



# Ruimte voor Biobased Bouwen

Strategische Verkenning



# Ruimte voor Biobased Bouwen

## Strategische Verkenning

Opdrachtgevers:

*Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties*



*Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit*



*College van Rijksadviseurs*



*Provincie Noord-Brabant*



*Provincie Zuid-Holland*



Opdrachtnemer:

*Studio Marco Vermeulen*



*Beeld cover: Massiefhouten kern Triodos Bank  
in aanbouw, Driebergen. RAU Architects  
Foto: Bert Rietberg (bewerking)*

# Inleiding



Voor 2035 moeten er in Nederland 1,1 miljoen woningen worden gebouwd. Voor 2050 mogelijk nog eens 1 miljoen<sup>1</sup>. Tegelijkertijd moeten zo'n 7 miljoen bestaande woningen worden geïsoleerd. Dat alles terwijl we kampen met een schaarste aan grondstoffen en een noodzaak om de uitstoot van CO2 en stikstof te reduceren. Dat zijn doelstellingen die lastig met elkaar zijn te verenigen als we op de huidige manier blijven bouwen, met alleen traditioneel beton, staal, steenwol en bitumen. Maar er is een alternatief dat de afgelopen jaren steeds meer mogelijkheden heeft gekregen: bouwen met natuurlijke materialen. Ook wel *biobased bouwen* genoemd. In deze verkenning onderzoeken we de mogelijkheden hiervan.

Terwijl begrippen als 'eiwittransitie' en 'energie-transitie' inmiddels gemeengoed zijn, wordt opvallend weinig gesproken over een 'bouwtransitie'. Terwijl de bouwsector voor een deel met dezelfde dilemma's kampt als de voedingssector en de energiesector: de vraag stijgt en tegelijkertijd moet de impact op het klimaat worden verminderd. Bouwen met natuurlijke materialen, ofwel *biobased bouwen*, is een alternatief voor bouwen met beton, staal, steenwol en bitumen. Biobased bouwen kan helpen om tegelijkertijd te voorzien in de stijgende behoefte aan verstedelijking én de ecologische voetdruk te verminderen. Daarmee wordt het mogelijk om maatschappelijke opgaven te verbinden die tot nu toe haaks op elkaar lijken te staan: de noodzaak om nieuwe woningen te bouwen, op een duurzame manier, met oog voor een gezonde leefomgeving, een rijke biodiversiteit en een kwalitatief hoogwaardig landschap, met een veel lagere uitstoot van broeikasgassen in de atmosfeer.

De afgelopen jaren zijn de mogelijkheden van bouwen met natuurlijke materialen toegenomen door nieuwe inzichten en productiemethoden. Ook al wordt er volop mee geëxperimen-

teerd, de ervaringen met biobased bouwen zijn nog fragmentarisch. Deze *Strategische Verkenning Ruimte voor Biobased Bouwen* is bedoeld om de beschikbare kennis over bouwen met natuurlijke materialen bij elkaar te brengen, en tegelijkertijd een opmaat te geven voor de ontwikkeling van een visie en roadmap voor een duurzamere bouwsector in Nederland.

## Opdrachtgevers

Vanuit haar verantwoordelijkheid voor de uitvoering van de Nationale Omgevingsvisie (NOVI) verbindt de directie Ruimtelijke Ordening van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties verschillende plannen en strategieën die moeten zorgen voor een duurzame ontwikkeling van onze leefomgeving. Daarbij worden relevante experts en (markt)partijen aan elkaar verbonden, om zo te komen tot geobjectiveerde kennisvergaring, kennisuitwisseling, alliantievorming en concrete uitwerking in de omgevingsagenda's, nationale programma's en NOVI gebieden.

**De afgelopen jaren zijn de mogelijkheden van bouwen met natuurlijke materialen toegenomen door nieuwe inzichten en productiemethoden.**

**Afb. 1 (links)**  
Biobasecamp Dutch Design Week 2019  
Foto: Ronald Tilleman

Deze *Strategische Verkenning Ruimte voor Biobased Bouwen* is daar onderdeel van. De behoefte aan deze verkenning wordt gedeeld door meerdere partijen. Naast het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties zijn dat het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, het College van Rijksadviseurs, de Provincie Noord-Brabant, de Provincie Zuid-Holland en gemeente Boxtel. Ook het Planbureau voor de Leefomgeving, het Rijksvastgoedbedrijf, en de ASN Bank zijn betrokken bij deze verkenning.

In het licht van nationale beleidsambities, zoals verwoord in de NOVI, beogen we met de *Strategische Verkenning Ruimte voor Biobased Bouwen* bij te dragen aan:

- > Een snellere verduurzaming van de bouw door het gebruik van biobased materialen zoals hout, hennep, olifantsgras, etc.
- > Een hoogwaardiger landschappelijke kwaliteit en een duurzamer ruimtegebruik door natuur, landbouw, recreatie, energiewinning en verstedelijking met elkaar te verbinden;
- > Een versterking van de relatie tussen beleid en praktijk, tussen de nationale schaal en de lokale schaal en tussen de systeemwereld van instituties en de leefwereld van mensen.

## Plan van aanpak

Er wordt in drie fasen aan deze strategische verkenning gewerkt. In de eerste fase is in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) de verhalenbundel *Negen verhalen over bouwen met bomen* over houtbouw gemaakt. In deze bundel delen verschillende overheden en belanghebbenden hun visie op biobased bouwen. Als vervolg hierop wordt in fase 2 in drie stappen gewerkt aan deze *Strategische Verkenning Ruimte voor Biobased Bouwen*. In de derde fase zal deze verkenning tot slot landen bij een zo breed mogelijk publiek, om hen te informeren en mee te nemen in een toekomst waar ruimte is voor biobased bouwen. Doel van deze landingsfase is daarnaast om met bedrijven, maatschappelijke organisaties, kennisinstellingen en overheden een brede alliantie te vormen. Binnen deze alliantie moeten partijen elkaar vinden in een gedeeld gevoel van urgentie en een gedeeld streven om zich in te zetten op biobased bouwen. De partners van de alliantie worden daarnaast uitgedaagd zich uit te spreken over welke bijdrage zij zélf, vanuit hun eigen rol en verantwoordelijkheid, kunnen leveren aan het versnellen van deze transitie. Een voorschot op die landing is al opgenomen in dit document (vanaf pagina 68).

## Fase 1 - Aanloop

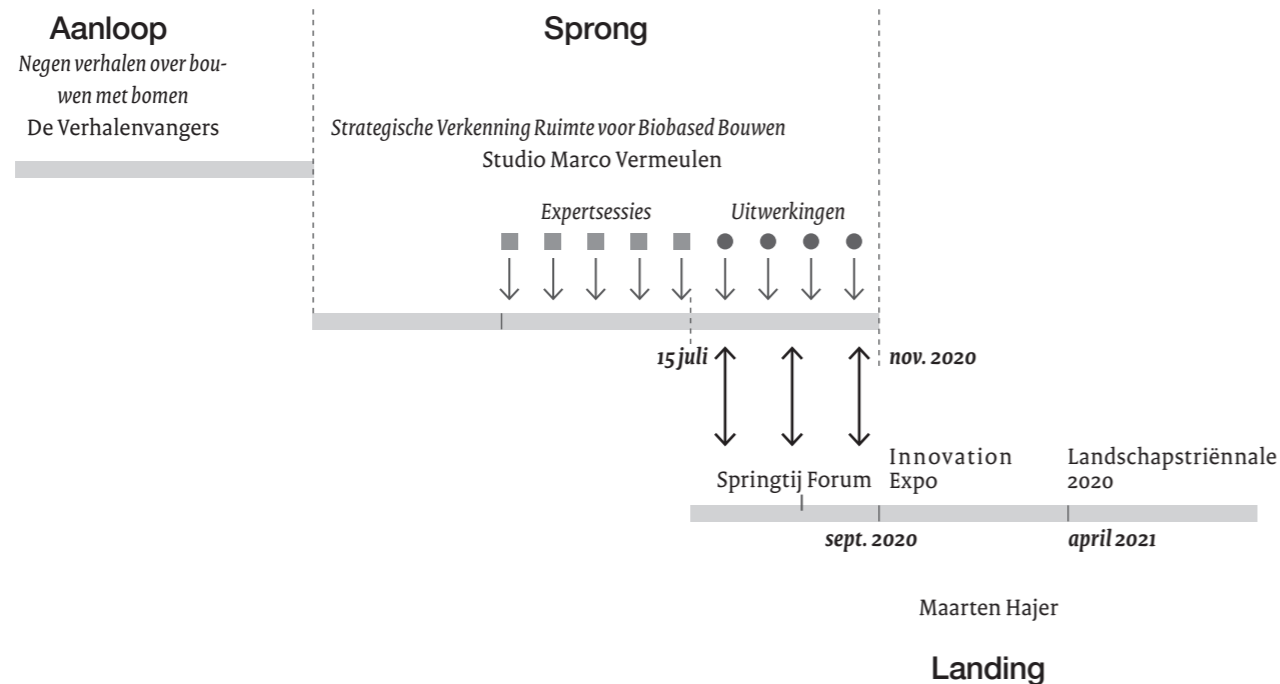
In de verhalenbundel *Negen verhalen over bouwen met bomen*<sup>2</sup> komen aanbevelingen, kansen en dilemma's met betrekking tot biobased bouwen naar voren. Zo wordt houtbouw gezien als een kans voor het landschap en kunnen er nieuwe verdienmodellen aan worden gekoppeld. Maar er zijn ook obstakels waar overheden en marktpartijen tegenaan lopen, zoals financiering. Voor de omslag naar houtbouw is massa en volume nodig. Een financiële prikkel vanuit de rijksoverheid, gericht op het stimuleren van het gebruik van natuurlijke bouwmaterialen (of op het ontmoedigen van het gebruik van niet-natuurlijke bouwmaterialen), zou een transitie naar biobased bouwen kunnen versnellen.

De verhalen wijzen ook op mogelijke weerstand tegen bomenkap voor houtbouw. Een nationale campagne voor positieve beeldvorming rondom bosbeheer en de positieve kanten van een gecontroleerde kap van bomen lijkt voor de hand liggend. Hiermee zouden de ministeries van LNV, BZK en EZK gezamenlijk ook de economische waarde van nieuwe bedrijvigheid (zagerijen, drogerijen, etc.) voor Nederland kunnen belichten.

Dura Vermeer, Staatsbosbeheer en de Betonvereniging wijzen erop dat de kosten van bouwen met hout en andere natuurlijke materialen zullen dalen wanneer duurzaamheidsaspecten structureel onderdeel gaan uitmaken van elke projectuitvraag, bijvoorbeeld in de vorm van aangescherpte milieuprestatie-eisen. Biobased materialen kunnen hierdoor beter concurreren met bijvoorbeeld beton.

Tot slot zien we als rode draad in de verhalen een roep om visie, samenwerking en collectief leren. Het ministerie van BZK krijgt de vraag om de wenselijkheid van biobased bouwen op te nemen in de Nationale Omgevingsvisie en om samen met het ministerie van LNV het allocatievraagstuk van nieuwe bossen uit te werken in een strategie van groene netwerken, die door Staatsbosbeheer ook wordt uitgedragen.

**Afb. 3**  
CLT woning in aanbouw, Gent. reArch architecten  
Bron: [www.houtcreaties.com](http://www.houtcreaties.com)



**Afb. 2**  
3 fasen



## Fase 2 - Sprong

### Stap 1

In stap 1 zijn op basis van deskresearch een groot deel van de vooraf geformuleerde onderzoeksvragen aangescherpt en zijn een aantal veelvoorkomende vragen al beantwoord. Hierbij is gebruik gemaakt van bestaande onderzoeken vanuit meerdere overheden en vanuit de uitvoeringspraktijk.

### Stap 2

In stap 2 is deze verkenning verder uitgewerkt en aangescherpt via expertsessies. Hiervoor zijn experts en stakeholders uitgenodigd rondom de thema's bouwen, verstedelijking, bosbouw, landschap en maatschappelijk rendement. Vervolgens zijn de inzichten die in deze sessies naar voren kwamen samengebracht om zo verbanden te leggen tussen de verschillende opgaven, kennisvelden, beleidsdomeinen en de praktijk. Dit document is het resultaat van stap 1 en 2.

### Stap 3

In stap 3 zijn een aantal geselecteerde thema's verder uitgediept. Het gaat onder andere om deze onderwerpen:

- > Optimalisatie van de biobased bouwketen
- > Kansen voor het landschap
- > Kansen voor architectuur
- > Publieke acceptatie van houtkap
- > Koppeling met de Nationale Omgevingsvisie en uitvoering daarvan in omgevingsagenda en ander ruimtelijk instrumentarium
- > Koppeling met Klimaatakkoord en de klimaattafels
- > Koppeling met financiële markt en bouwconomie

In deze verdiepingsfase is deze verkenning verder onderbouwd met onderzoek en rekenwerk, in samenwerking met experts. Zo kan er bijvoorbeeld een businesscase voor biobased teelt van gewassen en bos worden uitgewerkt, maar ook een nieuw architectonisch idioom voor het bouwen met deze materialen.



**Afb. 5**  
Biobasecamp Dutch Design Week 2019  
Foto: Ronald Tilleman

### Afb. 4

Prefab kalkhennep elementen voor Ecodorp  
Boekel, Dunagro Hemp Group, Eco+Bouw,  
Huub van Laarhoven  
Bron: Eco+Bouw



## Leeswijzer

Om de kansen en uitdagingen van biobased bouwen voor het voetlicht te brengen, wordt per hoofdstuk een maatschappelijk aspect van biobased bouwen uitgewerkt. Eerst wordt ingegaan op biobased bouwmaterialen als alternatief voor traditionele grondstoffen. Daarna wordt de bijdrage van biobased bouwen op de kwaliteit van onze leefomgeving besproken. Vervolgens wordt onderzocht hoe biobased bouwen kan bijdragen aan kwalitatief goede woningen. En daarna hoe de vraag naar biobased bouwmaterialen kansen biedt voor het klimaat, het landschap, de natuur en de landbouw.

Er is gekozen voor een bundeling van hoofdconclusies aan het einde van de verkenning, om zo een samenvatting te hebben waarin al deze maatschappelijke aspecten bij elkaar komen. Waarbij we ook de belemmeringen nog een keer opsommen, die duidelijk maken waarom biobased bouwen tot nu toe niet op grote schaal is ingezet. We eindigen met een call to action om een versnelling voor biobased bouwen in gang te zetten. ■

1. Bevolkingsprognose: mogelijk 2 miljoen nieuwe huizen nodig in 2050, Vastgoedmarkt.nl  
2. <https://landschapstriennale.com/publicaties/negen-verhalen-over-bouwen-met-bomen/>

# Inhoudsopgave

<b>Inleiding</b>	<b>2</b>
<b>1. Biobased bouwen</b>	<b>10</b>
<b>2. Kansen voor duurzame verstedelijking</b>	<b>18</b>
<b>3. Kansen voor architectuur</b>	<b>22</b>
<b>4. Kansen voor gezondheid</b>	<b>28</b>
<b>5. Kansen voor het klimaat</b>	<b>32</b>
<b>6. Kansen voor het Nederlandse landschap</b>	<b>38</b>
<b>7. Kansen voor de bossen</b>	<b>44</b>
<b>8. Kansen voor de landbouw</b>	<b>50</b>
<b>9. Waarom doen we dit niet op grote schaal?</b>	<b>56</b>
<b>10. Biobased bouwen als alternatief</b>	<b>62</b>
<b>Het vervolg: de Landing</b>	<b>68</b>
<b>Colofon</b>	<b>72</b>

# Biobased bouwen

Bij biobased bouwen wordt gebruik gemaakt van natuurlijk gegroeide materialen, zoals hout, hennep, vlas, pluggen, leem, riet, zeewier, stro, klei, lisdodde en miscanthus. Deze materialen brengen minder milieubelasting met zich mee dan traditionele bouwmaterialen. Omdat het om gegroeide materialen gaat, wordt ook uitputting van grondstoffen tegengegaan. Er kan echter nog een stap verder worden gezet: biobased bouwen leidt niet alleen tot een vermindering van negatieve impact op natuur, mens en milieu, maar kan zelfs een positieve impact hebben. Een heel aantal problemen kan worden opgelost – juist door te bouwen.

Biobased bouwen kan een positieve uitwerking hebben op landschap, gezondheid en economie. In de volgende hoofdstukken kijken we hier verder naar. In dit hoofdstuk kijken we eerst naar de algemene stand van zaken met betrekking tot biobased bouwen, uitgesplitst naar gebouwonderdelen.

## Biobased bouwen in de 21e eeuw

Voor de twintigste eeuw werden woningen vaak gebouwd met het materiaal dat ruimschoots voorhanden was in de directe omgeving. Dat leverde niet altijd een goede woning op. Denk aan de plaggenhut, waarbij het binnenklimaat altijd te vochtig en slecht te verwarmen was. In 1902 trad daarom de Woningwet in werking, die een einde moest maken aan het wonen in een ongezonde woning. De industrialisatie die daarop volgde, alsook de uitdagingen rondom de wederopbouw na de Tweede Wereldoorlog, zorgden ervoor dat bakstenen, beton en staal in Nederland (net als in de rest van de wereld) de meest gangbare bouwmaterialen werden. De gunstige materiaaleigenschappen van biobased materialen raakten daarbij op de achtergrond. Door kennis-

ontwikkeling rondom de bouwphysicaprincipes en bouwtechnieken van biobased bouwen zijn natuurlijke materialen in recente tijd herontdekt. Zo wordt bijvoorbeeld het vochtbufferende vermogen van natuurlijke bouwmaterialen ingezet om met een juiste gevelopbouw vocht in binnenruimtes op een natuurlijke manier door de gevelopbouw naar buiten af te voeren. Zo is het hedendaagse dampopen bouwen met natuurlijke materialen ontstaan vanuit Duitsland, in de jaren tachtig van de vorige eeuw. Daarnaast wordt biobased bouwen de laatste decennia ook steeds meer ingezet om los te komen van fossiele grondstoffen in de bouw. Zo is er de laatste decennia in Nederland al verschillende malen gebouwd met materialen afkomstig uit de levende natuur. Van scholen en (huur)woningen tot een hotel, kantoren en een station. Veelal met hout afkomstig uit buurlanden.

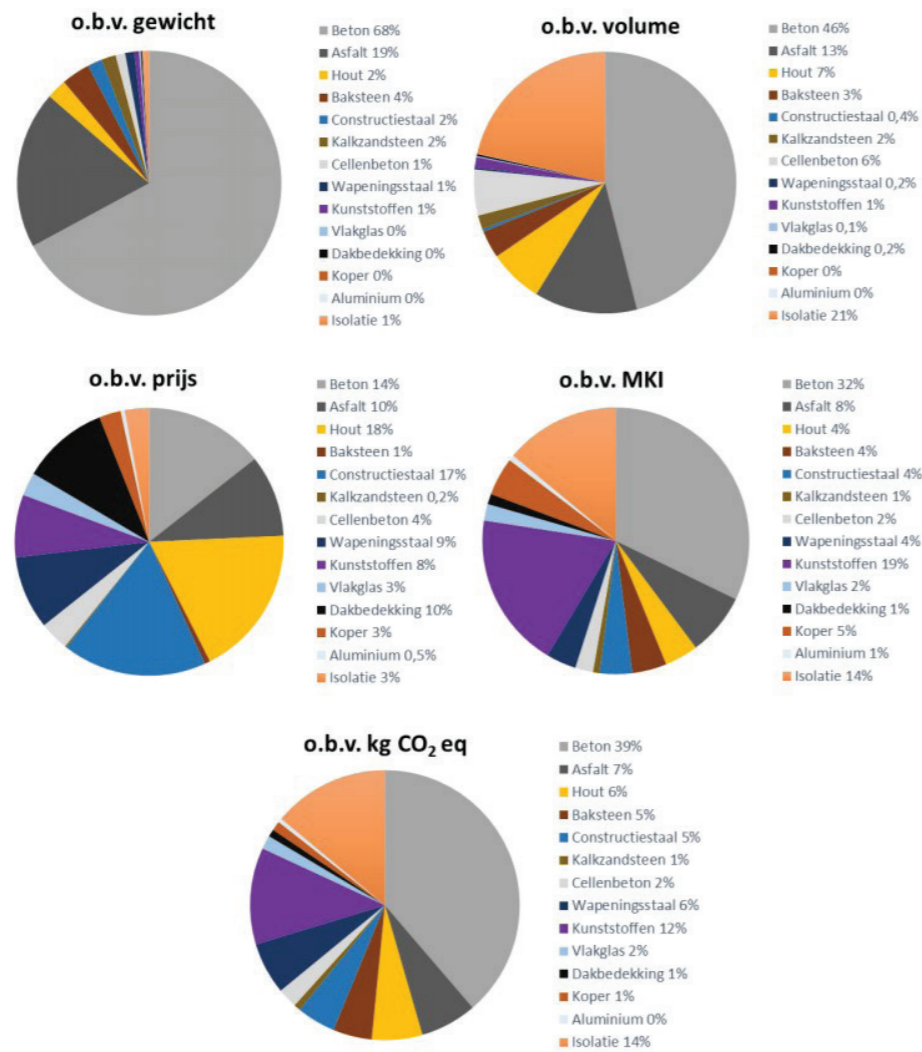
Toch is het aandeel van biobased materialen in de bouw in Nederland op dit moment nog beperkt. Sommige biobased materialen worden al op enige schaal toegepast in de bouw, maar andere materialen zitten nog in een experimenteel stadium.

