-650 miljoen m³. Het aanplanten van bos of korte-omloopbos op verlaten landbouwgronden kan nog eens zo'n 100 miljoen m³ per jaar opleveren op de wat langere termijn. Ook hier zijn investeringen in een integraal programma nodig om eigenaren te stimuleren meer hout te oogsten, meer bos aan te leggen en aandacht te besteden aan andere functies van het bos. De recente ontwikkelingen in de meeste Europese landen gaan echter juist in de richting van toekomstige tekorten en verminderde aandacht voor bos.

Nederland staat niet alleen in de verwachte extra vraag naar houtige biomassa. Wereldwijd wordt eenzelfde toename verwacht als in Nederland. **Wereldwijd** is er echter maar een bescheiden aantal regio's waar duurzaam de oogst verhoogd kan worden. Voor Nederland zijn, naast in hoofdzaak Europa zelf, de regio's als het zuidoosten van de VS, Oost-Canada en plantages in Brazilië van belang. Bij tekorten zullen prijseffecten meteen gaan optreden en de ontwikkeling van de bio-economie afzwakken.

De optimale bijdrage van hout aan de circulaire economie én koolstofopslag wordt behaald door resource efficiency en cascaderen: Het hout wordt zo veel mogelijk gebruikt om producten te maken met een lange levensduur (zoals houtskeletbouw) of hoge toegevoegde waarde, vervolgens worden deze producten gerecycled tot andere producten en pas aan het einde gebruikt voor energieopwekking. In de praktijk wordt echter 20% van de Nederlandse consumptie aan hout direct gebruikt voor energieopwekking en dit aandeel zal toenemen tot 40-50% in 2030. Door meer hout via de **vaste houtproducten** in te zetten, kan de import van bulkbiomassa afnemen van 12,5 miljoen ton

ds naar 5 miljoen ton in 2030 onder de aanname dat dit qua toepassingen van hout ook mogelijk is. Via de vaste producten 'post-consumer' komt dan bijna 5 miljoen ton ds beschikbaar. De gevraagde hoeveelheid biomassa voor energie is echter zo hoog ten opzichte van het houtgebruik in de traditionele producten dat alleen reststromen en gebruikt hout niet genoeg zijn om aan de vraag te voldoen. Samenwerking met de biochemie zou een oplossing kunnen zijn, waarbij eerst nuttige inhoudsstoffen worden verwijderd en de restproducten worden verbrand.