Er is in Nederland al verschillende malen gebouwd met materialen afkomstig uit de levende natuur. Van scholen en woningen tot een hotel, kantoren en een station.



**Afb. 1.1 (links)**  
Mjasa Tower, Brumunddal, Noorwegen,  
Architect: Voll Architects  
Bron: metalocus

**Afb. 1.2**  
Een CNC-freesmachine van 20 meter lang,  
Derix  
Foto: Studio Marco Vermeulen



Afb. 1.3  
Bouwmaterialen toegepast in Nederland  
Bron: NIBE, Potentie biobased materialen in de bouw, 2019

Beton is in Nederland verreweg het meest gebruikte bouw materiaal, met 46% van het totale volume aan materiaal en een CO<sub>2</sub>-emissie van 39%.

### Circulair en biobased

De overheid werkt samen met het bedrijfsleven om de Nederlandse economie in 2050 volledig circulair te maken, onder meer door deze te laten draaien op herbruikbare grondstoffen, waarvan een deel kan bestaan uit biobased materialen. Een circulaire bouweconomie is onder andere gebaseerd op recycling (bijvoorbeeld van beton, glaswol en staal), upcycling (denk aan afvalstoffen uit andere sectoren), hergebruik (bijvoorbeeld bij kunststofkozijnen) én het efficiënt gebruiken van natuurlijke grondstoffen die geen risico op uitputting met zich meedragen. Bij de inzet van nieuwe grondstoffen zijn dus oneindige bronnen wenselijk, die tegelijkertijd ook bijdragen aan CO<sub>2</sub>-fixatie. In het rapport *Potentie biobased materialen in de bouw* van NIBE<sup>1</sup> wordt duidelijk dat het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) inschat dat tot 2030 wel een derde van het benodigde bouw materiaal uit reststromen kan komen. In aanvulling op deze reststromen zijn daarom ook duurzaam beheerde biobased bronnen – zoals bosbouw, plantaardige vezelgewassen en organische reststromen – essentieel voor een circulaire bouweconomie.

### Feiten en cijfers van biobased bouwmaterialen in Nederland

Beton is in Nederland verreweg het meest gebruikte bouw materiaal, met 46% van het totale volume aan materiaal en een CO<sub>2</sub>-emissie van 39%. Steenwol is verantwoordelijk voor circa 21% van het totale volume aan bouwmaterialen en asfalt 13%.

Als het lukt om goede biobased vervangers te vinden voor beton, steenwol en asfalt, kan 86% van het totale volume in de bouw biobased uitgevoerd worden. Hout, het meest gebruikte biobased materiaal in de bouw, is verantwoordelijk voor 7% volumeaandeel. De resterende 6 à 7% aan materiaalvolume bestaat onder andere uit kalkzandsteen, cellenbeton, kunststoffen, glas, dakbedekking, koper en aluminium.

Slechts 0,6% van het materiaalvolume is constructiestaal en wapeningsstaal, terwijl de bijdrage aan CO<sub>2</sub>-emissies hiervan 11% bedraagt.<sup>2</sup> Om een overzicht te kunnen bieden van de meest relevante ontwikkelingen, maken we voor gebouwen gemakshalve onderscheid tussen de hoofdconstructie, de isolatie, de gevel en

de fundering. Daarnaast besteden we aandacht aan alternatieven voor materiaaltoepassing in de grond-, weg- en waterbouw.

### Hoofddraagconstructie

Voor de hoofddraagconstructie (het skelet) van gebouwen wordt nu vaak beton en staal gebruikt, vanwege de sterkte en stijfheid. Houtbouw, houtskeletbouw en gelamineerd hout (of *engineered wood*) zijn biobased alternatieven voor onder andere de constructie.

Waarvan houtskeletbouw (HSB) de belangrijkste is. Met HSB zijn tussen ca. 1950 en 2020 honderdduizenden woningen gerealiseerd. HSB is in Nederland een bewezen bouw methode, met een bestaande en goedwerkende infrastructuur met beschikbare kennis en methodiek die voldoet aan het Bouwbesluit. HSB is door haar karakteristieke stijl en regelwerk met daartussen gelegen isolatielagen uitermate geschikt voor het versneld opschalen van het volume en gebruik van biobased bouwmaterialen in het algemeen. Naast hout(skelet)bouw en gelamineerde liggers zijn sinds enkele jaren ook gelamineerde houten platen beschikbaar, waarmee het complete casco, alsook wanden, vloeren, trappen en daken, van hout gemaakt kan worden. Deze gelamineerde houten platen worden kruislaaghout (KLH) genoemd, of *cross laminated timber* (CLT). De term 'massiefhoutbouw' wordt ook gebruikt. Bij de productie van kruislaaghout wordt met

name naaldhout kruislings verlijmd en onder hoge druk samengeperst of met houten schroeven verbonden tot grote platen (circa 3,5 x 18m), in verschillende diktes. Dit kruislaaghout heeft vergelijkbare constructieve eigenschappen als gewapend beton, maar is 5 keer lichter. Bij grote overspanningen wordt om die reden geregeld gebruik gemaakt van gelamineerde houten liggers, waarbij houten lamellen (plankjes) in dezelfde richting op elkaar worden verlijmd (glued laminated timber, ofwel 'glulam'). Omdat het eigen gewicht van de houten liggers relatief laag is, kunnen deze met minder materiaal worden uitgevoerd. Doorontwikkeling moet zorgen voor de toepassing van bio-lijmen om de milieu-impact te beperken.

Vooralsnog wordt voor de productie van kruislaaghout vooral naaldhout gebruikt. Maar loofhout is ook geschikt – bijvoorbeeld van snelgroeiende populieren. Alleen de toepassing daarvan is op dit moment nog onvoldoende beproefd en daardoor (nog) niet gecertificeerd. Er wordt wel geëxperimenteerd en gebouwd met andere houtsoorten. Zo wordt er in het oosten van de Verenigde Staten kruislaaghout van tulpenboomhout gemaakt. Dit is een boom die vooral in dit deel van de VS groeit en waar slank mee geconstrueerd kan worden.

Net als bij multiplex verhoogt de kruislingse verbinding bij CLT de belastingcapaciteit en maakt het de platen bijzonder sterk, stabiel en stijf. Het

Tussen ca. 1950 en 2020 zijn honderdduizenden houtskeletbouw woningen gerealiseerd in Nederland.



Afb. 1.4  
Gasontvangstation Dinteloord, 2012;  
Architect: Studio Marco Vermeulen  
Foto: Ronald Tilleman





**Afb. 1.5**  
Kalkhennephuis Gerrit Hiemstra  
Bron: AD

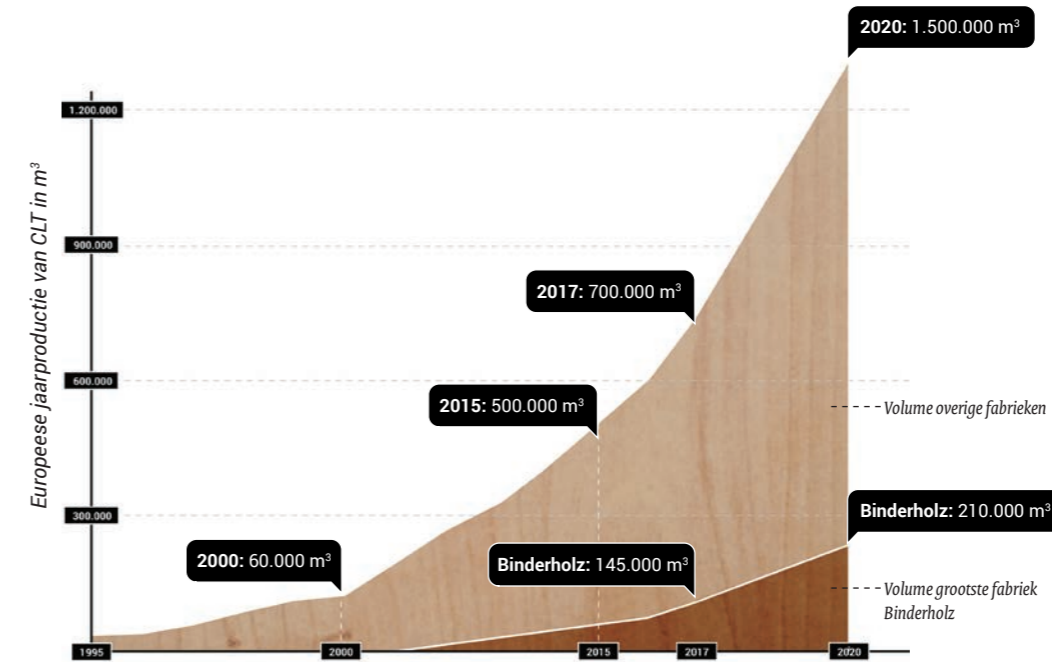
uitzetten, krimpen of vervormen van het hout is tot een minimum beperkt. Met deze techniek kunnen op industriële wijze, met uiterste precisie, kant- en klare bouwelementen worden geprefabriceerd. Met computergestuurde freesmachines worden de houtplaten voorzien van uitsparingen voor bijvoorbeeld ramen, leidingen en verbindingen. Deze elementen worden vervolgens op de bouwplaats 'droog' geassembleerd (geschroefd) tot driedimensionale gebouwdelen.

Kruislaaghout werd in de jaren negentig in Zwitserland ontwikkeld en later in Oostenrijk verder uitgewerkt. De verwachting is dat er eind 2020 een productiecapaciteit van 1.500.000 m<sup>3</sup> in Europa is gerealiseerd. Nederland heeft momenteel geen eigen fabrieken voor kruislaaghout en is dus afhankelijk van het buitenland. De dichtstbijzijnde fabriek van de firma Derix staat in Nederkruchten, vlakbij Venlo (zie figuur rechts).

Experts pleiten voor duurzaam gebruik van het juiste hout op de juiste plaats in het casco en in de afwerking van gebouwen.<sup>3</sup> Zo is ook niet voor elke plaats in een gebouw kruislaaghout nodig of

bijvoorbeeld chemische behandeling met lijmen en lakken. Massiefhoutbouw en houtskeletbouw hebben hun eigen eigenschappen en voordelen, maar worden ook vaak gecombineerd ingezet in bouwprojecten. We moeten ons realiseren dat houtskeletbouw wezenlijk anders is dan massiefhoutbouw. Kruislaaghout wordt niet voor de gevel, maar voor de draagconstructie toegepast, die zich aan de binnenzijde van het gebouw bevindt. Dat geldt ook voor de isolatie. Mits het gebouw goed ontworpen is, komt er helemaal geen water bij het hout of de isolatie en kan een gebouw van plantaardige materialen net zo lang meegaan als een gebouw van beton en staal.

Hout is niet de enige optie voor een biobased draagconstructie. Er worden ook nieuwe typen beton geproduceerd, waarbij het woord beton staat voor elk constructiemateriaal dat bij de productie wordt verhard door toevoeging van water. Zo wordt er bij de productie van hennepbeton of kalkhennep gebruik gemaakt van biobased toelagmaterialen zoals hennepscheven en kalk. Bij biobased beton is de zoektocht erop gericht om grondstoffen en energie zo optimaal mo-



**Afb. 1.6**  
CLT productie in Europa, met een verwachte verdubbeling in productie in 2020 vergeleken met 2016.  
Bron: Timber-Online estimation | © Timber-Online 2017

**Afb. 1.7**  
CLT-fabrieken in Europa  
Bron: Studio Marco Vermeulen: bewerking Timber-Online estimation | © Timber-Online 2017



Eind 2020 wordt een productiecapaciteit van 1,5 miljoen m<sup>2</sup> aan CLT in Europa verwacht.

Gedroogde vezelachtige planten zijn uitermate geschikt om als isolatiemateriaal te gebruiken. Er zijn inmiddels kant en klare isolatieplaten beschikbaar van vlas, stro, hennep, houtwol, cellulose, algen, zeewier, zaagsel en mycellium.

gelijk te gebruiken. Ook wordt er gezocht naar nieuwe betonsoorten die CO<sub>2</sub> kunnen opnemen uit de lucht, bijvoorbeeld door gebruik te maken van olivijn, magnesiet, miscanthus of olifantsgras. Voorbeelden zijn Solida cement, Beliet, Biobeton en Bio Bound.<sup>4</sup>

Strobalen, stamplaat en hennepblokken kunnen ook constructief worden toegepast bij laagbouw.

Bouwen met hout wordt als goede optie gezien voor gebouwen die aardbevingsbestendig moeten zijn. Dat is interessant in Japan, maar bijvoorbeeld ook in Groningen.

### Isolatie

Voor de isolatie van bestaande en nieuwe gebouwen wordt nu vaak PIR of steenwol gebruikt. De aanschafkosten zijn laag, het materiaal is goed recyclebaar en er is een lange bouwtraditie met deze materialen. Bij de productie van deze materialen komt echter CO<sub>2</sub> vrij. Om die reden kunnen biobased alternatieven interessant zijn. Zo zijn gedroogde vezelachtige planten uitermate geschikt om als isolatiemateriaal te gebruiken. Er zijn inmiddels kant en klare isolatieplaten beschikbaar van vlas, stro, hennep, houtwol, cellulose, algen, zeewier, zaagsel en mycellium. Sommige van deze materialen zijn ook als blokken beschikbaar, waarmee constructieve wanden gebouwd kunnen worden. Materialen zoals stro zijn bovendien een reststroom uit de landbouw: het materiaal ligt er in feite al, en wordt nu vaak voor laagwaardige toepassingen gebruikt. Toch kampen biobased isolatiematerialen met een imago probleem, een tekort aan distributiekanaal en hoge aanschafkosten. Waardoor toch nog vaak voor traditionele isolatiematerialen wordt gekozen.

Er ligt een aanzienlijke potentie voor de inzet van biobased isolatiematerialen in bestaande woningen. Uit marktonderzoek van RVO blijkt dat er per woning zo'n 300 m<sup>2</sup> isolatiemateriaal nodig is. Met de aanname dat ongeveer 7 miljoen woningen na-geïsoleerd moeten worden, komt dit neer op 2 miljard m<sup>2</sup> benodigd isolatiemateriaal. Dat is drie keer zoveel als nodig is voor de nieuwbouwopgave.<sup>5</sup> Hier is dus veel te winnen.<sup>6</sup>

### Gevel

Voor de gevelbekleding worden nu vaak minerale materialen gebruikt, zoals baksteen, of metalen en kunststof platen. Deze materialen kunnen

weliswaar hergebruikt worden – maar dan moeten ze wel zodanig zijn toegepast dat ze ook weer losgemaakt kunnen worden.

Ook hier zijn biobased materialen zoals hout, riet en leem een goede optie. De meeste biobased materialen moeten wel eerst worden beschermd tegen weersinvloeden, schimmelvorming en ongedierte. Zo kan hout worden behandeld met duurzame verf of door het te koken, bakken, verbranden (carboniseren) of verzuren (acetyleren). Dit kost echter wel energie en het is daarna niet meer composteerbaar.

Noemenswaardig is nog de ontwikkeling van de biocomposieten, waarbij vulmateriaal van natuurlijke vezels (zoals vlas of hennep) worden gecombineerd met biohars. De toepassing hiervan is divers, van brugdelen tot gevelbeplating. Nadeel van composieten is dat ze na gebruik niet meer kunnen worden ontleed tot de hoofdbestanddelen.

### Fundering

Beton heeft voorlopig nog een belangrijke rol als materiaal voor funderingen. Als het gaat om constructieve delen bij hoogbouw en bij funderingen heeft beton goede eigenschappen. En waar nodig kan het worden gewapend met staal. Beton houdt op dit vlak dus een functie. Op dit moment moet het ook niet het doel zijn om alles biobased te maken – maar tot nu toe gebeurt het tegenovergestelde: bijna alles wordt in beton gemaakt. De kunst is om materialen zo te gebruiken dat ze het beste presteren en dat eventuele nadelen beperkt blijven.

Tot de introductie van beton werden gebouwen in Nederland gebouwd op houten palen. Paalrot was de belangrijkste reden om niet meer te kiezen voor een houten fundering. Houtrot vindt echter alleen plaats in het deel van de paal waar de waterstand wisselt, wat opgelost kan worden door dat deel van de paal van een ander materiaal te maken. Het overgrote deel van de paal dat permanent in het grondwater staat is dan van hout, en alleen de kop van de paal is in een ander materiaal uitgevoerd (bijvoorbeeld betonnen oplengers<sup>7</sup>).

Houtrot is niet het enige probleem van houten heipalen. Hout kan onderwater ook worden aangetast door bacteriën ('palenpest'). Met name inlands grenen is daar erg gevoelig voor. Waar deze houtsoort is toegepast, zijn grote problemen ontstaan met verzakking, onder andere in Haarlem, Zaandam, Amsterdam en Gouda. Vuren heipalen hebben dit probleem al veel minder.

Problemen met verzakkingen hebben de houten heipaal een slecht imago gegeven. Dat er voor het oplossen van deze verzakkingen en ande-

re problemen met houten heipalen miljarden euro's nodig zijn volgens het Kennis Centrum Aanpak Funderingsproblematiek (KCAF)<sup>8</sup>, maakt het sentiment er niet beter op. Toch kan een fundering met houten palen goed functioneren en duurzaam zijn. Met voldoende kennis en een goede keuze van houtsoort kunnen de palen lang meegaan. Het Paleis op de Dam staat bijvoorbeeld ook op 14.000 houten palen.<sup>9</sup>

Er zijn ook technieken waarbij de bodem onder een gebouw wordt verhard. Dat kan met cement (grout) of glas, maar ook op een biobased manier. Zo worden schelpen gebruikt als fundering onder lemen vloeren, met name bij strobalehuizen.

Ook kan de bodem worden geïnjecteerd met bepaalde voedingstoffen, waardoor bodembacteriën het mineraal calciet produceren en CO<sub>2</sub> wordt gebonden. Het calciet fungeert als bindmiddel tussen de zandkorrels. Dit proces heet *biocementatie*.<sup>10</sup>

Omdat houtbouw lichtere gebouwen oplevert ten opzichte van betonbouw, is er ook minder fundering nodig. Minder funderingspalen dus en daarmee ook minder puncties van onderliggende watervoerende lagen.

### Weg- en waterbouw

Voor asfalt in de weg- en waterbouw, bestaat ook een biobased alternatief. In plaats van bitumen wordt er dan gebruik gemaakt van lignine, de natuurlijke lijmstof die planten en bomen aanmaken. Zo ligt er al op verschillende locaties in Zeeland, Overijssel en Gelderland zulk bio-asfalt.<sup>11</sup> Op de campus van Wageningen University & Research ligt 's werelds eerste ligninefietspad.<sup>12</sup> De gebruikte lignine komt vrij uit Nederlandse biomassa-reststromen, zoals hout, stro en gras. De vrijgekomen lignine kan onder andere bij de productie van papier en karton hoogwaardig worden ingezet. Nu wordt het nog vooral laagwaardig ingezet als brandstof voor de energieopwekking. ■

Omdat houtbouw lichtere gebouwen oplevert ten opzichte van betonbouw, is er ook minder fundering nodig.

1. Potentie van biobased materialen in de bouw, NIBE 2019
2. Potentie van biobased materialen in de bouw, NIBE 2019
3. Probos, Het juiste hout op de juiste plaats, 2009
4. <https://biobound.nl/>
5. NIBE, Potentie biobased materialen in de bouw, 2019
6. <https://www.subsidiesisolatie.nl/bouwbesluit-en-rc-waarde/>
7. <https://www.bouwtotaal.nl/2016/03/houten-palen-heien-en-van-oplengers-voorzien/>
8. <https://www.kcaf.nl/kennisbank/omvang-funderingsproblematiek/>
9. <https://onh.nl/verhaal/amsterdam-die-grote-stad-die-is-gebouwd-op-palen>
10. <https://www.bouwweerd.nl/bouw kennis/methoden-en-technieken/pilotproject-biocementatie-grondverbetering-door-bacterien/>
11. <https://www.wur.nl/nl/nieuws/Bio-asfalt-op-basis-van-lignine-krijgt-flinke-zet-in-de-rug.htm>
12. <https://www.wur.nl/nl/project/Duurzaam-bio-asfalt-uit-lignine.htm>

Afb. 1.8  
Indigo woning, Giethem; Architect:  
Woonpioniers  
Foto: Henny Belkom, Vanbelkomproducties



# Kansen voor duurzame verstedelijking

Duurzame verstedelijking is ‘een ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen’.<sup>1</sup> Hier hoort een integrale aanpak bij die zorgt dat behoeften van de mens en de noodzaak om het ecosysteem in balans te houden, samengaan binnen de beschikbare ruimte. Toekomstbestendigheid, duurzaamheid en gezondheid spelen hierbij een belangrijke rol.

Het aantal mensen op onze aarde is in de afgelopen 50 jaar verdubbeld naar 7,5 miljard en groeit jaarlijks met ruim 85 miljoen. Sinds 2007 wonen er meer mensen in steden dan daarbuiten. Over de hele wereld groeien steden dan ook explosief. Het zijn de plekken waar de meeste mensen te maken krijgen met klimaatverandering en -adaptatie, maar ook met andere opgaven zoals gezondheid, veiligheid, woningtekort, en noem maar op. In dit hoofdstuk wordt onderzocht hoe biobased bouwen bij kan dragen aan de toekomstige bouwopgave en andere opgaven in het stedelijke gebied.

## Woningtekort en -behoefte

Nederland heeft een acuut woningtekort van circa 350.000 woningen.<sup>2</sup> Dit tekort zorgt ervoor dat woningen steeds minder bereikbaar zijn voor nieuwkomers op de markt. Door groei van de bevolking, veranderingen in gezinssamenstelling en vervanging van de bestaande woningvoorraad, is het de verwachting dat er nog voor 2035 circa 1,1 miljoen woningen moeten worden gebouwd.<sup>3</sup> Met het huidige bouwtempo van 60.000 tot 70.000 woningen per jaar<sup>4</sup> gaat dat niet lukken. Het woningtekort ontstaat voor een deel doordat bestaande woningen niet meer aansluiten op de woonbehoefte. Leefstijlen zijn gevarieerder dan voorheen. Er is behoefte aan een veel diverser aanbod van woon- en werkmilieus, met daarbij

vaak de wens om het gebouw van een persoonlijk imago te kunnen voorzien. Die vraag naar variatie gaat samen met de noodzaak om de bouwkosten laag te houden. Standardisatie is nodig om prijzen te drukken. Dat lijkt een paradox: variatie en standardisatie lijken lijnrecht tegenover elkaar te staan. Biobased bouwen heeft echter eigenschappen waardoor dat tóch kan. Variatie en standardisatie kunnen bijvoorbeeld samengaan door structurerende, dragende delen van woningen te standaardiseren, maar andere delen juist vrij in te vullen. Bij biobased materialen worden andere processen gebruikt, die variatie binnen gestandaardiseerde bouw makkelijker maken. Zo kan een fabriek standaard woningmodules zagen uit kruislaaghout – maar daar vervolgens per module andere details in aanbrengen door simpelweg de freesmachine via de computer aparte instructies per module te geven. Dat is een heel nieuwe manier van werken, vergeleken met bijvoorbeeld het werken met beton.

De Uitvoeringsagenda bij de Nationale Omgevingsvisie beoogt versnelling te geven aan duurzame verstedelijking, in verbinding met het herstel van landschap, meer biodiversiteit en nieuwe verdienmodellen voor de landbouw. Het doel is sturen op samenhang tussen maatschappelijke opgaven en landschappelijke kwaliteit door beleid en praktijk zoveel mogelijk te verbinden.

De verwachting is dat er nog voor 2035 circa 1,1 miljoen woningen moeten worden gebouwd in Nederland.

**Afb. 2.1** (links)  
Zicht op Rotterdam in de verte  
Bron: Natuurmonumenten

**Afb. 2.2**  
Transport van alle CLT-elementen voor één woning  
Bron: Orga Architect



## Verdichten door optoppen met hout

Binnenstedelijk verdichten betekent hoger bouwen, herbestemmen en het optoppen van bestaande gebouwen. Vooral bij dit laatste kan biobased bouwen een rol spelen, vanwege het lichte gewicht. Zeker bij bestaande gebouwen van beton bestaat deze mogelijkheid, omdat beton met de jaren sterker wordt, waardoor de bestaande kolommen na verloop van tijd meer gewicht kunnen dragen.

## Voordelen van lichter bouwen

Biobased materialen zijn over het algemeen lichter en eenvoudiger te bewerken dan traditionele bouwmaterialen. Massief hout weegt ongeveer een vijfde van het gewicht van beton. Dat maakt het makkelijker om bouwelementen in een fabriek (*off site*) te prefabriceren en vervolgens naar de beoogde locatie te transporteren. Er zijn daardoor aanzienlijk minder transportbewegingen nodig om het (al dan niet geprefabriceerde) plantaardige bouw materiaal op de bouwplaats te krijgen. Volgens sommige bronnen tot wel 7 keer minder. Dat vermindert de druk op de stedelijke weginfrastructuur. Op de bouwplaats zijn vervolgens minder handelingen nodig om de relatief lichte bouwelementen te assembleren. Een bijkomend voordeel is dat veel van deze handelingen verricht kunnen worden met elektrische apparaten en hijsmachines. Het lagere

gewicht betekent bovendien dat er een minder zware fundering nodig is en daarmee minder heipalen, wat gunstig is voor de stad met de vele infrastructuren en netwerken in de ondiepe ondergrond. De ondergrond en aardlagen hoeven minder geperforeerd te worden.

## Stikstof –emissievrij bouwen

De uitstoot van stikstof is bij biobased bouwen over de gehele keten gezien vele malen lager dan bij het traditionele bouwproces. Dit komt voornamelijk door het verminderen van bouwplaatshandelingen door het gebruik van geprefabriceerde bouwonderdelen. Daarnaast is biobased materiaal een stuk lichter, wat ervoor zorgt dat er minder energie, en daarmee minder stikstofuitstoot, nodig is voor het transport. Dat is belangrijk in het licht van de stikstofcrisis. Die speelt zich af in de hele wereld, maar Nederland kampt er in sterke mate mee. De crisis ontstond in 2019, toen de vergunningsaanvragen van naar schatting 18.000 bouw- en infrastructuurprojecten werden stilgelegd<sup>5</sup> om extra neerslag van stikstofverbindingen in Natura 2000-gebieden te voorkomen. De uitstoot van ammoniak (NH<sub>3</sub>) wordt veroorzaakt door dierlijke mest, stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) door het verkeer en de industrie. Daarmee treft het ook de bouwindustrie, die op zoek moet naar andere manieren van produceren, transporteren en bouwen, waarbij minder stikstofoxiden worden uitgestoten.

## Sneller bouwen

Bouwen met kruislaaghout en andere biobased materialen biedt veel mogelijkheden voor prefabricage en industrialisatie. Het heeft een eigen infrastructuur van voorzieningen en arbeidskracht, voornamelijk vooral in het buitenland. De assemblage op de bouwplaats behoeft geen gespecialiseerd personeel. Daarmee zou het een zeer geschikte ‘hulpmotor’ kunnen zijn om de totale productiecapaciteit in de woningbouw te verhogen. Door prefabricage, industrialisatie en eenvoudige assemblage neemt de bouwsnelheid toe. Het aantal bouwfouten neemt tegelijkertijd af, omdat er met industriële precisie gewerkt kan worden. Grote gebouwdelen worden in de fabriek voorbereid en op locatie in elkaar geschroefd. Bouwen wordt daarmee ook veel minder weersafhankelijk, wat de snelheid en de kwaliteit nog meer ten goede komt. Door prefabricage worden ook grote afvalstromen vermeden. Een ander belangrijk voordeel is dat kruislaaghout niet hoeft te worden afgewerkt met pleister- en schilderwerk. Dat scheelt niet alleen in tijd, maar ook in kosten. Er komen steeds meer (buitenlandse) aanbieders op de markt die fabrieksklare modules van hout aanbieden die gestapeld kunnen worden tot appartementsgebouwen.

## Kortere bouwtijd, minder overlast

De huidige wijze van bouwen leidt tot verkeers- en geluidsoverlast in bestaand stedelijk gebied. De vele transporten van bouw materiaal en bouwafval leiden tot congestie en andere overlast. Omdat er veel on site wordt geproduceerd, duurt de bouw lang. Bij prefabricage zijn minder handelingen op de bouwplaats nodig, waardoor al deze overlast korter duurt.

## Gezonde gebouwen – healing environment

De ‘verstening’ van de stad zorgt voor een behoefte aan groen, om psychologische effecten als claustrofobie, depressie en onbehagen tegen te gaan. Daarom lijkt het bouwen van *biofilische* gebouwen met biobased materialen zoals hout voor woning- en utiliteitsbouw een goede oplossing. Bij biofilische gebouwen is het de bedoeling dat biobased materialen in het zicht blijven, zodat ze met hun tactiele, natuurlijke karakter een bijdrage leveren aan ons mentale welzijn en daarmee ook bijdragen aan de productiviteit en prestaties thuis en op de werkvloer.

Bij *biomimicry* (het nabootsen van de natuur) worden de natuur als inspiratiebron gebruikt in ontwerp en uitvoering. Al miljoenen jaren heeft de natuur levende wezens geholpen om optimaal te gedijen in hun omgeving. Biomimicry probeert onder andere de biologie van planten en dieren na te bootsen om met minder energie- en materiaalgebruik in onze levensbehoeften te voorzien en een aangenaam leefklimaat te creëren. Bij een jonge generatie ontwerpers zijn biomimicry en biofilisch ontwerpen een groeiende trend.<sup>6</sup>

Biobased materialen hebben naast positieve bouw fysische eigenschappen ook nog andere voordelen voor het menselijke welbevinden. Zo worden materialen zoals leem vaak als akoestisch prettig ervaren vanwege hoge geluidsabsorptie. Hier scoort kruislaaghout minder goed. Biobased materialen kunnen ook een sterke verbinding met de natuur tot stand brengen, wat kan helpen bij het herstellen van fysieke en psychologische stress.<sup>7</sup>

Hoewel er steeds meer onderzoek wordt gedaan naar de gevolgen voor de menselijke gezondheid van biobased materiaalgebruik<sup>8, 9, 10</sup>, betreft het een relatief jong onderzoeksveld dat een sterke interdisciplinaire benadering vereist – met input van ontwerpers, gezondheidswerkers, ergonomen, materiaalwetenschappers, fabrikanten en ook bewoners en gebruikers van de gebouwen.

## Nieuwe hotspots in stedelijk gebied

De druk zal toenemen om kavels te ontwikkelen die tot nu toe onontwikkeld zijn gebleven vanwege hoge kosten van de voorbereiding van de locatie, gerelateerd aan problemen zoals slechte draagkracht, obstakels in de ondergrond of verontreiniging (*brownfields*). Laaggelegen en moerassige gebieden grenzend aan kuststeden zijn goede voorbeelden van lastige kavels waar fundering tot op grote diepte nodig is, wat de kosten verhoogt. Houtbouw heeft een fundering nodig met een draagkracht die ongeveer twee derde is van de draagkracht die betonbouw nodig heeft. Dat maakt houtbouw op zulke ondergronden commercieel aantrekkelijker. Zo is houtbouw uitermate geschikt op de lagergelegen delen in West-Nederland, met name in de veenweidegebieden. Als hier door de verminderde belasting het gebruik van een ondiep vlotfundament mogelijk wordt, in plaats van fundering met diepe heipalen, dan scheelt dat aanmerkelijk in kosten. ■

Al miljoenen jaren helpt de natuur levende wezens om optimaal te gedijen in hun omgeving.

Afb. 2.3  
Houten optopping en renovatie van Pakhuismeesteren, Rotterdam. awg architecten  
Bron: skyscrapercity.com



1. Aldus de definitie van de VN-commissie Brundtland uit 1987
2. <https://www.capitalvalue.nl/nieuws/woningtekort-loopt-verder-op>
3. Prognose woningbouw 2019 – 2024, NEO Observatory
4. [https://www.limburger.nl/cnt/dmf20200129\\_00145053/meestnieuwbouwhuizen-opgeleverd-in-tien-jaar-tijd](https://www.limburger.nl/cnt/dmf20200129_00145053/meestnieuwbouwhuizen-opgeleverd-in-tien-jaar-tijd)
- 5.
6. Met websites zoals asknature.org
7. Arup, Rethinking Timber Buildings, 2019
8. LatifE, et al., 2015. Moisture buffer potential of experimental wall assemblies incorporating formulated hemp-lime, Building and Environment 93 (2015): 199-209. [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132315300597](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132315300597)
9. FP Innovations. (2015). Wood as a Restorative Material in Healthcare Environments.
10. Natuurlijk Wonen, Vibe

# Kansen voor architectuur



Terwijl biobased materialen bij bestaande bouw een ‘onzichtbare’ rol kunnen spelen, begint er bij nieuwbouw een nieuw architectonisch idioom te gloren. Waarbij natuurlijke materialen juist nadrukkelijk in het zicht komen.

**Afb. 3.2**  
Heddal stave church, de grootste houten kerk van Noorwegen gebouwd in het begin van de 13e eeuw.  
Bron: Visit Norway

Biobased bouwmaterialen bewijzen zich al eeuwenlang. Wereldwijd hebben veel architectonische hoogstandjes die zijn gebouwd met natuurlijke materialen de tand des tijds doorstaan. Een grote diversiteit aan bouwstijlen is ontstaan op basis van lokale materialen, weersomstandigheden en beschikbare middelen. Hout, plaggen, leem, riet, zeewier, stro en klei zijn voorbeelden van lokale grondstoffen voor de bouw.

Met de herintroductie van natuurlijke en lokale materialen kan deze relatie worden hersteld. Het gebouw wordt weer onderdeel van dit landschap en versterkt de identiteit ervan doordat het voortkomt uit het omringende landschap. Bouwen met hout uit de directe omgeving hoeft echter niet altijd gunstiger te zijn vanuit klimaat- en milieuoogpunt. Als dat hout eerst elders bewerkt moet worden tot bijvoorbeeld kruislaaghout, dan ontstaan alsnog vervuilende transportbewegingen.

**Hout, plaggen, leem, riet, zeewier, stro en klei zijn voorbeelden van lokale grondstoffen voor de bouw.**

## Regiospecifieke architectuur

Bouwen met lokale biobased materialen verbindt een gebouw direct met de omgeving. Het was vroeger eigenlijk heel normaal om materialen uit de directe omgeving te halen – er was voldoende voorhanden. Tot de introductie van beton. Begin vorige eeuw pleitten architecten voor een generieke architectuur: de Internationale Stijl. Deze is gebaseerd op functionele uitgangspunten en universele waarden (licht, lucht en ruimte). Beton maakte deze nieuwe manier van bouwen mogelijk. Regiospecifieke architectuur raakte daardoor op de achtergrond, en daarmee verdween ook de natuurlijke, vanzelfsprekende relatie van een gebouw met zijn omgeving.

**Afb. 3.1 (links)**  
Hotel Jakarta, Amsterdam  
Bron: Search

**Afb. 3.3**  
Tijl Obsevatorium Stellendam. Architect: RAU  
ism Ro&Ad  
Bron: RAU

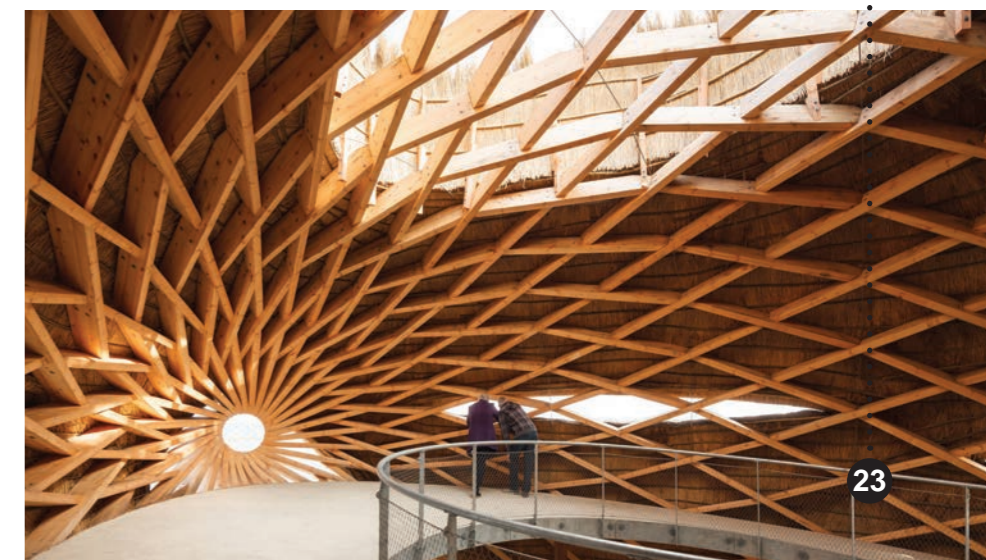




Foto: Van der Valk / B&O - Bouwen

**Afb. 3.6**  
Zeewierhuis op het Deense eiland Læsø  
Bron: Studio Vandkunsten

**Het oudste nog bestaande strobalehuis staat in Stapleton en is gebouwd in 1905.**

### Regeneratieve en positieve impactarchitectuur

Het regeneratief ontwerpen van gebouwen luidt een nieuw tijdperk in van duurzame en positieve impactarchitectuur. Het gaat hierbij om de overgang van architectuur met een negatieve impact op milieu en klimaat naar regeneratieve architectuur met een positieve impact. Het regeneratieve ontwerpproces omvat alle aspecten van systeendenken: van locatie en oriëntatie, water, materialen en energie tot planten, microben, sociale systemen en cultuur. Al deze ontwerpprocesen samen vormen uiteindelijk gebouwen die niet alleen voorzien in de behoeften van de gebruikers, maar ook bijdragen aan een gezond en biodivers milieu eromheen.

### Modulair ontwerpen dankzij kruislaaghout

In Nederland is bouwen met kruislaaghout nog maar beperkt toegepast, maar voorbeelden in Scandinavië en Duitsland tonen de mogelijkheden van deze bouwtechniek. Door massief houten elementen modulair te maken, kunnen deze eenvoudig worden vervangen of aangepast, waardoor de flexibiliteit van het gebouw groter wordt. Wanneer een kruislaaghoutgebouw niet meer voldoet, kan het relatief eenvoudig worden gedemonteerd en kunnen de modulaire elementen worden hergebruikt in een nieuw gebouw. Als de elementen uiteindelijk niet meer voldoen, kunnen ze gerecycled worden tot houtproducten zoals fineer, spaanplaat en isolatiemateriaal.