Literatuur

- Alberdi, I., R Michalak, C Fischer, P. Gasparini *et al.* 2016 Towards harmonized assessment of European forest available for wood supply in Europe. *Forest Policy and Economics*. 70: 20-29.
- Arts, B., A. Buijs, B. Elands, M. de Groot, M. Hoogstra, D. Kamphorst, en E. Turnhout. 2014. Interactief kappen. Staatsbosbeheer en de maatschappelijke acceptatie van houtoogst. Wageningen, Wageningen University en Research Centre, Essay.
- Bijlsma, R.J., 2008. Bosreservaten: koplopers in de natuurlijke ontwikkeling van het Nederlandse boslandschap (Alterra-rapport 1680). Wageningen, Alterra
- Bijlsma, R.J., R.W. de Waal, E. Verkaik, C.A. van den Berg, en R. Haveman. 2009. Natuurkwaliteit dankzij extensief beheer : nieuwe mogelijkheden voor beheer gericht op een veerkrachtig bos- en heidelandschap (Alterra-rapport 1902). Wageningen, Alterra
- Boele A., J. van Bruggen, F. Hustings, K. Koffijberg, J.W. Vergeer, en T. van der Meij, 2015. Broedvogels in Nederland 2013. Nijmegen, Sovon Vogelonderzoek Nederland
- Boosten, B., en J. Oldenburger, 2013. Kostenefficiënte en verantwoorde oogst van tak- en tophout. Wageningen, Stichting Probos
- Boosten, B., en J. Oldenburger, 2014. Biomassapotentieel NBLH-sector in 2020 en 2050. Wageningen, Stichting Probos
- Burschel, P., E. Kürsten, B.C. Larson, M. Weber, 1993. Present Role of German Forests and Forestry in the National Carbon Budget and Options to its Increase. In: Wisniewski R., N. Sampson, Terrestrial Biospheric Carbon Fluxes Quantification of Sinks and Sources of CO₂. Springer, Dordrecht
- CBS, 2013. Vakantie van Nederlanders 2012. Den Haag, CBS.
- CBS, 2014. Demografische kerncijfers per gemeente 2014. Heerlen, Centraal Bureau voor de Statistiek
- CBS, PBL, Wageningen UR (2014a). Trend in kwaliteit van natuur, 1994 - 2012 (indicator 2052, versie 05, 4 maart 2014). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.
- CBS, PBL, Wageningen UR (2014b). Milieucondities in water en natuurgebieden, 1990 - 2010 (indicator 1522, versie 04, 7 mei 2014). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.
- CBS, PBL, Wageningen UR (2014c). Productie van drinkwater, 1950-2013 (indicator 0045, versie 12, 17 september 2014). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.
- Claessens, B., 2004. Publiek is geen probleem, de prijs van het hout wel, tussenstand Nederlands hout doet mee, uit: Vakblad Natuur, Bos en Landschap, 2004, pp. 14-15.
- Clerkx, A.P.P.M., S.M.J. Wijdeven en R.J. Bijlsma. 2003. Bos reservaten in Nederland: nu en straks. Vakblad voor Natuurbeheer nr. 6, december 2003. pp 116-117
- Clerkx A.P.P.M., M.J. Schelhaas, en J. Zwart. 2015. Oogst in het Nederlandse bos: Analyse van niet-geogste plots uit de Zesde Nederlandse Bosinventarisatie. Alterra-rapport 2610, Wageningen.
- Corbey, D. 2015. Commissie Duurzaamheidsvraagstukken Biomassa: advies over duurzaamheidscriteria vaste biomassa. 8 p.
- CVTO, 2013. ContinuVrijeTijdsOndrzoek (CVTO) 2012-2013, NTBC-NIPO research, Den Haag.
- Dirkse, G.M., W.P. Daamen, H. Schoonderwoerd, M. Japink, M. van Jole, R. van Moorsel, P. Schnitger W.J. Stouthamer & M. Vocks. 2007. Meetnet Functievervulling bos 2001-2005. Vijfde Nederlandse Bosstatistiek. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Rapport DK nr. 2007/065. Ede.
- Dolman, H., E. Moors, J. Elbers, W. Snijders en P. Hamaker, 2000. Het waterverbruik van bossen in Nederland. Wageningen, Alterra.
- Fischer, P.H., Ameling, C.B., and M. Marra. 2005. Air pollution and daily mortality in The Netherlands over the period 1992 - 2002. RIVM rapport 630400002. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.