### Mass Customization

Platen kruislaaghout met afmetingen van circa 3,5 tot 18 meter kunnen bewerkt worden met een CNC-freesmachine. Alle benodigde sparingsen voor bijvoorbeeld elektra, sponningen en verbindingen worden zeer nauwkeurig aangebracht. Mogelijk kan het kozijn geïntegreerd worden in het casco, met een minimalistisch gedetailleerde gevelopening ten gevolg. Maar het is ook mogelijk om ogenschijnlijk ambachtelijke detaillering zoals bij historisch kozijnwerk te realiseren. Eenmaal goed ingetekend in BIM-software (Building Information Model, waarin conflicten tussen gebouwdelen al in een driedimensionaal computermodel duidelijk worden) en vertaald naar freesbestanden, kunnen gebouwdelen in allerlei variaties worden geproduceerd. Met grote snelheid bovendien. Bij prefab betonbouw, waar met kostbare mallen wordt gewerkt, is variëren omslachtig en duur. Platen van kruislaaghout kunnen daarentegen per stuk anders zijn, zonder dat er veel extra kosten aan zitten. De toepassing van kruislaaghout zorgt dan ook voor industriële opschaling én variatie, ofwel *mass customization*.

### Geleidelijke transitie

Een gebouw van biobased materialen hoeft er niet uit te zien als een biobased gebouw. Het constructieve deel van bijvoorbeeld kruislaaghout en de biobased isolatie kunnen schuilen achter een vertrouwde gevel van baksteen. En aan de binnenzijde van de woning achter een vertrouwde pleisterlaag. Het lijkt jammer om die innovatie met natuurlijke materialen te verstoppen, maar het is ook een kans voor opschaling op korte termijn. De transitie naar een andere manier van bouwen kan zo geleidelijk verlopen en vereist niet direct een culturele omslag.

### Voorbeelden biobased gebouwen

Voor gebouwen tot circa 8 lagen hoog lijkt kruislaaghout sowieso zeer geschikt als constructiemateriaal, maar er worden inmiddels ook veel hogere projecten gerealiseerd. In Noorwegen staat sinds kort een houten toren van 85 meter hoog. En er worden wereldwijd plannen gemaakt voor nog veel hogere houten gebouwen. Nederland kent inmiddels ook enkele moderne voorbeelden van architectuur in houtbouw. Maar de meeste voorbeelden van 'engineered wood' zijn momenteel te vinden in de Scandinavische landen en Canada.

Het oudste nog bestaande strobalehuis staat in Stapleton en is gebouwd in 1905. In Nederland zijn tot nu toe zo'n 135 strogebouwen gerealiseerd, met name woonhuizen.<sup>1</sup> In Nijmegen staat het grootste Nederlandse strobouwproject: het ecologische wooncomplex IEWAN uit 2015. Het telt 24 huurappartementen en is vier verdiepingen hoog.

#### Voorbeelden van CLT-gebouwen in Europa:

- > Mjøsa Tower, Brumunddal, 2019, Voll Architects (momenteel met 85,4 meter het hoogste houten gebouw ter wereld; de bovenste vloeren zijn van beton in verband met trillingen)
- > Murray Grove, Londen, 2009, Waugh Thistleton Architects
- > Treet, Bergen, 2015, Artec Arkitekter (51 meter hoog)
- > HoHo, Wenen, 2019, RLP Rüdiger Lainer + Partner (84 meter hoog)
- > Sky Believe in Better, Londen, 2014, Arup Associates
- > Metropol Parasol, Sevilla, 2011, Jürgen Mayer



**Afb. 3.7**  
The Growing Pavilion, Dutch Design Week, 2019. Architect: Pascal Leboucq  
Bron: Company New Heroes

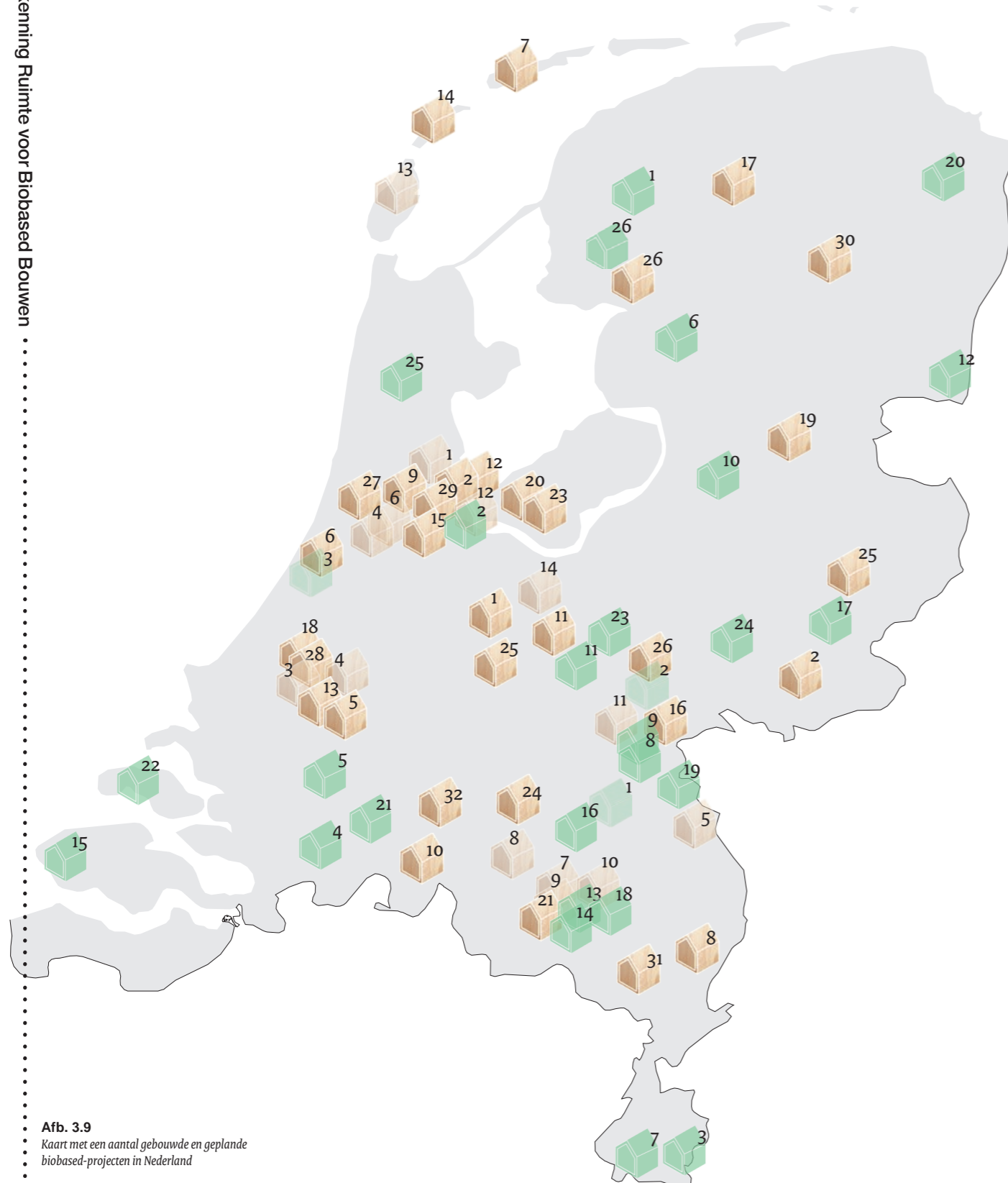
#### Wereldwijd geplande CLT-gebouwen:

- > Toronto Tree Tower, Toronto, Penda
- > Forest Green Rovers Stadion, Stroud, Zaha Hadid Architects
- > Terrace House, Vancouver, Shigeru Ban
- > Vasterbroplan, Stockholm, C.F. Møller Architects
- > The River Beech Tower, Chicago, Perkins + Will
- > Oakwood Tower, Londen, PLP Architects
- > Framework, Portland, Lever Architecture
- > Sara Kulturhus, Skellefteå, White Arkitekter

**Afb. 3.8**  
Villa Vught, Vught, 2019; Architect: Mecanoo  
Bron: Mecanoo



1. <https://strobouw.nl/bouwen-met-stro/toen-nu/>



**Afb. 3.9**  
Kaart met een aantal gebouwde en geplande biobased-projecten in Nederland

Gerealiseerd CLT-gebouwen



- Huis No19, Utrecht, 2003. Architect: Korteknie Stuhlmacher Architecten. Opdrachtgever: Stichting Beyond, BikvanderPol
- Landgoed Heidevloed, Halle, 2011. Architect: Vincenth Schreurs
- Schuurwoning, Delden, 2012. Architect: Schipperdouwe Architectuur. Opdrachtgever: particulier
- Kea Boumanstraat, Amsterdam, 2013. Architect: Mees Visser. Opdrachtgever: particulier
- A.J. Schreuderschool, Rotterdam Lombardijen, 2013. Architect: Korteknie Stuhlmacher Architecten. Opdrachtgever: Stichting PCBO, Protestants Christelijk Basisonderwijs Rotterdam
- Horecapaviljoen KOBUS, Den Haag, 2014. Architect: Korteknie Stuhlmacher Architecten. Opdrachtgever: Raam "praktijk voor sociale architectuur"
- Duinhuis, Terschelling, 2014. Architect: Marc Koehler. Opdrachtgever: Jort en Maarten Kelder
- Geelen hoofdkantoor, Haelen, 2015. Architect: Architecten en Bouwmeesters uit Herten. Opdrachtgever: Geelen Counterflow
- Patch 22, Amsterdam, 2016. Architect: Tom Frantzen en Karel van Eijken. Opdrachtgever: Lemniskade projecten BV.
- Dear Farm, Baarle-Nassau, 2016. Architect: Viva Architecture. Opdrachtgever: particulier
- Villa Sterkenburg, Driebergen, 2016. Architect: DP6. Opdrachtgever: particulier
- Van Eesteren Paviljoen, Amsterdam West, 2017. Architect: Korteknie Stuhlmacher Architecten. Opdrachtgever: Van Eesteren Museum
- Pakhuismeesteren, Rotterdam, 2017. Architect: AWG architecten. Opdrachtgever: Volkerwessels / Van Agmaal
- 'T Kulkje, Oost-Vlieland, 2017. Architect: Borren Staalenhoef Architecten. Opdrachtgever: particulier
- Hotel Jakarta, Amsterdam, 2018. Architect: SeArch. Opdrachtgever: WestCord Hotels
- Mijn Houten Huis, Nijmegen, 2018. Architect: MAATworks. Opdrachtgever: particulier
- Huis aan het Meer, Oudega, 2018. Architect: Studio Nauta. Opdrachtgever: particulier
- Energieke woning Müllerpier, Rotterdam, 2018. Architect: InVorm architecten. Opdrachtgever: familie Dries - Scheepmaker
- Indigo, Giethmen, 2018. Architect: Woonpioniers. Opdrachtgever: particulier
- Micro House Slim Fit, Almere, 2018. Architect: ANA ROCHA Architecture. Opdrachtgever: particulier
- De Spaaihoeve, Eindhoven, 2018. Architect: Roosros Architecten. Opdrachtgever: SKPO Eindhoven
- Museum Houtstad, IJlst, 2018. Architect: Onix NL. Opdrachtgever: Stichting Museum Houtstad IJlst
- Huis N&J, Almere Oosterwold, 2018. Architect: Korteknie Stuhlmacher Architecten. Opdrachtgever: Familie N&J
- Villa Vught, Vught, 2019. Architect: Mecanoo. Opdrachtgever: particulier
- Triodos Nederland, Driebergen, 2019. Architect: RAU. Opdrachtgever: Triodos Bank Nederland
- Food Innovation Centre, Wageningen, 2019. Architect: Paul de Ruiter. Opdrachtgever: Unilever
- Klein Amsterdam, Amsterdam, 2019. Architect: SeARCH. Opdrachtgever: Stichting Leren in de Tussenruimte
- Het Epos, Rotterdam, 2019. Architect: SeARCH.

Geplande CLT-gebouwen



- Stories, Amsterdam. Oplevering: 2020. Architect: Olaf Gipser. Opdrachtgever: Bouwgroep BSH20A
- Haut, Amsterdam. Oplevering: 2021. Architect: Team V Architecten. Opdrachtgever: HAUT C.V.
- Sawa, Rotterdam. Start bouw: 2021. Mei Architects
- Treehouse, Rotterdam. Status: in voorbereiding. Architect: PLP-Architecture, ZUS en Provast. Opdrachtgever: gemeente Rotterdam
- De Lage Lier, Mook. Oplevering: 2021. Architect: Vincenth Schreurs
- Houten kantoorstoren, Amsterdam. Status: verwachte start bouw 2022. Architect: Dam & Partners. Opdrachtgever: NSI
- Hooglanden, Eindhoven. Status: definitief ontwerp. Architect: FAAMArchitects. Opdrachtgever: Kalliste woningbouwontwikkeling
- Greentech Incubator, Boxtel. Status: voorontwerp. Architect: Studio Marco Vermeulen. Opdrachtgever: Gemeente Boxtel
- The Dutch Mountains, Eindhoven. Status: in voorbereiding. Architect: Studio Marco Vermeulen. Opdrachtgever: Mountains Corporation
- Paviljoen Pannenhoeft, Eindhoven. Status: in voorbereiding. Architect: FAAMArchitects. Opdrachtgever: Sint Trudo
- Hortus Ludi, Nijmegen. Status: in voorbereiding. Architect: Architectuur Maken. Opdrachtgever: Dura Vermeer
- Juf Nienke, IJburg. Status: in voorbereiding. Architect: SeARCH. Opdrachtgever: BuildingForLife
- Knooperf, Den Burg. Status: in ontwikkeling. Architect: ORGA Architecten. Opdrachtgever: KRKTR projectontwikkeling
- Duurzame woonwijk met 100 woningen van CLT. Status: start bouw in 2021. Architect: Jan Nauta. Opdrachtgever: gemeente Amersfoort en ontwikkelaar Schippe Bosch

Biobased-gebouwen



- Verkeersbrug, Sneek, 2008. Bouwmaterialen: accoya hout. Architect: Onix NL. Opdrachtgever: Rijkswaterstaat
- Woning, IJburg, 2009. Bouwmaterialen: CLT, stro. Architect: Rene Dalmeijer
- Flexhouse, Heerlen, 2011. Bouwmaterialen: papier. Architect: Ben Stevens en Ralph Scheepers. Opdrachtgever: Gemeente Heerlen
- Woning, Roosendaal, 2012. Bouwmaterialen: hout, schapenwol en turf. Architect: RO&AD architecten. Opdrachtgever: familie Van Pul
- Gasontvangstation, Dinteloord, 2012. Bouwmaterialen: biocomposiet. Architect: Studio Marco Vermeulen. Opdrachtgever: Gasunie
- Woonhuis, Steenwijkerwold, 2013. Bouwmaterialen: hout, stro, leem. Architect: Lotte Middelkoop & Daan van Schie. Opdrachtgever: particulier
- Nieuwbouw vakwerkhuis, Margraten, 2014. Bouwmaterialen: hout, leem, kalk. Architect: Satijn. Opdrachtgever: particulier

- Iewan Lent, Nijmegen, 2015. Bouwmaterialen: stro, leem en hout. Architect: Orio architecten. Opdrachtgever: Talis & Initiatiefgroep Iewan
- Biobased bijenpaviljoen, Nijmegen, 2015. Architect: Frank Marcus Architecten. Opdrachtgever: Imkervereniging Nijmegen en Omstreken
- Aardehuizen, Olst, 2015. Bouwmaterialen: stro, leem en hout. Architect: Orio architecten. Opdrachtgever: Talis & Initiatiefgroep Iewan
- Woonhuis, Ede, 2015. Bouwmaterialen: kalkhennep, hout. Architect: Platform M<sup>3</sup> Architecten. Opdrachtgever: particulier
- Kantoor, Megchelen, 2015. Bouwmaterialen: hout, stro, leem. Architect: Giesen Architectuur & Partners. Opdrachtgever: Nico Wissing / Greenlabel NL
- Strijp-R, Eindhoven, 2016. Bouwmaterialen: stro, leem en hout. Architecten: Architecten[en]en
- Dubbelwoning, Eindhoven, 2016. Bouwmaterialen: stro, leem. Architect: Architecten[en]en. Opdrachtgever: particulier
- Landgoed, Zoutelande, 2016. Bouwmaterialen: hout, stro, leemstuc. Architect: Orio Architecten. Opdrachtgever: particulier
- Woonhuis, Veghel, 2016. Bouwmaterialen: kalkhennep, hout. Architect: Orio Architecten. Opdrachtgever: particulier
- Biotel, Lievelede 2016. Bouwmaterialen: stro, leem en hout. Architecten: Giesen Architectuur & Partners V.O.F.. Opdrachtgevers: Ecoberderij Arink, Biotel Achterhoek
- Biobased brug, Eindhoven, 2016. Bouwmaterialen: biocomposiet, hennep. Architect: RO&AD architecten
- Bijeenkomstgebouw, Malden, 2018. Bouwmaterialen: kalkhennep, schelpen en hout. Architecten: Huub van Laarhoven
- Hennepuis, Oude Pekela, 2018. Bouwmaterialen: hennep. Architect: Dunagro Hemp Group. Opdrachtgever: particulier
- Woonvilla, Breda, 2019. Bouwmaterialen: stro, leem en hout. Architecten: Architecten[en]en
- Vogelobservatorium Tijn, Stellendam, 2019. Bouwmaterialen: Riet, geacetyleerd hout. Architect: RO&AD architecten, RAU. Opdrachtgever: Vogelbescherming Nederland, Vereniging Natuurmonumenten
- Biobased vakantiewoning, Maarn, 2020. Architect: Narrativa architecten. Opdrachtgever: particulier
- Woonhuis Ewoud en Hester, Eefde, 2020. Bouwmaterialen: HSB, houtwolisolatie. Architect: Orio Architecten. Opdrachtgever: particulier
- Woonhuis, Heerhugowaard. Bouwmaterialen: hout, stro, leem. Architect: Het Nieuwe Bouwen. Opdrachtgever: particulier
- Woning Gerrit Hiemstra, Balk, 2020. Bouwmaterialen: kalkhennep blokken. Architect: TWA Architecten. Opdrachtgever: Gerrit Hiemstra

Geplande biobased-gebouwen



- Eco-dorp, Boekel. Status: in uitvoering. bouwmaterialen: hout, hennep en vlas. Architect: Huub van Laarhoven. Opdrachtgever: Gemeente Boekel
- Het Hennephof, Nijmegen. Status: in voorbereiding. Bouwmaterialen: hout en kalkhennep. Architect: Site Practice. Opdrachtgever: Stichting Volksbelang
- Biobased stepped-house, Den Haag. Status: in voorbereiding. Architect: SPEE architecten. Opdrachtgever: ERA Contour

• te bezoeken

# Kansen voor gezondheid

Het traject om tot 2050 zeven miljoen bestaande woningen te verduurzamen, biedt ook kansen voor onze gezondheid. Denk daarbij aan isolatie, wat zorgt voor betere luchtkwaliteit en meer comfort. Biobased producten kunnen voor die isolatie worden gebruikt – en vaak zelfs beter dan de traditionele materialen. Wat niet alleen gezonder is voor de uiteindelijke gebruikers van een gebouw, maar ook voor de bouwers die een nieuw gebouw realiseren of nieuwe isolatie in een bestaand gebouw aanbrengen.

Uit het Woononderzoek van 2018 blijkt dat één op de vijf Nederlanders in een huis met vochtplekken of schimmels woont. Van alle huurwoningen gebouwd voor 1960 heeft zelfs 40 procent last van vocht en schimmels.<sup>1</sup> Dit komt met name door te vochtige binnenruimtes. Mede door de coronacrisis is het besef gegroeid dat een gezond binnenklimaat belangrijk is voor ons functioneren. We zijn ons hiervan bewust geworden doordat de meeste besmettingen plaatsvinden in slecht geventileerde binnenruimtes. Hierdoor is er veel aandacht ontstaan voor slecht functionerende mechanische ventilatie.

De huidige methode van dampdicht isoleren en bouwen met minerale en synthetische materialen maakt bij nieuwbouw vaak kostbare luchtbehandelingsinstallaties noodzakelijk. Deze installaties moeten het teveel aan vocht en andere stoffen uit de binnenruimtes afvoeren naar buiten. Tegelijkertijd kan er warmte worden teruggewonnen uit de geventileerde lucht. Daarmee zijn we voor een gezond binnenklimaat afhankelijk van een goed functionerende installaties. Anders kan de vervuilde lucht niet naar buiten. Omdat in bestaande gebouwen vaak de benodigde ruimte voor luchtkanalen ontbreekt zijn deze installaties vaak niet toereikend.

Bij het stadskantoor in Venlo is onderzoek gedaan van een gezond binnenklimaat in relatie tot biobased materiaalgebruik. De resultaten tonen de positieve invloed van een evenwichtig en gezond binnenklimaat voor gebruikers.<sup>2</sup>

## Algemene oorzaken en gevolgen van slecht binnenklimaat

We brengen gemiddeld 90% van onze tijd binnen door. Vaak met onvoldoende daglicht en te weinig frisse lucht. Binnenlucht kan tot wel vijf keer meer vervuild zijn dan buitenlucht.<sup>3</sup> Binnenlucht kan vervuild zijn door overtollige CO<sub>2</sub>, voedselresten van koken, haren van huisdieren, vocht van baden, douches en wasmachines. Een gemiddeld gezin produceert binnenshuis 10 liter vocht per dag. Leven in een slecht binnenklimaat kan lichamelijke gezondheidsproblemen veroorzaken, variërend van jeukende ogen, hoofdpijn, slaapproblemen, huidklachten, problemen met de luchtwegen, tot astma en allergieën. Zo blijkt uit onderzoek door wetenschappers aan de Universiteit van Maastricht<sup>4</sup> dat ziekteverzuim en de zorgkosten van mensen in een woning met een slecht binnenklimaat aantoonbaar hoger zijn dan die van bewoners van huizen met een gezond binnenklimaat.

Een op de vijf Nederlanders woont in een huis met vochtplekken of schimmels.

**Afb. 4.1** (links)  
Strobalenhuis in aanbouw, Amsterdam;  
Architect: Michael Duragam  
Bron: <https://strobouw.nl/project/amsterdam-spaarndam/>

**Afb. 4.2**  
Bouw strobalenhuis met houtskeletbouw  
Bron: Ecococon





Op de bouwplaats worden, volgens onderzoek van TNO, in 60% van de gevallen toegestane grenswaarden van fijnstof overtreden.

Afb. 4.3  
Betonvlechter  
Bron: Volkskrant

## Toxische stoffen in reguliere bouwmaterialen

Het is opvallend dat we van veel bouwmaterialen niet precies weten wat de uitstoot van toxische stoffen en de invloed op de luchtkwaliteit is. Wel is bekend dat in bouwmaterialen stoffen worden verwerkt die niet goed zijn voor de gezondheid bij langdurige blootstelling. Veel voorkomende gezondheidsklachten zijn: hoofdpijn, huidirritatie, geuroverlast, vermoeidheid, kortademigheid en geïrriteerde slijmvliezen.

Een voorbeeld is de giftige en kankerverwekkende stof formaldehyde, die gebruikt wordt in spaanplaten en MDF. Ook kan het radioactieve radon vrijkomen uit bouwmaterialen zoals gips. Uit veel bouwmaterialen dampen bovendien vluchtige organische stoffen (VOS), en bij kunststoffen worden vaak weekmakers gebruikt. Bij synthetische isolatiemateriaal zoals PUR kunnen tijdens het aanbrengen schadelijke stoffen vrijkomen.<sup>5</sup> In vrijwel elke latex komen pesticiden en biociden voor, maar ook in waterdichte stucproducten.<sup>6</sup> Biobased materialen bevatten veelal geen schadelijke stoffen en kunnen in sommige gevallen zelfs schadelijke stoffen vanuit het binnenklimaat opslaan en binden.

## Een gezond en energiezuinig binnenklimaat met biobased materialen

Beide doelstellingen, energiezuinig bouwen én gezond bouwen, moeten met elkaar in balans zijn. De gebruikte bouwmaterialen, met name voor de isolatie, kunnen daar een belangrijke rol in spelen. Daarbij is de samenwerking tussen de verschillende materialen in gevelopbouw van belang als bijvoorbeeld een dampopen en

vochtregulerend gebouw wordt nagestreefd. Het gebouw moet kunnen 'ademen'. Dus niet alleen het isolatiemateriaal moet dampopen zijn, maar ook de afwerking en plaatsing van dampremmende lagen moeten kloppen.<sup>7</sup>

Gedroogde vezelachtige planten zijn uitermate geschikt als dampopen isolatiemateriaal. Plant-aardige isolatiematerialen zijn vaak dampdoorlatend. Door deze te combineren met bijvoorbeeld vochtregulerende leempleister, ontstaat een aangenaam, evenwichtig en gezond binnenklimaat zonder enige emissie van toxische stoffen, met een constante luchtvochtigheid van 50-55% en stabiele temperatuur. Dit kan een aanzienlijke besparing op luchtbehandelingsinstallaties betekenen. Installaties die vaak een groot deel van het bouwbudget opsouperen.

## Een betere gezondheid op de bouwplaats

Op de bouwplaats worden, volgens onderzoek van TNO, in 60% van de gevallen toegestane grenswaarden van fijnstof overtreden. Dit komt met name door bewerking van bouwmaterialen zoals beton, waar kwartsstof vrijkomt.<sup>8</sup> Bouwen met biobased materialen kan tot betere arbeidsomstandigheden op de bouw leiden. Zo draagt het werken met lichtere, niet-toxische bouwmaterialen significant bij aan een betere gezondheid op de bouwplaats (en in de fabriek waar prefabricage plaatsvindt). Bij het bewerken en verwerken van hout en andere biobased bouwmaterialen moeten ook maatregelen genomen worden voor vrijkomend fijnstof. Zo komt er houtstof in de lucht bij het zagen, schuren, boren en schaven van hout.<sup>9</sup>



Afb. 4.4  
Woonhuis in bruine basisleem, 2011,  
Neervelp, Het Leemniscaat  
Bron: Woonder

Prefabricage biedt ideale (weersonafhankelijke) productieomstandigheden, die niet alleen gunstig zijn voor de kwaliteit van bouwproducten, maar voor betere arbeidsomstandigheden zorgen. Ook de assemblage van geprefabriceerde lichte elementen op de bouwplaats zal het werken in de bouw gezonder en aantrekkelijker maken. Mogelijk zal daardoor het ziekteverzuim onder bouwvakkers dalen en kunnen zij langer aan het werk blijven. Dit leidt tot lagere maatschappelijke kosten als het gaat om arbeidsongeschiktheid, zorg en pensioen.

Op termijn kan dit er ook toe leiden dat meer vaklieden uit Nederland de bouw weer zullen gaan omarmen, en het niet langer als een 'zeer zware baan' zien die ze liever overlaten aan arbeiders uit de rest van Europa. Het vinden van mensen in de uitvoerende bouw is nu al een groot probleem, dat alleen maar groter zal worden als er niets verandert. Omdat veel bouwbedrijven gebruik maken van onderaannemers en zzp'ers, is er momenteel nog te weinig bekommernis om de gezondheid van bouwvakkers. Als bouwbedrijven meer eigen personeel in dienst zouden nemen, ontstaat er vanzelf meer directe verantwoordelijkheid voor het personeel en is er een direct economisch belang dat zal leiden tot significant meer prefabricage. ■

1. Ruimte + Wonen, 4 april 2019, blz. 74-83
2. <https://www.czcexpolab.eu/referenties/stadskantoor-venlo/#resultaat>
3. <https://www.velux.nl/indoorgeneration>
4. <https://esb.nu/esb/20059631/binnenblijven-schaadt-de-gezondheid>
5. <https://www.bouw-leverancier.nl/tips-voor-het-gezond-verwerken-van-pur-en-pir-isolatie/>
6. <https://bouwgezond.nl/>
7. Natuurlijk isoleren, Vibe, Lannoo
8. Whitepaper stofvrij werken, Interpolis
9. Arbowijzer 5 Werken met houtstof, 2010

# Kansen voor het klimaat



Biobased bouwen kan méér bijdragen aan klimaatdoelstellingen dan alleen het weren van fossiele grondstoffen. De productie van natuurlijk groeiende bouwmaterialen is meteen ook een kans om CO<sub>2</sub>-uitstoot te ‘vangen’ en op te slaan in deze nieuwe bouwmaterialen. Zo kan een biobased bouwsector actief bijdragen aan het reduceren van CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Door de groeiende wereldbevolking en de trek naar de stad zijn steeds meer nieuwe woningen nodig in het stedelijke gebied. Tot nu toe leidt het bouwen van woningen en andere gebouwen tot méér uitstoot van CO<sub>2</sub> en stikstof, maar bouwen met natuurlijk groeiende materialen kan juist zorgen voor een verlaging van de hoeveelheid CO<sub>2</sub> en stikstof in de atmosfeer. Juist door te bouwen – zoals we in dit hoofdstuk toelichten.

## Impact bouwen op klimaatverandering

De verwachting is dat er tot 2050 wereldwijd elk uur (!) zo'n 65.000 vierkante meter aan nieuwgebouwd vloeroppervlak bijkomt. De bouw van 1,1 miljoen woningen tot 2035 in Nederland is hier maar een klein deel van. De bouwsector is momenteel verantwoordelijk voor ongeveer 11% van de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot, nog los van de bijbehorende transportbewegingen. Deze emissie wordt voor een groot deel veroorzaakt door de productie van cement. Het dagelijks energieverbruik van gebouwen is daarnaast goed voor 28% van de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot. De wijze waarop we bouwen heeft dus een enorme impact op het klimaat.

## Grondstoffenschaarste

De bouwsector is ook verantwoordelijk voor een mondiale druk op fossiele grondstoffen: 40% van alle grondstoffen wordt verbruikt in de bouw. In Nederland komt dat neer op 250 miljoen ton ruwe grondstoffen per jaar voor infrastructuur, woningen en andere gebouwen.

Een groot deel van materialen die gebruikt worden in de bouw, hebben een fossiele of minerale oorsprong. Dat betekent ook dat de bron eindig is: na verloop van tijd is een minerale of fossiele grondstof op. Bij een aantal grondstoffen is nu al sprake van schaarste, waardoor ook de kosten stijgen. Zo is voor de productie van beton veel cement nodig. Cement wordt gemaakt door kalksteen te verbranden. Dit gesteente is in honderden miljoenen jaren ontstaan door de opeenhoping van (kalkhoudende) stoffelijke overblijfselen van in zee levende organismen. Het verbruik van kalksteen gaat vele malen harder dan de aangroei. Hetzelfde probleem geldt voor grind en hoekig zand. Beide ontstaan in rivieren, maar de vraag is wereldwijd veel groter dan de rivieren kunnen aanmaken. Geologen verwachten dat de voorraden wellicht over tientallen jaren al zijn uitgeput. Dat geldt ook voor asfalt – na beton

De bouwsector is momenteel verantwoordelijk voor ongeveer 11 procent van de mondiale CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Afb. 5.1 (links)  
Mistig bos  
Bron: Freepik

Afb. 5.2  
Mondiale bijdrage van de bouw aan CO<sub>2</sub>-uitstoot en grondstoffenschaarste  
Bron: Fotobewerking Studio Marco Vermeulen. Originele foto: Jonathan Kos-Read



Tabel 5.1: Recent verbruik bouwmaterialen

Nederland, 2010	EU + VK, 2017	Wereld, 2010
zand en grind <sup>1**</sup>	zand, grind <sup>2**</sup>	zand grind <sup>3**</sup>
129 mln m <sup>3</sup>	805 mln m <sup>3</sup>	17824 mln m <sup>3</sup>
beton <sup>4</sup>	beton <sup>5*</sup>	beton <sup>6*</sup>
14 mln m <sup>3</sup>	490 mln m <sup>3</sup>	10185 mln m <sup>3</sup>
asfalt <sup>7</sup>	asfalt <sup>8*</sup>	asfalt <sup>9*</sup>
4.8 mln m <sup>3</sup>	120 mln m <sup>3</sup>	858 mln m <sup>3</sup>
staal <sup>10</sup>	staal <sup>11</sup>	staal <sup>12</sup>
0.18 mln m <sup>3</sup>	6.6 mln m <sup>3</sup>	85 mln m <sup>3</sup>

\* hoeveelheden asfalt en beton ingeschat op basis van grondstoffenconsumptie en samenstelling.  
\*\* exclusief toeslagmaterialen voor beton en asfalt

Tabel 5.2: Prognose gebruik bouwmaterialen in 2050 zonder correctie verduurzaming industrie\*

Nederland	EU + VK	wereld
zand en grind **	zand en grind**	zand en grind**
281 mln m <sup>3</sup>	1384 mln m <sup>3</sup>	53680 mln m <sup>3</sup>
beton	beton	beton
30 mln m <sup>3</sup>	843 mln m <sup>3</sup>	30672 mln m <sup>3</sup>
asfalt	asfalt	asfalt
10.3 mln m <sup>3</sup>	207 mln m <sup>3</sup>	2583 mln m <sup>3</sup>
staal	staal	staal
0.40 mln m <sup>3</sup>	11.4 mln m <sup>3</sup>	255 mln m <sup>3</sup>

\* in deze prognose is aangenomen dat de vraag naar bouwmaterialen de groei van de werelddeconomie volgt <sup>23</sup>  
\*\* exclusief toeslagmaterialen voor beton en asfalt

Tabel 5.3: Prognose uitstoot broeikasgassen belangrijkste bouwmaterialen zonder correctie verduurzaming industrie\*

Nederland	EU + VK	wereld
zand en grind***	zand en grind	zand en grind
1.1 Mt CO <sub>2</sub> eq	5.3 Mt CO <sub>2</sub> eq	717 Mt CO <sub>2</sub> eq
beton	beton	beton
8.6 Mt CO <sub>2</sub> eq	238.6 Mt CO <sub>2</sub> eq	8686 Mt CO <sub>2</sub> eq
asfalt	asfalt	asfalt
0.2 Mt CO <sub>2</sub> eq	4.3 Mt CO <sub>2</sub> eq	53 Mt CO <sub>2</sub> eq
staal**	staal**	staal**
4.1 Mt CO <sub>2</sub> eq	186.2 Mt CO <sub>2</sub> eq	4174 Mt CO <sub>2</sub> eq

\* De cijfers in de tabel zijn berekend door de eerder getoonde prognose voor het grondstoffengebruik te vermenigvuldigen met eenheidsgetallen van broeikasuitstoot. Daarbij is gebruik gemaakt van inschattingen van de uitstoot door de internationale industrie voor de gehele levenscyclus van het product uit literatuur. <sup>14, 15, 16, 17, 18, 19</sup> Er is dus geen gebruik gemaakt van Nederlandse getallen, omdat die niet representatief zijn voor de internationale situatie.  
\*\* bij gebrek aan gegevens is bij staal uitgegaan van uitstoot tot en met productie <sup>20</sup>  
\*\*\* exclusief toeslagmaterialen voor beton en asfalt

Tabel 5.4: CO<sub>2</sub>-uitstoot en -opslag biobased materialen

	uitstoot [CO <sub>2</sub> eq]	vastgelegd CO <sub>2</sub>
CLT (Duitsland) <sup>21, 22</sup>	126.7 kg/m <sup>3</sup>	-563.85 kg/m <sup>3</sup>
biobased asfalt <sup>23, 24, 25*</sup>	20.6 kg/m <sup>3</sup>	-4.12 kg/m <sup>3</sup>

\* Voor het bepalen van de vastlegging van CO<sub>2</sub> in biobased asfalt is uitgegaan van de stelling van de leverancier dat dat de hoeveelheid vastgelegd CO<sub>2</sub> gelijk is aan 20% van de uitstoot gedurende de levensloop. Daarbij wordt er vanuit gegaan dat bij de productie van biobased asfalt een gelijke hoeveelheid CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten als bij normaal asfalt.

Tabel 5.5: CO<sub>2</sub>-opslag in veelgebruikte bouwmaterialen bij toepassing biobased alternatieven (2050)

	Nederland	Europa	Wereld
hout (vervang 80% beton)	-13.7 Mt CO <sub>2</sub>	-380 Mt CO <sub>2</sub>	-13836 Mt CO <sub>2</sub>
biobased asfalt	-0.04 Mt CO <sub>2</sub>	-0.9 Mt CO <sub>2</sub>	-11 Mt CO <sub>2</sub>
hout (vervang 80% staal)	-2.5 Mt CO <sub>2</sub>	-71 Mt CO <sub>2</sub>	-1599 Mt CO <sub>2</sub>

Tabel 5.6: CO<sub>2</sub>-voetafdruk veelgebruikte bouwmaterialen bij toepassing biobased alternatieven (2050)

	Nederland	EU + VK	Wereld
zand en grind*	1.1 Mt CO <sub>2</sub> eq	5.3 Gt CO <sub>2</sub> eq	98 Gt CO <sub>2</sub> eq
alternatieven beton:			
- 20% beton	1.7 Mt CO <sub>2</sub> eq	48 Gt CO <sub>2</sub> eq	1737 Gt CO <sub>2</sub> eq
- 80% hout **	-10.7 Mt CO <sub>2</sub> eq	-295 Gt CO <sub>2</sub> eq	-10727 Gt CO <sub>2</sub> eq
alternatief asfalt:			
- 100% biobased asfalt	0.2 Mt CO <sub>2</sub> eq	3.4 Gt CO <sub>2</sub> eq	43 Gt CO <sub>2</sub> eq
alternatieven staal:			
- 20% staal	1.3 Mt CO <sub>2</sub> eq	37 Gt CO <sub>2</sub> eq	835 Gt CO <sub>2</sub> eq
- 80% hout***	-1.9 Mt CO <sub>2</sub> eq	-55 Gt CO <sub>2</sub> eq	-1240 Gt CO <sub>2</sub> eq
cumulatief	-8.3 Mt CO <sub>2</sub> eq	-256.3 Gt CO <sub>2</sub> eq	-9254 Gt CO <sub>2</sub> eq

Tabel 5.7: Toegepaste volumes bouwmaterialen bij vervanging door biobased alternatieven (2050)

	Nederland	EU+VK	Wereld
- zand en grind *	281 mln m <sup>3</sup>	1384 mln m <sup>3</sup>	25446 mln m <sup>3</sup>
alternatieven beton:			
- 20% beton	6.1 mln m <sup>3</sup>	169 mln m <sup>3</sup>	6134 mln m <sup>3</sup>
- 80% hout **	24 mln m <sup>3</sup>	674 mln m <sup>3</sup>	24538 mln m <sup>3</sup>
alternatief asfalt:			
- 100% biobased asfalt	10 mln m <sup>3</sup>	207 mln m <sup>3</sup>	2583 mln m <sup>3</sup>
alternatieven staal:			
- 20% staal	0.08 mln m <sup>3</sup>	2.3 mln m <sup>3</sup>	51 mln m <sup>3</sup>
- 80% hout***	4.5 mln m <sup>3</sup>	127 mln m <sup>3</sup>	2836 mln m <sup>3</sup>

\* exclusief toeslagmateriaal voor beton en asfalt

\*\* Uit diverse praktijkvoorbeelden blijkt dat het volume aan hout ongeveer gelijk is aan het volume aan beton bij gelijke toepassing.

\*\*\* uit een Nederlandse vergelijking van een houten en een stalen brug bleek dat voor dezelfde overspanning het benodigde volume aan staal ongeveer 13 maal dat van hout was. Dit getal is aangehouden om het volume aan het te berekenen bij vervanging van staal. <sup>26</sup>

en steenwol het meest gebruikte bouw materiaal. Asphalt wordt vooral toegepast in de wegen- en waterbouw. Asphalt bestaat deels uit bitumen – wat weer een product is op basis van ruwe olie. Ook olie wordt steeds schaarser.