-
- ForestEurope. 2015. State of Europe's Forests. Forest Europe, Madrid.
- Forsell, N, A. Korosuo, P. Havlík, *et al.* 2016. Resource efficiency impacts of future EU bioenergy demand. Publications Office of the European Union. http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/bioenergy/KH-02-16-505-EN-N%20-%20final%20report.pdf
- Goossen, C.M, M. Sijtsma, H. Meeuwssen en J. Franke. 2011. Vijf jaar daarmoetikzijn; Het ideale landschap volgens de Nederlanders op basis van analyse van de website www.daarmoetikzijn.nl. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2197.
- Groot, C. de. 2014. De Rondhoutverwerkende industrie in 2013 – Intern rapport. Wageningen, Stichting Probos
- Hansen *et al.* 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342, 850. DOI: 10.1126/science.1244693
- Hendriks, K., L.C. Braat, C.M. Deerenberg, P.M. van Egmond, A. Gaaff, C.M. van der Heide, R.H. Jongbloed, C. Klok, H. Leneman, T.C.P. Melman, A.J.W. Ruijs, en J.E. Tamis. 2014. TEEB voor gebieden : Hoofdstudie (Alterra-rapport 2489). Wageningen, Alterra
- Hetemäki, L., 2014. Future of European Forest Based Sector. Structural changes towards the bioeconomy. *EFI What Science can tell Us*. 6. Joensuu
- IEA 2012. World Energy Outlook. Ch7 Renewable energy outlook. Paris.
- IPCC 2014. Smith *et al.* Ch 11. Agriculture, Forestry and other Land Use (AFOLU). Appendix 11.13. Bioenergy. P. 870-886. In: Edenhofer *et al.* IPCC WGIII. Cambridge
- Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M., S.M.J. Wijdeven, L.G. Moraal, M.T. Veerkamp, en 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 (Alterra-rapport 1320). Wageningen, Alterra
- Jansen, P., en M. van Benthem. 2008. Bosbeheer en biodiversiteit. Wageningen, Stichting Probos
- Johansson T.B., N. Nakicenovic, A. Patwardhan, L. Gomez-Echeverri, and W.C. Turkenburg (2012). Summary for policymakers. *Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future*, 3–30.
- Jong, J.J. de. 2011. Effecten van oogst van takhout op de voedingstoestand en bijgroei van bos : een literatuurstudie (Alterra-rapport 2202). Wageningen, Alterra
- Jong, J.J. de, R.J. Bijlsma, en J.H. Spijker. 2012. Randvoorwaarden biodiversiteit bij oogst van biomassa (Alterra-rapport 2305). Wageningen, Alterra
- Keenleyside C., G. Tucker. 2010. Farmland abandonment in the EU: an assessment of trends and prospects. Report prepared for WWF. Institute for European Environmental Policy, London
- Koffijberg, K. 2011. Vogelbalans 2011. Thema bos. Nijmegen, Sovon Vogelonderzoek Nederland
- Leeters, E.E.J.M. en de Vries, W. 2001. Chemical Composition of the humus Layer, mineral soil and soil solution of 150 forest stands in the Netherlands in 1995. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 424.2
- Ministerie van Economische Zaken, 2015. Biomassa 2030. Strategische visie voor de inzet van biomassa op weg naar 2030. Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, publicatienummer 89293
- Nabuurs, G.J., A. Pussinen, J. van Brusselen, and M.J. Schelhaas. 2007. Future harvesting pressure on European forests. *European Journal of Forest Research* 126, 391-400.
- Nabuurs, G.J., M. Lindner, P.J. Verkerk, K. Gunia, P. Deda, R. Michalak, G. Grassi. First signs of carbon sink saturation in European forest biomass. *Nature Climate Change* 3, 792–796
- Nabuurs, G.J., M.J. Schelhaas, C. Orazio, G. Hengeveld, M. Tome, E.P. Farrell. 2014. European perspective on the development of planted forests, including projections to 2065. *New Zealand Journal of Forestry Sciences*. <http://www.nzjforestryscience.com/content/44/S1/S8>
- Oldenburger, J., C. de Groot en A. Winterink. 2012. Nederlandse houtstromen in beeld. Wageningen, Stichting Probos.
- Oldenburger, J., A. Winterink, C. de Groot en M. van Benthem. 2015. Duurzaam geproduceerd hout op de Nederlandse markt in 2013. Wageningen, Stichting Probos
- Oldenburger, J., en C. de Groot. 2015. Afzetmarkten voor gezaagd hout en plaatmateriaal op de Nederlandse markt in 2013. Wageningen, Stichting Probos
- Oosterbaan, A. en M. Kiers. 2011. Landelijke kaart potentiële fijnstofinval door groene vegetaties. In: Th.C.P. Melman en C.M. van de Heide, 2011. *Ecosysteemdiensten in Nederland: verkenning betekenis en perspectieven*. Achtergrondrapport bij Natuurverkenning 2011. WOt-rapport 111. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