De huidige manier van bouwen vergt dus veel eindige bronnen. Daar komt nog eens bij dat die traditionele manier van bouwen niet efficiënt met materialen omgaat: 40% van ons afval is gerelateerd aan de bouw. <sup>27</sup> Het gaat dan om productieverliezen, verpakkingsmaterialen en bekistingen.

Op basis van gegevens van internationale brancheverenigingen is een inschatting te maken van de consumptie van bouwmaterialen in Nederland, Europa en wereldwijd, waarbij een inschatting van de volumes van beton en asfalt gemaakt kan worden op basis van de samenstelling van die producten. <sup>28, 29</sup> Opvallend in de tabel is het grote verbruik van aggregaten (zand en grind) in Nederland; een gevolg van de omvangrijke wegen- en waterbouwsector.

## Prognose grondstoffengebruik 2050

Naar verwachting zal de werelddeconomie door toenemende welvaart een groei van meer dan 100% laten zien tot 2050. <sup>30</sup> Wanneer de vraag naar bouwmaterialen de verwachte groei van de economie volgt, zal dat in 2050 leiden tot een consumptie van meer dan 53 miljard m<sup>3</sup> aan aggregaten, 30 miljard m<sup>3</sup> beton, 2 miljard m<sup>3</sup> asfalt en 200 miljoen m<sup>3</sup> staal. <sup>31</sup> De schaarste aan grondstoffen zal alleen maar toenemen.

Hergebruik is bij die toenemende vraag maar beperkt mogelijk. Bij de sloop van oude gebouwen komt maar een klein deel van de in de toekomst benodigde grondstoffen beschikbaar om opnieuw gebruikt te worden. Deze mogelijkheden van hergebruik vallen vooral tegen omdat er bij de bouw van deze gebouwen geen rekening mee is gehouden dat de materialen ooit hergebruikt moeten worden. In 2008 was slechts 22% van het staal, een materiaal dat relatief eenvoudig herbruikbaar is, afkomstig van het opnieuw smelten van gebruikt materiaal. De rest was afkomstig van nieuw gedolven grondstoffen. <sup>32</sup>

## CO<sub>2</sub> uitstoot bij productie

Voor de productie van materialen als beton en staal is veel energie vereist. Omdat het vaak om processen gaat waarbij hoge temperaturen nodig zijn, worden er fossiele brandstoffen voor gebruikt die een grote energiedichtheid hebben.



Afb. 5.3  
ENCI groeve, Maastricht  
Bron: ENCI

Die hoge energiedichtheid van fossiele brandstoffen maakt het moeilijk om ze te vervangen door duurzamere energiebronnen. Het is dan ook de verwachting dat deze brandstoffen voorlopig niet vervangen kunnen worden. Dat geldt voor de productie van staal en cement, maar bijvoorbeeld ook voor steenwol, een proces waarbij steen in enorme ovens bij een temperatuur van 1400 graden Celsius wordt gesmolten en vervolgens gecentrifugeerd tot draden. Afgezien van de toenemende schaarste aan fossiele brandstoffen, komt er bij de verbranding ervan ook nog eens veel CO<sub>2</sub> vrij.

Bij de productie van cement komt ook CO<sub>2</sub> vrij in de chemische reactie waarbij klinker wordt geproduceerd. Klinker is het hoofdbestanddeel van cement, dat in combinatie met water het bindmiddel vormt tussen de overige bestand-

delen van beton. Naar schatting veroorzaakt de productie van een ton klinker een uitstoot van ongeveer 900 kg CO<sub>2</sub>. <sup>34, 35</sup> De helft daarvan is toe te schrijven aan het calcinatieproces. Vanwege deze sterk vervuulende eigenschap van klinker wordt wereldwijd onderzoek gedaan naar mogelijke alternatieven. Vooralnog zijn die maar zeer beperkt voorradig.

Ook bij de productie van staal komen grote hoeveelheden CO<sub>2</sub> vrij, met name door de grote hoeveelheden energie die nodig zijn bij het smelten. In Europa komt bij het smelten van een ton nieuwgewonnen staal ongeveer 2,3 ton CO<sub>2</sub> vrij, en ongeveer 0,21 ton bij het omsmelten van gerecycled staal. De wereldwijde staalproductie bestond in 2008 uit ongeveer 22% gerecycled staal. <sup>35</sup>

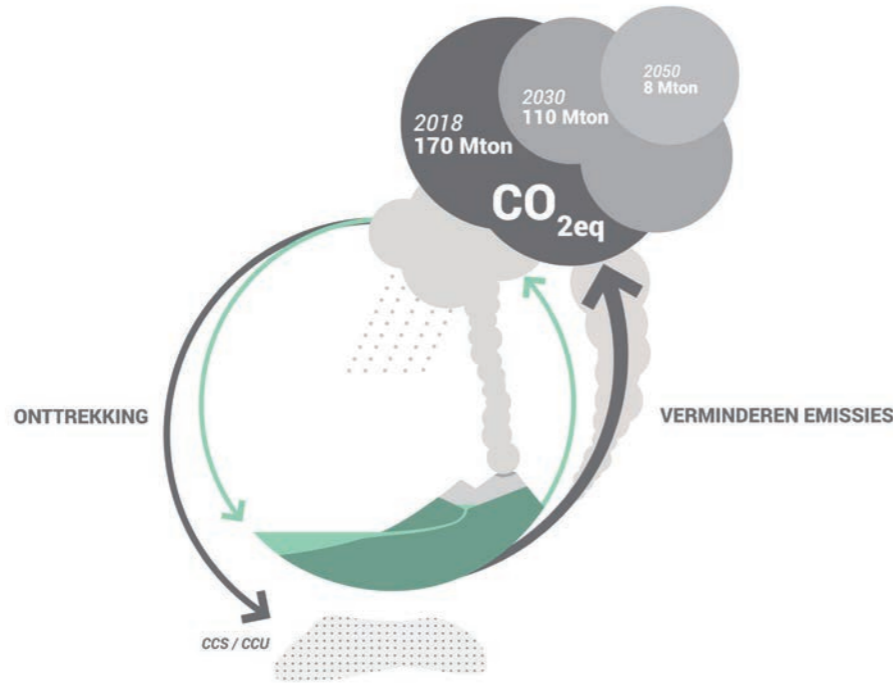
Bij de productie van cement komt CO<sub>2</sub> vrij in de chemische reactie waarbij klinker het hoofdbestanddeel wordt geproduceerd.



Afb. 5.4  
Sao Paulo; de behoefte aan bouwmaterialen zal enorm zijn  
Bron: Mei architecten

**Afb. 5.5**

CCS of Carbon Capture Usage in bijvoorbeeld bouwmaterialen als CO<sub>2</sub>-fixatie  
Bron: Studio Marco Vermeulen



Er is geen machine zo efficiënt en goedkoop als de natuur.

1. Meten is weten in de Nederlandse bouw, CE Delft, 2015, p77
2. <http://www.uepg.eu/uploads/Modules/Publications/uepg-annual-review-2018-2019.pdf>
3. [https://na.unep.net/geas/archive/pdfs/GEAS\\_Mar2014\\_Sand\\_Mining.pdf](https://na.unep.net/geas/archive/pdfs/GEAS_Mar2014_Sand_Mining.pdf)
4. Meten is weten in de Nederlandse bouw, CE Delft, 2015, p77
5. <https://cembureau.eu/media/1818/activity-report-2018.pdf>
6. <https://constructech.com/global-cement-consumption/s>
7. Meten is weten in de Nederlandse bouw, CE Delft, 2015, p77
8. [https://eapa.org/wp-content/uploads/2020/02/Asphalt-in-figures\\_2018.pdf](https://eapa.org/wp-content/uploads/2020/02/Asphalt-in-figures_2018.pdf)
9. [https://eapa.org/wp-content/uploads/2018/07/global\\_perspective.pdf](https://eapa.org/wp-content/uploads/2018/07/global_perspective.pdf)
10. Meten is weten in de Nederlandse bouw, CE Delft, 2015, p77
11. <http://www.eurofer.org/News&Events/PublicationsLinksList/201907-SteelFigures.pdf>
12. <https://www.worldsteel.org/about-steel/steel-facts.html>
13. <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2019.html>
14. <https://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/mybi-2006-cemen.pdf>
15. [https://setis.ec.europa.eu/system/files/Technology\\_Information\\_Sheet\\_Energy\\_Efficiency\\_and\\_CO2\\_Reduction\\_in\\_the\\_Iron\\_and\\_Steel\\_Industry.pdf](https://setis.ec.europa.eu/system/files/Technology_Information_Sheet_Energy_Efficiency_and_CO2_Reduction_in_the_Iron_and_Steel_Industry.pdf)
16. <https://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/mybi-2016-cement.pdf>
17. <https://mineralproducts.org/sustainability/carbon-management.html>
18. [http://www.asphaltroads.org/assets/\\_control/content/files/carbon\\_footprint\\_web.pdf](http://www.asphaltroads.org/assets/_control/content/files/carbon_footprint_web.pdf)
19. <https://cris.vtt.fi/en/publications/carbon-footprint-for-building-products-eco2-data-for-materials-an>
20. [https://setis.ec.europa.eu/system/files/Technology\\_Information\\_Sheet\\_Energy\\_Efficiency\\_and\\_CO2\\_Reduction\\_in\\_the\\_Iron\\_and\\_Steel\\_Industry.pdf](https://setis.ec.europa.eu/system/files/Technology_Information_Sheet_Energy_Efficiency_and_CO2_Reduction_in_the_Iron_and_Steel_Industry.pdf)
21. [https://cris.vtt.fi/en/publications/carbon-footprint-for-building-products-eco2-data-](https://cris.vtt.fi/en/publications/carbon-footprint-for-building-products-eco2-data-for-materials-an)

### Biobased alternatieven

De klimaatdoelstellingen zijn vooral gericht op het verminderen van onze CO<sub>2</sub>-uitstoot. Het klimaatdoel kijkt niet naar mogelijkheden om tegelijkertijd ook CO<sub>2</sub> te onttrekken aan de atmosfeer. Op dit moment worden kostbare machines ontwikkeld waarmee dat op zeer beperkte schaal mogelijk is. Maar geen machine is zo efficiënt en goedkoop als de natuur. Door met hout en andere biobased materialen te bouwen, wordt in feite CO<sub>2</sub> voor de levensduur van het materiaal onttrokken aan de atmosfeer. In tegenstelling tot bijvoorbeeld kostbare opslag onder de Noordzee, wordt met deze vorm van CO<sub>2</sub>-opslag juist waarde gecreëerd in de vorm van bebouwing. De bouwsector kan op deze manier een actieve bijdrage leveren aan de strijd tegen klimaatverandering. We hebben vroeger allemaal op school geleerd dat bomen en planten CO<sub>2</sub> onder invloed van zonlicht omzetten in cellulose – wat het basisbestanddeel is voor hout en ander plantaardig materiaal. Als bomen sterven en wegroten, dan komt deze CO<sub>2</sub> weer vrij. Als we hout verbranden voor het opwekken van elektriciteit en het verwarmen van onze huizen, dan komt de opgeslagen CO<sub>2</sub> ook vrij. Maar als we dat hout als bouw materiaal gebruiken, dan kunnen we de CO<sub>2</sub> voor tientallen, misschien wel honderden jaren vastleggen. En als we gebouwen ook nog eens op een circulaire, demontabele manier ontwerpen, kunnen materialen na de levensduur van een gebouw hergebruikt worden, en blijft de CO<sub>2</sub> opgeslagen in het materiaal.

De hoeveelheid koolstof die wordt opgeslagen in hout hangt af van de dichtheid van het gebruikte hout. Hoe hoger de dichtheid, hoe meer koolstof erin opgeslagen is. De dichtheid per houtsoort varieert tussen de 500 en 1100 kg/m<sup>3</sup> en de CO<sub>2</sub>-opslag varieert daar dus in mee.<sup>36</sup> Gemiddeld neemt een boom – dankzij fotosynthese – voor elke kubieke meter bijgroei ongeveer 1 ton aan koolstofdioxide op.<sup>37,38</sup> Kruislaaghout (CLT) heeft ook een grote opslagcapaciteit voor CO<sub>2</sub>. Die capaciteit verschilt per houtsoort, maar voor veelgebruikt CLT van naaldhout uit Duitsland is dat ongeveer 560 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup>.

Planten slaan ook CO<sub>2</sub> op. Denk aan vezelhennepe dat in 4 maanden volgroeid is en per hectare 13,5 ton CO<sub>2</sub> omzet in biomassa. Met de opbrengst van één hectare vezelhennepe kunnen 5 huizen worden geïsoleerd.<sup>39</sup>

Ook voor asfalt is een biobased alternatief verkrijgbaar, waarbij het bitumen is vervangen door lignine, vervaardigd uit plantaardig materiaal. Ook in lignine wordt CO<sub>2</sub> opgeslagen. Volgens cijfers van een producent leidt deze CO<sub>2</sub>-opslag tot een uitstootreductie van ongeveer 20% gedurende de levensloop van asfalt.<sup>40,41</sup>

Nog niet alle fossiele materialen kunnen worden vervangen door biobased materialen. Beton kan deels worden vervangen door hout, maar voor specifieke toepassingen als funderingen is op dit moment geen biobased alternatief beschik-

baar. Ook in situaties waarbij het bouw materiaal uitzonderlijk zwaarbelast moet worden, is het gebruik van hout voorlopig nog uitgesloten. Hetzelfde geldt voor staal. Staal kan deels worden vervangen door hout, maar bij grote overspanningen of tuiconstructies is hout geen alternatief. Daarnaast blijft staal een noodzakelijk materiaal om de aansluitingen tussen houten elementen tot stand te brengen. In dit rapport gaan we er daarom vanuit dat beton en staal voor 80% door hout kunnen worden vervangen.

### Biobased bouwen als oplossing voor klimaatverandering

Door biobased bouwmaterialen te gebruiken wordt het gebruik van conventionele bouwmaterialen vermeden en daarmee ook de bijbehorende CO<sub>2</sub>-emissies. Ook bij de productie van plantaardige materialen of bij het transport daarvan kan uiteraard CO<sub>2</sub> vrijkomen, maar dat is minder dan bijvoorbeeld bij beton en staal. Daarnaast wordt in biobased materi-

alen een grote hoeveelheid CO<sub>2</sub> opgeslagen – dat is de dubbele winst die natuurlijk gegroeide materialen met zich meebrengen. In de geschatte bouwproductie van Nederland tot 2050 kunnen op die manier grote hoeveelheden CO<sub>2</sub> worden vastgelegd. Wanneer hout een groot deel van staal vervangt, kan ongeveer 2,5 Mt CO<sub>2</sub> worden opgeslagen, en in het hout dat beton kan vervangen kan nog eens 14 Mt CO<sub>2</sub> voor langere tijd worden vastgezet (zie tabel 5.5). Wereldwijd zijn deze getallen nog veel hoger. Wanneer hout staal op wereldschaal vervangt, kan daarin tot 1,5 Gigaton aan CO<sub>2</sub> worden vastgelegd, en in het hout dat beton op wereldschaal vervangt zelfs meer dan 13 Gigaton aan CO<sub>2</sub>. Daarbij komt dan nog het voordeel dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot bij productie van biobased materialen veel lager is dan bij fossiele materialen.

Cumulatief wordt er bij grootschalige toepassing in 2050 zelfs meer CO<sub>2</sub> opgeslagen dan dat er wordt uitgestoten. De bouw kan daarmee bijdragen aan de oplossing voor klimaatverandering. ■



- for-materials-an
22. [https://www.derix.de/data/1\\_Studiendag\\_kruislaaghout\\_NL2%20-%20AJ-n.pdf](https://www.derix.de/data/1_Studiendag_kruislaaghout_NL2%20-%20AJ-n.pdf)
23. [http://www.asphaltroads.org/assets/\\_control/content/files/carbon\\_footprint\\_web.pdf](http://www.asphaltroads.org/assets/_control/content/files/carbon_footprint_web.pdf)
24. <https://www.rvo.nl/actueel/praktijkverhalen/asfalt-kan-duurzamer-met-biomassa>
25. <https://www.wur.nl/nieuws/Bio-asfalt-op-basis-van-lignine-krijgt-flinke-zet-in-de-rug.htm>
26. [http://www.europeansteel.com/wp-content/uploads/2016/02/Eindrapport\\_lca\\_studie\\_bruggen\\_sep2013.pdf](http://www.europeansteel.com/wp-content/uploads/2016/02/Eindrapport_lca_studie_bruggen_sep2013.pdf)
27. Potentie van biobased materialen in de bouw, NIBE 2019
28. <https://www.joostdevree.nl/shtmls/beton.shtml>
29. <https://www.joostdevree.nl/shtmls/asfalt.shtml>
30. <https://data.oecd.org/gdp/real-gdp-long-term-forecast.htm#indicator-chart>
31. Geëxtrapoleerd op wereldwijd gebruik van asfalt uit 2007: [https://eapa.org/wp-content/uploads/2018/07/global\\_perspective.pdf](https://eapa.org/wp-content/uploads/2018/07/global_perspective.pdf)
32. <https://www.worldsteel.org/about-steel/steel-facts.html>
33. <https://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/mybi-2006-cemen.pdf>
34. <https://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/mybi-2016-cement.pdf>
35. [https://setis.ec.europa.eu/system/files/Technology\\_Information\\_Sheet\\_Energy\\_Efficiency\\_and\\_CO2\\_Reduction\\_in\\_the\\_Iron\\_and\\_Steel\\_Industry.pdf](https://setis.ec.europa.eu/system/files/Technology_Information_Sheet_Energy_Efficiency_and_CO2_Reduction_in_the_Iron_and_Steel_Industry.pdf)
36. Building with wood, the active form of climate protection. Holzforschung München, 2011, blz. 8
37. Edinburgh Centre for Carbon management
38. Building with wood, the active form of climate protection. Holzforschung München, 2011, blz. 7
39. <https://alduurzaam.wordpress.com/tag/cannabis-sativa/>
40. <https://www.rvo.nl/actueel/praktijkverhalen/asfalt-kan-duurzamer-met-biomassa>
41. <https://www.wur.nl/nieuws/Bio-asfalt-op-basis-van-lignine-krijgt-flinke-zet-in-de-rug.htm>

**Afb. 5.6**  
Bouwmaterialepyramide  
Bron: [www.materialepyramiden.dk](http://www.materialepyramiden.dk)

# Kansen voor het Nederlandse landschap

Een bouwsector die drijft op hout en andere natuurlijke materialen kan spookbeelden van kaalslag oproepen. Maar een groeiende vraag naar biobased materialen kan juist leiden tot meer en kwalitatief hoogwaardiger bossen, meer houtige gewassen in het landschap en een grotere diversiteit aan landbouwgewassen. Daarmee kan de ontwikkeling van biobased bouwen ook een impuls geven aan de kwaliteit van het Nederlandse landschap.

Momenteel wordt veel onderzoek gedaan naar kansen voor landschapsontwikkeling in Nederland. Het Planbureau voor de Leefomgeving bracht de afgelopen twee jaar achtereenvolgens *Transities, ruimteclaims en landschap* en *Zorg voor landschap* uit. Later dit jaar komt het planbureau met een 'Bosverkenning 2050'. Het College van Rijksadviseurs heeft dit najaar een ontwerpend onderzoek afgerond naar de landschappelijke inpassing van nieuwe bossen. Ook bureau Flux is bezig met een bosonderzoek dat wordt gefinancierd door het Stimuleringsfonds Creatieve Industrie. LNV ontwikkelt samen met de provincies een bossenstrategie. En de provincie Zuid-Holland heeft een studie naar materiaal producerende landschappen laten doen door BOOM Landscape.

Het is niet de bedoeling dat we in het kader van deze *Strategische Verkenning Ruimte voor Biobased Bouwen* nóg een strategie voor bossen en landschapsontwikkeling introduceren. In dit hoofdstuk zullen we naast een algemene beschouwing op de kansen voor het Nederlandse landschap vooral verwijzen naar de bovengenoemde studies. Daarbij gaat het niet alleen over de kansen voor nieuwe bossen en teelten, maar juist ook om andere (rest)materiaal producerende landschappen.

De kansen voor bossen worden uitgewerkt in hoofdstuk 7 en de kansen voor landbouw in hoofdstuk 8.