-
- Probos, 2014. Kerngegevens bos en hout in Nederland. Wageningen, Stichting Probos
- Ragland, K.W, D. J. Aerts, and A. J. Baker. 1991. Properties of Wood for combustion analysis. *Bioresource Technology* 37(9):161-168.
- RVO, 2014. Green Deal Duurzaamheid Vaste Biomassa. Rapportage II-2013. Utrecht, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
- Schelhaas, M.J., M.N. Van Wijk, en G.J. Nabuurs. 2002. Koolstofvastlegging in bossen: een kans voor de boseigenaar? Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 553. 52 p.
- Schelhaas, M., A.P.P.M. Clerkx, W.P. Daamen, J.F. Oldenburger, G. Velema, P. Schnitger, P. Schoonderwoerd, H. Kramer, 2014. Zesde Nederlandse bosinventarisatie : methoden en basisresultaten (Alterra-rapport 2545). Wageningen, Alterra
- Schelhaas, M.J., G. Hengeveld, d.C. van der Werf, G.J. Nabuurs, in prep. EFISCEN Space model. Alterra rapport.
- Schulp, C.J.E., G.J. Nabuurs, P.H. Verburg en R.W. de Waal, 2008. Effect of tree species on carbon stocks in forest floor and mineral soil and implications for soil carbon inventories. *Forest Ecology and Management* 256 (2008) p. 482-490.
- Silvis, H.J. en M.J. Voskuilen. 2015 (in druk). Bedrijfsuitkomsten in de Nederlandse particuliere bosbouw over 2013. Wageningen, LEI Wageningen UR
- Silvis, H.J., A.D. Verhoog en M.J. Voskuilen (2015). Omvang van het Nederlandse bos- en houtcomplex. Nota 2015-060, LEI Wageningen UR
- Thomas, S.C. and A.R. Martin. 2012. Carbon content of tree tissues: A synthesis. *Forests* (2012) 3:332-352.
- UNECE/FAO. 2011. The European Forest Sector Outlook Study II 2010-2030. United Nations, New York and Geneva
- Verkerk, P.J., Lindner, M., Zanchi, G., Zudin, S. 2011. Assessing impacts of intensified biomass removal on deadwood in European forests. *Ecological Indicators* 11(1): 27-35.
- De Vries, W., A. Hol, S. Tjalma en J.C.H. Voogd. 1990. Literatuurstudie naar voorraden en verblijftijden van elementen in bosesystemen. Wageningen, Staring Centrum, Rapport 94.
- De Vries, W. en E.E.J.M. Leeters. 2001. Chemical Composition of the humus Layer, mineral soil and soil solution of 150 forest stands in the Netherlands in 1990. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 424.

Bijlage 1 Leden werkgroep, klankbordgroep en deelnemers Stakeholder bijeenkomsten

Werkgroep

Evelien Verbij, VBNE
Jaap van den Briel, PHN
Frouke Pieters, N&M (Later: Peter de Jong)
Guido Enthoven en Matijs Taanman, IMI
Peter vd Knaap, EZ

Klankbordgroep

Gerrit Jan Koopman, VNP
Reinier Gerrits, VNCI
Geertje van Hooijdonk, N&M (Peter de Jong)
Fokke Goudszwaard, Platform bio-energie
Annita Westenbroek, Dutch Biorefinery cluster
Henk Wannings, SBB

Deelnemers Stakeholderbijeenkomst Juni 2015

Naam	Organisatie
E. Aertsen	FPG
M. Adriaanse	Kenniscentrum Papier
A. van Baalen	Milieudefensie
H. Bartelink	12 Landschappen
W. Beerten	GDFSuez
C. Beijnen	Gasunie
K. Boon	AVIH
Michael Boot	TUE
F. Borgonje	Ministerie van Defensie
J. Van den Briel	PHN
E. Brinckmann	Het Lankheet
A. Brinkman	BVOR
F. Ceelaert	EPV
J. Daey Ouwens	GDFSuez
F. van Droffelaar	D3 advies/ Verhoeven
G. Enthoven	IMI
A. Faaij	RUG
M. Fledderman	NBvT
J. Fransen	Natuur & Milieu
M. Galjee	AkzoNobel
R. Gerrits	VNCI
F. Goudszwaard	De Koepel
R. Groot	NA
R. de Gruijter	Stichting Kringloop Hout
C. Hamelinck	Ecofys
M. Hartevelde	IUCN
R. van Hedel	Grontmij
H. Hekhuis	SBB
G. van Herwaarden	Landschappen
P. van den Heuvel	VVNH
R. van Hoesel	EPV
Geertje van Hooijdonk	Natuur & Milieu
Henk van Houtum	VNP
B. Huisman	Unie van Bosgroepen
Alex Kaat	Eneco
B. van Keulen	RVO
R. Klaassen	SHR
P. van der Knaap	Ministerie van EZ
G.J. Koopman	VNP

Naam	Organisatie
J. Koopmans	Koopmans Beheer
A. van Korven	ZLTO
C. Lahaye	Attero
H. Massop	Natuurmonumenten
Xander van Megchelen	Groen Gas
Cor von Meijenfeldt	Ministerie van EZ
Ward Mosmuller	DSM
I. Mouthaan	Ministerie van EZ
E. de Munck	Centrum Hout
Jan Nieuwenhuis	Ministerie van EZ
Ruud van Os	GDF Suez
B. van Overeem	HVN
F. Pieters	Natuur & Milieu
A. Prins	GPG
Moniek Reijnders	HVCgroep
P. Rikken	Meilink Groep
Anneleen Rotering-Jacobs	BVOR
J. Sandberg	AkzoNobel
H. Savenije	Tropenbos
A. Stevens	WNF
M. Taanman	IMI
B. van der Velde	GasUnie
E. Verbij	VBNE
K. Verhaar	Arizona Chemicals
L. Vet	NIOO
M. Vis	BTG
M. de Vries	BRBS
M. van den Wall Bake	VBNE
H. Wanningen	Staatsbosbeheer
A. Wels	WNF
A. Westenbroek	Dutch Biorefinery Cluster
W. Wiskerke	Greenpeace
M. de Wit	Bosgroep Zuid-Nederland
Lindsey Wuisan	Ministerie van I&M
H. Zwaanenburg	NBvT

Deelnemers bijeenkomst Toekomst Bos en Hout 14 maart 2016

Cor von Meijenfeldt	Min EZ	Natuurbeheer en Biodiversiteit
Peter van der Knaap	Min EZ	Natuurbeheer en Biodiversiteit
Nico Bos	Min EZ	Natuurbeheer en Biodiversiteit
Ruben Post	Min EZ	Natuurbeheer en Biodiversiteit
Patricia Braaksma	Min EZ	Natuurbeheer en Biodiversiteit
Henk Raven	Min EZ	Natuurbeheer en Biodiversiteit
Patrick Todd	Min EZ	Energie-uitdagingen 2020
Elmar Theune	Min EZ	Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit
Marten Hamelink	Min EZ	Groene Groei en BioBased Economy
Peter Besselink	Min EZ	Groene Groei en BioBased Economy
Gerard Grimberg	Min EZ	Agro- en Natuurkennis
Jan van Esch	Min EZ	Agro- en Natuurkennis
Monique Riphagen	Min IM	Duurzaamheid
Maja Valstar	Min IM	Duurzaamheid
Jaap Stokking	Min IM	Klimaat, Lucht en Geluid
Sipke Castelein	Min EZ	RVO
Mireille Götz	Min IM	RWS
Guido Enthoven	IMI	Instituut voor Maatschappelijke Innovatie
Evelien Verbij	VBNE	Vereniging van Bos- en NatuurterreinEigenaren
Peter de Jong	N&M	Vereniging Natuur en Milieu
Jaap van den Briel	PHN	Platform Hout in Nederland

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

Wageningen Environmental Research
Rapport 2747
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 2747
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.