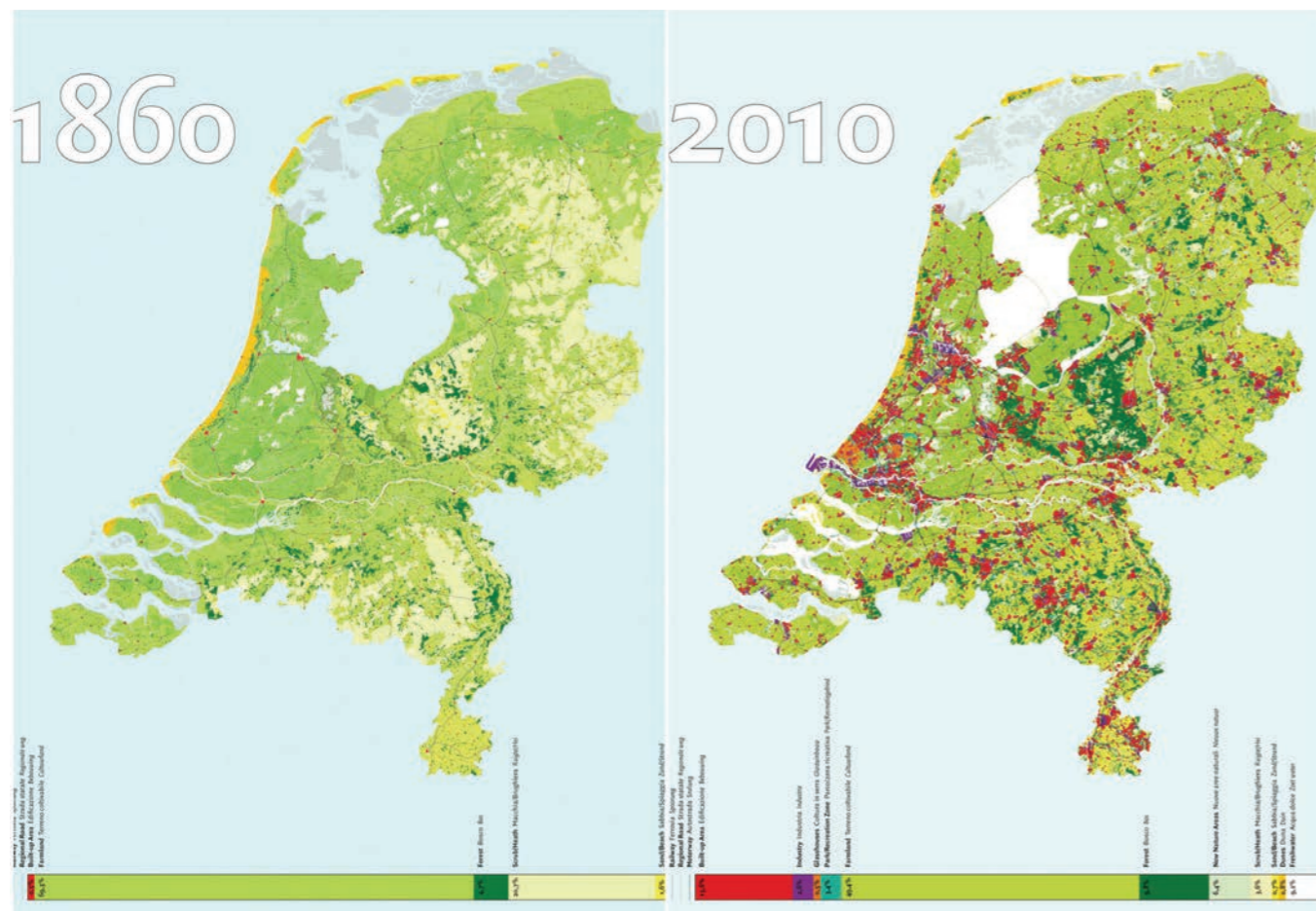
## Van oudsher een productielandschap

Het Nederlandse landschap is vormgegeven door nut en noodzaak. Honger, natte voeten, koude en lijfsbehoud hebben een stempel gedrukt op het landschap dat we nu zo waarderen. Onze voorouders hebben het land ontgraven, leeggepompt, omgeploegd en aangeplant. Een groot deel van de Nederlandse natuur is vorige eeuw aangelegd met een nutsfunctie. Een mooi voorbeeld daarvan zijn de wilgenplantages (grienden) in de Biesbosch, waar op grote schaal manden, korven en zinkmatten (voor dijken) werden gemaakt. Na het wegvallen van deze sector, zijn de wilgen uitgeschoten en vormen nu het natuurbeeld van de Biesbosch. Een ander voorbeeld zijn de Brabantse naaldbossen die op grote schaal stamhout leverden waarmee de mijngangen in Limburg werden gestut. Of de populieren die hout leverden voor klompen en lucifers. Het was bij boerenfamilies in Midden-Brabant gebruikelijk dat bij de geboorte van een dochter meteen een aantal populieren werd geplant. Deze konden dan uitgroeien tot de bruidsschat en waren kaprijp als klompenhout zodra de dochter huwbaar was. Het populierenlandschap is dus onlosmakelijk verbonden met de regio en de productie van klompen.

Kunnen we op een vergelijkbare manier zoals vroeger de populieren, de naaldbossen en de wilgengrienden het landschap bepalen, nu gaan wonen in een landschap dat hout levert voor onze woningen?

Een groot deel van de Nederlandse natuur is vorige eeuw aangelegd met een nutsfunctie.

Afb. 6.1 (links)  
Bosbouw het nieuwe landbouw  
Bron: Volkskrant



Afb. 6.2  
Hybrid Landscapes  
Bron: Must stedenbouw

### Ruimte is schaars

In een sterk verstedelijkte omgeving zoals Nederland is ruimte schaars en is het gebruik van gronden voor natuurdoeleinden niet vanzelfsprekend. Het maatschappelijk belang van landschap en natuur moet hier concurreren met andere maatschappelijke belangen die ook ruimte vragen, zoals voedselvoorziening, bedrijven en woningen. Hoewel iedereen landschap waardeert, blijkt het in de praktijk moeilijk om er verdienmodellen aan te koppelen. Natuur levert commercieel doorgaans weinig op en kost juist geld om te behouden. Daarmee kan natuur weinig economische tegendruk bieden aan andere ruimtevragers die wél direct geld opleveren voor bijvoorbeeld gemeentes en ontwikkelende partijen. De maatschappelijke waarden die de natuur met zich meebrengt, zoals gezondheid, biodiversiteit, CO<sub>2</sub>-opname en recreatie, hebben geen meetbaar rendement en staan als kostenpost in de begroting van gebiedsontwikkeling.

Het ruimtegebruik in Nederland verandert continu. Na de Tweede Wereldoorlog is Nederland getransformeerd van een land met bijna uitsluitend buitengebied en platteland tot een verstedelijkt landschap.<sup>1</sup> Het areaal bebouwd gebied nam na

de oorlog in zeventig jaar tijd toe van 3 procent naar 12 procent, en is in 2019 gestegen naar 16 procent. Nieuwe uitbreidingswijken, nieuwe bedrijventerreinen en in de laatste decennia ook datacenters, distributiecentra en zonneparken leggen allemaal claims op de beschikbare ruimte. De afgelopen 10 jaar is het logistieke vastgoed met 1.000 hectare toegenomen. In 2017 waren er in Nederland 22 zonneparken van meer dan 1 megawatt; inmiddels zijn dat meer dan 80. Het aantal windturbines op land nam toe van 300 in 1990 tot ruim 2.000 in 2018.<sup>2</sup> Het traditionele agrarische landschap heeft bovendien een ander aanzicht gekregen. Door schaalvergroting en efficiëntieverhoging zijn karakteristieke sloten, bomen en houtwallen verdwenen. De landbouw zelf zal ook een transformatie moeten ondergaan. Daarover meer in hoofdstuk 8: Kansen voor de landbouw.

Ook in de komende tijd zullen nieuwe ruimteclaims voor nieuwbouwwoningen, infrastructuur, nieuwe bedrijven, energietransitie, klimaatadaptatie, duurzame land- en tuinbouw en natuurontwikkeling grote gevolgen hebben voor het landschap.

### Landschap versterken met bossen en gewassen

Werken met biobased materialen vraagt uiteindelijk om meer ruimte voor bomen en gewassen. Dat heeft impact op het Nederlandse landschap – met positieve gevolgen, maar ook risico's. De aanplant van bossen buiten bestaande natuurgebieden, voegt biodiversiteit toe en zorgt voor nieuwe recreatiemogelijkheden. Tegelijkertijd heeft het ook invloed op de openheid van het Nederlandse landschap: die kan verminderen. De aanplant van bos zal vooral gerealiseerd worden op landbouwgronden. Deze gronden worden dan aan de landbouw onttrokken, waardoor toenemende schaarste van landbouwgrond de prijs van die grond nog verder zal opdrijven. Het wordt voor boeren dan moeilijker om te verduurzamen via extensivering, want dat vraagt meer grond in plaats van minder. Een oplossing kan liggen in de hoek van agroforestry. Elk landschapstype heeft zijn eigen landschappelijke karakteristieken, met eigen ruimtelijke principes, streekeigen landschapselementen en specifieke boomsoorten. Het is belangrijk dat de aanplant van extra bomen en bos aansluit bij die karakteristieken. Dat betekent dus ook dat terughoudendheid nodig is bij de aanplant van

bomen en bos in kenmerkende open landschappen. Kleinschalige landschappen met een afwisseling van houtwallen, boomgroepen en open ruimten lenen zich vooral voor de aanplant van landschapselementen (of het herstel daarvan) en minder voor bosaanplant.

Rondom stikstofgevoelige Natura 2000-gebieden op de zandgronden kunnen de aanplant van bos, de aanleg van houtige landschapselementen en vormen van agroforestry niet alleen bijdragen aan versterking van het landschap, maar ook aan het reduceren van de stikstofemissies die deze natuurgebieden bedreigen. Tegelijkertijd zijn er ook gebieden waar maatschappelijke doelen meer met elkaar schuren. In de veenweidegebieden kunnen moerasbossen weliswaar bijdragen aan het tegengaan van bodemdaling en CO<sub>2</sub>-uitstoot, maar de aanplant ervan gaat slecht samen met de weidevogelstellingen en tast de kenmerkende openheid van dit cultuurlandschap aan.

Dat de verschillende maatschappelijke opgaven niet altijd even goed zijn te combineren, vraagt om een visie waarin alle verschillende opgaven waar Nederland voor staat integraal worden beschouwd. Om vervolgens per landschapstyp-

Afb. 6.3  
Het Groene Woud: coulissenlandschap met bomenlanen en houtige landschapselementen  
Bron: [www.landschapscanonhetgroenewoud.com](http://www.landschapscanonhetgroenewoud.com)





**Afb. 6.4**  
Aanplant bos verweven met landbouw, Nexus  
Bron: Studio Marco Vermeulen

pe te bepalen hoe zaken als het verbeteren van milieu- en ruimtecondities, de waterkwaliteit en -kwantiteit, bodembeheer, biodiversiteit en waterberging kunnen worden gecombineerd. Meervoudig ruimtegebruik is daarbij noodzakelijk. Er zijn talloze combinaties mogelijk: landbouw en windenergie, waterberging en natuur, windmolens in bossen, wonen op het water, natuur en wonen in nieuwe buitenplaatsen en landgoederen. Vanzelfsprekend hoeft niet altijd overal bos te worden aangeplant. Vaak zal op kleinere schaal worden gekeken naar elementen die goed samen te voegen zijn. In een efficiënt, productief landbouwgebied kan bijvoorbeeld worden gedacht aan het terugbrengen en beheer van landschapselementen zoals houtwallen.

Teelten kunnen verschillende belangen verenigen. Neem de miscanthusteelt rond Schiphol. Miscanthus wordt gebruikt voor bouwmaterialen, papier, bioplastics en biobrandstof. Het neemt net als veel andere gewassen CO<sub>2</sub> op, maar heeft ook nog een ander voordeel: het zorgt ervoor dat het vliegverkeer minder hinder ondervindt van ganzen.

Een ander voorbeeld van lokale synergie is het voedselbos in het buitengebied van Groesbeek. Hier is een maïsakker getransformeerd tot voedselbos. De natuur doet hier het werk en zorgt voor het vasthouden van water en het vergroten van de biodiversiteit. Ondernemers en mensen uit de regio komen regelmatig producten afnemen.<sup>3</sup> Nog een voorbeeld is het franchise-model van Herenboeren. Een Herenboerderij is een duurzaam opererend, kleinschalig coöperatief gemengd bedrijf, waarbij burgers uit de omgeving gedeeld eigenaar zijn van hun eigen boerderij.

### Regeneratieve en herstellende gebouwen in het landschap

Net als dat de aanplant van bossen en het uitbreiden van natuur bij kan dragen aan het versterken van het landschap, kan een gebouw dat ook. Een regeneratief gebouw herstelt niet alleen, maar verbetert ook de omringende natuurlijke omgeving. Bijvoorbeeld voor levende organismen in de nabije omgeving, maar ook niet-levende factoren zoals de temperatuur, de

hoeveelheid licht, de aanwezigheid van water en de samenstelling van de bodem. Deze gebouwen zijn geïntegreerd in hun natuurlijke omgeving en ontworpen om beschadigde omgevingen te verbeteren. Regeneratieve en herstellende gebouwen produceren niet alleen al hun eigen energie, en vangen en behandelen niet alleen hun eigen water. Ze zijn ook ontworpen om een positieve impact op het milieu te hebben, inclusief het herstellen van omliggende ecosystemen.

Boom Landscape onderscheidt in het onderzoek *Biobased (ver-)bouwen in Zuid-Holland*<sup>4</sup> toepassingsmogelijkheden van biomassa per boom- en landschapstype. Het gaat hier met name om hout- en vezelproductie uit landschapselementen en paludicultuur (natte gronden):

- > Eiken: balken, constructiehout, houtskool, ramen, deuren, vloeren, binnen- en buitenbetimmering, trappen, etc.;
- > Berken, populieren en wilgen: CLT-vloeren, fineer, schrijnwerk en bindmateriaal;
- > Essen en iepen: fineer en schrijnwerk;
- > Naaldbomen: CLT-constructie, kozijnen en deuren.

Om de kansen voor landschapsontwikkeling die biobased bouwen biedt beter in beeld te brengen, wordt in het najaar van 2020 een vervolgonderzoek uitgezet. Een coalitie van BZK, een aantal provincies en het College van Rijksadviseurs geven BOOM Landscape en de Natuurverdubbelers de opdracht om vanuit het landschap (vanuit de boer, de terrein behorende organisatie of gemeente/provincie) te kijken hoe (financieel rendabele) productie van biobased bouwmaterialen en landschapsontwikkeling kunnen worden gecombineerd. De hoofdvraag in dit onderzoek is: 'Op welke manier kan een kwaliteitsimpuls voor het landschap een vruchtbare biobased business case opleveren?' ■

1. Bodemgebruik in Nederland 2015  
Totaal: 4.154.300 ha.  
Verkeesterrein: 115.600 ha. (2,8%)  
Bebouwd terrein: 361.500 ha. (8,7%)  
Semi-bebouwd terrein: 49.300 ha. (1,2%)  
Recreatieterrein: 105.400 ha. (2,5%)  
Agrarisch terrein: 2.236.300 ha. (53,8%)  
Bos en open natuurlijk terrein: 499.000 ha. (12,0%)  
Binnenwater: 371.900 (9,0%)  
Buitenwater: 415.300 (10%)
2. Zorg voor landschap, PBL 2019
3. <https://www.boerderij.nl/Home/Achtergrond/2019/3/Voedselbos-heeft-dewind-mee-399268E/>
4. Biobased (ver-)bouwen in Zuid-Holland, Boom Landscape

**Afb. 6.5**  
Woonlandschappen  
Bron: Studio Marco Vermeulen



# Kansen voor de bossen

Het bosbeheer in Nederland staat voor een aantal grote uitdagingen: het herstel van de biodiversiteit, bosbodem en waterhuishouding, het creëren van voldoende bosdynamiek en het tegengaan van invasieve exoten. Allemaal kostenposten – tenzij we die bossen tegelijkertijd gaan inzetten voor de woningbouwopgave. De vraag naar biobased materialen kan een grote impuls geven aan duurzame bosbouw. Waardoor we in Nederland uiteindelijk kwalitatief hoogwaardige bossen krijgen.

Waar komt al dat hout vandaan dat nodig is voor biobased woningbouw? In ieder geval uit Europese bossen – maar voor een deel ook zeker uit Nederland. Die gedachte wekt bij veel mensen weerstand op, omdat houtkap vaak wordt geassocieerd met de teloorgang van bos. Maar het gebruik van hout hoeft helemaal niet ten koste van het bos te gaan. En wel om deze redenen:

1. Er wordt nu al hout uit Nederlandse bossen geogst. Dat hout wordt nu laagwaardig gebruikt, als brandhout voor houtkachels en of als materiaal voor pallets). Datzelfde hout zou hoogwaardiger gebruikt kunnen worden als bouw materiaal.
2. Gemiddeld wordt er nu per hectare 3 m<sup>3</sup> per jaar geogst uit de Nederlandse bossen, terwijl de natuurlijk aanwas 8 m<sup>3</sup> per hectare per jaar is. Er komt dus meer hout bij dan er wordt geogst – en dus kan er meer worden geogst zonder dat er bos verdwijnt. Meer uitdunnen is bovendien beter voor de kwaliteit van het bos.
3. Nederland heeft ruimte om meer bossen aan te planten. Een groeiende vraag naar hout leidt dan tot meer bos en nieuwe landschappen. Mogelijk biedt bosbouw ook een nieuw verdienmodel voor agrariërs.

Hout hoeft niet per se in Nederland geogst te worden. Het zou ook uit andere delen van Europa kunnen komen, waar meer ruimte is voor duurzame bosbouw. De Europese Unie telt 180 miljoen hectare bos. Dat is 5 procent van het totale bosareaal in de wereld. Twee derde van alle Europese bossen staat in zes landen met de grootste bosgebieden: Zweden, Finland, Spanje, Frankrijk, Duitsland en Polen. In drie landen is zelfs twee derde van het landoppervlak bedekt met bos: Finland, Zweden en Slovenië. Ter vergelijking: in Nederland is 10 procent van het landoppervlak bedekt met bos (0,2% van het totale Europese Bos). Tussen 1990 en 2010 is er ongeveer 11 miljoen hectare bos bijgekomen in Europa, vooral dankzij uitbreiding en bosmaatregelen.<sup>1</sup> Die 180 miljoen hectare bos produceren jaarlijks een miljard kuub hout.

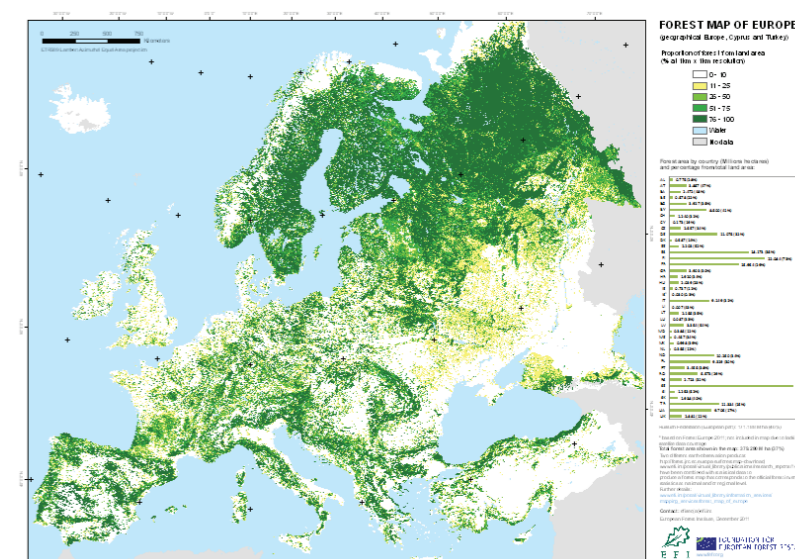
## Duurzaam houtgebruik

Het hout dat we kunnen gebruiken als bouw materiaal, kan deels worden gewonnen uit reststromen van hout, maar kan ook worden geogst in onze Nederlandse bossen. Met name naaldbossen die ooit zijn aangeplant om hout te oogsten voor de mijnbouw, zijn erg geschikt. Nu gebruiken we hout uit deze bossen voor de kachel of om pallets van te maken. De CO<sub>2</sub> die in het hout van deze naaldbomen zit opgeslagen, komt bij verbranding weer in de atmosfeer terecht. Dat wordt anders als we er huizen mee bouwen. De CO<sub>2</sub> die in het hout zit, wordt dan langdurig vastgehouden. In het kader van de klimaatdoelen uit het Klimaatakkoord en de Nationale Bossenstrategie wordt hoogwaardig houtgebruik als volgt gedefinieerd: “Hoogwaardig houtgebruik is het gebruik van hout in toepassingen met een zo lang mogelijke levensduur én de mogelijkheid om het hout na deze toepassing te hergebruiken voor dezelfde of nieuwe toepassingen, zodat koolstof zo lang mogelijk blijft opgeslagen in de houtketen, waarbij het hout bij voorkeur producten met een hoge negatieve CO<sub>2</sub>-impact vervangt.”<sup>2</sup>

In Nederland is 10 procent van het landoppervlak bedekt met bos (0,2% van het totale Europese bos).

Afb. 7.1 (links)  
Duurzame bosbouw

Afb. 7.2  
43% van de EU bedekt met bos  
Bron: Faostat





Het Nederlandse bos is voor ongeveer de helft eigendom van overheden, de andere helft is particulier eigendom.

Door in naaldbossen selectief bomen te kappen en deze te vervangen voor jonge loofbomen, kunnen we hout oogsten en tegelijkertijd de kwaliteit en klimaatbestendigheid van deze bossen verbeteren. Het maakt de bossen weerbaarder tegen droogte, warmte, virussen, schimmels en insectenplagen. Onze bossen krijgen dan meer economische waarde. Het bos is niet langer een stukje groen dat het beschermen waard is omdat we er zo leuk doorheen kunnen fietsen, maar is een essentieel en productief onderdeel van ons landschap geworden. Dat zo'n gevarieerder bos geen overbodige luxe is, werd in 2019 nog eens benadrukt, toen de schorskever bijna 300.000 hectare eentonig naaldbos in Duitsland verwoestte.

### Weerstand

Toch leidt de kap van bomen vaak tot maatschappelijke weerstand. In het voorjaar van 2019 heeft Natuurmonumenten een enquête gehouden onder 10.000 mensen. Een deel van de vragen ging over de kap van bomen. 15 procent van de respondenten wil dat het kappen van bomen volledig stopt. 79 procent vindt het goed dat bosbeheerders open plekken creëren in productiebossen om de natuur te versterken. Wel merkt Natuurmonumenten op dat hun achterban (voor zover die de enquête heeft ingevuld) moeite heeft met grote open plekken. De vereniging laat naar aanleiding van deze enquête daarom maximaal 0,5 hectare kappen in haar bossen, in plaats van maximaal 2 hectare.<sup>3</sup> Het is een groot misverstand dat de behoefte aan meer hout leidt tot minder bossen. Het tegendeel

is waar. Hoe meer economische waarde hout vertegenwoordigt, hoe meer bossen er aangeplant zullen worden. Het schrikbeeld is kaalkap waarbij bossen in één keer worden omgehakt om ruimte te maken voor agrarische gronden (Brazilië) of het herstel van natuurdoelstellingen (Nederland). Toch is duurzame bosbouw waarbij voornamelijk de natuurlijke aanwas van hout wordt benut in veel Scandinavische en Europese bossen een heel gangbare praktijk.

### Holland Houtland

Aan het begin van de 13e eeuw waren grote delen van Nederland nog redelijk bosrijk. De naam Holland is dan ook een verbastering van het woord 'Holtland', dat 'land van bos' betekent. In de late middeleeuwen nam de bevolking toe, waardoor er steeds meer landbouwgrond nodig was. Hiervoor werd het bos ontgonnen. Ook de vraag naar bouw materiaal en stookhout maakte dat er meer bomen werden gekapt dan er konden aangroeien. Door onder andere de vraag naar hout voor de mijnbouw werd het areaal bos in het begin van de twintigste eeuw weer sterk vergroot. Meerdere decennia groeide het bosareaal gestaag. Na 2013 kwam er een einde aan de groei en in 2017 bleek de hoeveelheid bos zelfs weer te zijn afgenomen.<sup>5</sup> Nederland beschikt nu in totaal over 365.000 hectare bos. Van de Nederlandse bossen heeft 63% (225.000 hectare) een beschermde status.<sup>6</sup> Van het totale bosareaal is Staatsbosbeheer van één derde eigenaar. Het Nederlandse bos is voor ongeveer de helft eigendom van overheden, de andere helft is particulier eigendom.



Productiebossen met hoofdzakelijk naaldbomen  
Bossen met voornamelijk loofbomen

Afb. 7.3 Productiebossen nemen in Nederland ongeveer 50% van het totaal areaal bos in  
Bron: Landschap versterken met bomen en bos, CRA

### Robuust & toekomstbestendig bos

Door het ouder en volwassener worden van het bos, neemt de levende houtvoorraad in het Nederlandse bos toe tot gemiddeld 215 m<sup>3</sup> per hectare. De gemiddelde bijgroei van het Nederlandse bos bedraagt zo'n 7,3 m<sup>3</sup> per hectare per jaar. Over het gehele oppervlak van het Nederlandse bos wordt ruwweg de helft van deze bijgroei geoogst. We kunnen de jaarlijkse oogst in Nederlandse bossen dus verhogen zonder dat dit tot minder bos leidt.

In Nederland staat 365.000 hectare bos<sup>7</sup>, waar jaarlijks ongeveer 2,5 miljoen kuub hout groeit. Om een woning te bouwen is circa 50 kuub<sup>8</sup> hout nodig. Dat betekent dat er theoretisch gezien 50.000 woningen per jaar in onze bossen 'groeien'. Dit hout kan geoogst worden met behoud van de bossen. Uiteraard zijn dit theoretische cijfers – de praktijk is altijd net wat anders. Niet al het hout is even geschikt voor de bouw en er is altijd zaagverlies.

Voor een robuust en toekomstbestendig bos wordt gekozen voor inheemse boomsoorten, menging van boomsoorten, natuurlijke verjonging en het laten liggen van dood hout. Het ouder worden van het bos en het laten staan of liggen van dood hout heeft een positief effect op de biodiversiteit – met name voor broedvogels en zwammen. In de laatste decennia is de hoeveelheid dood hout in Nederlandse bossen per hectare meer dan verdubbeld. Dit is belangrijk

vanwege mineralen die achter moeten blijven in de bosbodem (vooral bij arme zandgronden), omdat ze een belangrijke voedingsbodem voor leven zijn. Die mineralen zitten voornamelijk in schors en bladeren. Ook bij de kap van bomen is het dus van belang dat deze achterblijven in de bossen.

### Duurzame bosbouw

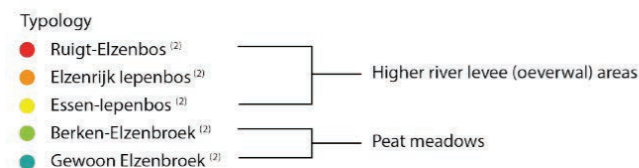
Sinds 1993 wordt hout uit bossen die duurzaam worden beheerd, gecertificeerd met het FSC-keurmerk. In Nederland is bijna de helft van de bossen FSC-gecertificeerd. De Nederlandse bossen voorzien nu voor circa 10% in ons totale houtgebruik. Van dit volume gaat een kwart als brandhout naar particulieren en drie kwart wordt verwerkt in de rondhoutverwerkende industrieën: rondhoutzagerijen, verwerkers van vezelhout (MDF, OSB en spaanplaat), papier- en karton, vezels voor de dierhouderijen, etc. Iets meer dan de helft hiervan komt terecht bij de productie van papier en karton, de rest wordt gebruikt voor laagwaardige toepassingen in de bouwsector (met name pallets). Een groot deel van het vezelhout wordt geëxporteerd, omdat er in Nederland geen producenten van plaatmateriaal gevestigd zijn. Een eerste stap die in Nederland gezet kan worden, is om het hout dat nu al in de bossen wordt geoogst, hoogwaardiger te gebruiken.

Er is ook onderzoek gedaan of houtoogst een goede businesscase oplevert. Een analyse van het bedrijfsinformatienet van Wageningen Economic Research<sup>9</sup> over de periode van 2011 tot 2015

In Nederland staat 365.000 hectare bos, waar jaarlijks ongeveer 2,5 miljoen kuub hout groeit. Dat betekent dat er theoretisch gezien 50.000 woningen per jaar in onze bossen 'groeien'.

Afb. 7.6 Bomen die groeien op veenweide en geschikt zijn voor CLT  
Bron: Building a future for the peat meadow landscape, WUR

Tree species	Production (m <sup>3</sup> /ha/year) <sup>(1)</sup>	Usable for CLT?
Fraxinus excelsior	6,5	Yes
Alnus glutinosa	6	No
Salix alba	9*	No
Salix fragilis	9*	No
Quercus robur	6	Yes
Betula pubescens	3*	No
Betula pendula	4,5	Yes
Sorbus aucuparia	3*	Further research needed
Populus tremula	6*	Yes
Populus nigra	17	Further research needed
Acer campestre	3*	No
Ulmus minor	9*	not applicable
Prunus avium	9*	Further research needed



<sup>(1)</sup> Non-suitable because of diseases  
<sup>(2)</sup> Estimated value based on source

## Aanplant van nieuw bos op 2 tot 6% van het wereldwijde landoppervlak kan tot tien keer de jaarlijkse wereldwijde CO<sub>2</sub>-uitstoot opslaan.

laat zien dat houtoogst ongeveer 40 tot 50% bijdraagt aan de inkomsten van particuliere bouseigenaren per hectare bos die zij in eigendom hebben. De gemiddelde opbrengst uit houtverkoop bedroeg in deze periode gemiddeld 137 euro.

In de periode 2013-2017 zijn de opbrengsten uit houtverkoop wel gedaald. Met name als gevolg van een daling van het geoogste houtvolume per hectare.<sup>10</sup>

Op dit moment staat de verkoopprijs van hout onder druk door een overvloed aan hout, door kap van naaldbomen in Duitsland aangetast door de bastkever.

### Bos voor klimaatdoelen

Velen zien het planten van bomen als oplossing tegen klimaatverandering. Zo wil Frans Timmermans in Europa drie miljard bomen (dat is ongeveer 3 miljoen hectare met 1.000 bomen per hectare) planten als onderdeel van zijn Green Deal, gepresenteerd in december 2019. Het huidige Europese bos compenseert 10% van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van de EU. Met de aanplant van 3 miljoen hectare nieuw bos kan nog eens 30 Mton CO<sub>2</sub> per jaar worden vastgelegd.<sup>11</sup> Dan komt de totale CO<sub>2</sub>-opname van Europees bos uit op 15% van de uitstoot van de EU. De Verenigde Staten sloten zich in januari 2020 aan bij een internationaal initiatief om een biljoen bomen te planten. En er zijn steeds meer opties voor particulieren om een boom te laten planten, bijvoorbeeld bij de aankoop van spullen of vliegreizen. Ook is er interesse vanuit grote bedrijven en pensioenfondsen om bomen aan te planten. De laatste jaren zijn er veel verschillende onderzoeken en plannen ontstaan om bossen aan te planten om de hoeveelheid CO<sub>2</sub> in de atmosfeer te verlagen en te fixeren in biomassa. Verschillende onderzoekers pleiten voor de aanplant van 300 tot 900 miljoen hectare nieuw bos wereldwijd.<sup>12, 13</sup> Dit is ongeveer 2 tot 6% van het wereldwijde landoppervlak. Dit percentage zou haalbaar zijn zonder aanspraak te maken op grond die al wordt gebruikt voor landbouw en stedelijk gebied. Met zoveel aangeplante bomen zou de komende 25 jaar 80 tot 300 Gigaton CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer worden opgeslagen. Onderzoekers verwachten dat een cumulatieve broeikasgasverwijdering van rond de 810 gigaton CO<sub>2</sub> (tot en met 2100) nodig is als we willen voldoen aan de 1,50°C

-temperatuursverhogingslimiet. Door in deze bossen aan bosbeheer te doen, kan de hoeveelheid CO<sub>2</sub>-opslag nog verder toenemen. Bosbeheer zorgt er namelijk voor dat bossen zich blijven verjongen. Naarmate bomen volgroeid raken, nemen ze minder koolstof op. Verjonging is dus nodig voor een optimale CO<sub>2</sub>-opname. Zo wordt geschat dat het onder beheer brengen van de helft (1900 Mha.) van de inheemse bossen wereldwijd de komende 50 jaar kan zorgen voor nog eens 30 Gigaton koolstofvastlegging.<sup>14</sup>

### Bossenstrategie

Een bossenstrategie is nodig om meer samenhang te ontwikkelen ten aanzien van bos-, natuur- en klimaatbeleid. Er is een duidelijke visie nodig om afwegingen te kunnen maken tussen de verschillende functies van het bos, zoals biodiversiteit, koolstofvastlegging, houtproductie en recreatie en de gewenste bosuitbreiding in relatie tot andere ruimtelijke functies zoals landbouw, verstedelijking en landschap. Door de juiste prikkels en beleidsmaatregelen van de nationale en Europese overheid (*Climate Smart Forestry*) zou het gecombineerde opslag- en substitutie-effect tegen 2050 kunnen toenemen tot ongeveer 170 Mt CO<sub>2</sub> per jaar. Tegen 2030 zou dit leiden tot een gecombineerd extra effect van 400 Mt CO<sub>2</sub> per jaar. Bovenop het huidige reductie-effect, zou dit neerkomen op 969 Mt CO<sub>2</sub>, ofwel 30% van de jaarlijkse EU-emissies.

Het ministerie van LNV en de provincies hebben in november 2020 een Bossenstrategie uitgebracht met deze ambitie: "We streven naar een gezond, toekomstbestendig en maatschappelijk gewaardeerd bos. Het is van belang de verschillende functies van bos door te geven aan toekomstige generaties. Dat vraagt een beleid dat het mogelijk maakt om ook in de toekomst keuzes te maken. Bos vraagt een langjarige koers. Onze Bossenstrategie richt zich op de uitvoering in het komende decennium, maar heeft een horizon tot de volgende eeuw." Deze Bossenstrategie zet in op een forse uitbreiding van het bosareaal en uitbreiding van het aantal bomen in het landelijk gebied. Er zijn voorkeursstrategieën voor bosuitbreiding ontwikkeld voor beekdalen,



Productiebos, alle sparren zijn even oud

Bos met dood hout

Jong, natuurlijk bos

Oud, natuurlijk bos

slecht ontwikkelende graslanden, langs grote rivieren, rond steden en dorpen, op landbouwgronden en in combinaties met de energieopgave. Dit alles vereist regionaal maatwerk. De strategie richt zich op een uitbreiding van 37.000 hectare, waarbij het Rijk en de provincies 18.000 hectare bijdragen.

De Bossenstrategie streeft verder naar het revitaliseren van bestaande bossen, waarbij het inzet op een hogere bijgroei. Dit biedt op middellange termijn de potentie om het percentage hout dat uit eigen regio afkomstig is, verder op te schalen zonder dat de natuur daaronder lijdt. Een derde pijler die van belang is voor biobased bouwen, focust op een hoogwaardige toepassing van hout. Vooral loofhout biedt volgens de Bossenstrategie perspectief voor de beschikbaarheid van hout voor hoogwaardige toepassingen. Dan moet er echter wel geïnvesteerd worden in de productiefaciliteiten voor bijvoorbeeld kruislaaghout of *Oriented Strand Board* (OSB).

De acties die in de Bossenstrategie geformuleerd zijn, bieden een belangrijk startpunt om biobased bouwen verder te brengen, vooral wanneer het gaat om het aanbod van hout. Het is wel van belang dat deze acties breed worden opgepakt en ondersteund.

### Geschikte gronden voor bosbouw

Sommige landschappen en gronden zijn beter geschikt voor bosaanplant dan andere. Zo lenen de veengronden in West-Nederland zich niet goed voor grootschalige bosbouw. Vanwege bodemdaling, maar ook omdat grootschalige

bossen in dat gebied bijdragen aan veenoxidatie en in dat geval juist uitstoot van CO<sub>2</sub> in de hand werken. Deze gronden lenen zich dan weer wel voor zogenaamde broekbossen: bossen waarbij de bodem permanent nat is en af en toe overstroomt. Ook hakhoutbosjes met eiken, elzen, hazelaars, wilgen, iepen en essen langs kades en tiendwegen passen hier wel.<sup>15</sup> Hier kunnen 'tiny forests' en voedselbossen een plek krijgen. Maar ook ecosystemen zoals beekbegeleidende bossen, oobossen, getijdewalbossen en moerasbossen zijn geschikt voor het veenlandschap.

Zand- en kleigronden lenen zich prima voor bos; daar is geen sprake van bodemdaling en veenoxidatie. Deze gronden, en dan met name de kleigronden, worden alleen niet als marginale bodems beschouwd en hebben een hoge waarde als vruchtbare landbouwgrond. Het ligt daardoor niet voor de hand om ze voor bosbouw in te zetten. Dit geldt overigens ook voor de gronden in Noord-Nederland en de IJsselmeerpolders.

Bossen kunnen ook bijdragen aan waterbuffering en daarmee verdroging van natuurgebieden tegengaan, zoals op hogere zandgronden. Bosontwikkeling kan ook samengaan met een transitie naar duurzame landbouw met een extensief karakter. Eventueel ook in bufferzones rond Natura 2000-gebieden, in het kader van de stikstofproblematiek. Dit kunnen mozaïeklandschappen worden met veel landschapselementen en bossen, waarin landschapsinclusieve landbouw en *agroforestry* een plek kunnen krijgen. Met verschillende teelten zoals broekbossen, hooilanden, rietlanden kan een (bio)divers productielandschap ontstaan.<sup>16</sup> ■

Afb. 7.7 Verschillende soorten bos  
Bron: Puur Natuur Herfst 2018, Natuurmonumenten

## De bossenstrategie richt zich op een uitbreiding van 37.000 hectare bos in Nederland.

Afb. 7.5 Veengronden als duurzame productieve spons met paludicultuur  
Bron: Biobased (ver-)bouwen in Zuid-Holland. Boom Landscape

1. De Europese Unie en de bossen, <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/nl/sheet/105/de-europese-unie-en-de-bossen>
2. Bossenstrategie: hoogwaardig houtgebruik CONCEPT, 14 juli 2020, Probos
3. Puur Natuur, magazine, Herfst 2019, Natuurmonumenten
4. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Holland>
5. Probos, Stand van zaken bos in Nederland, 2019
6. Probos, Stand van zaken bos in Nederland, 2019
7. Correspondentie met Stichting Hout Research, 16-07-2020
8. SMC – Woodworking Technology, "Building with Wood": great interest shown by a fast-growing industry
9. Bedrijfsuitkomsten in de Nederlandse particuliere bosbouw over 2015, Wageningen Universiteit; <https://edepot.wur.nl/425089>
10. Bossenstrategie: hoogwaardig houtgebruik. Wageningen, Stichting Probos
11. Gert-Jan Nabuurs: <https://www.ad.nl/binnenland/drie-miljard-extra-bomen-waarom-natuurbeschermers-daar-niet-altijd-blij-mee-zijn-a5c9e8d2/>
12. Science, The global tree restoration potential, 2019
13. The Royal Society, Greenhouse gas removal, 2018
14. The Royal Society, Greenhouse gas removal, 2018
15. Biobased (ver-)bouwen in Zuid-Holland, Boom Landscape
16. Biobased (ver-)bouwen in Zuid-Holland, Boom Landscape

Afb. 7.4 Insectensoorten per boomsoort  
Bron: Puur Natuur Herfst 2018, Natuurmonumenten



# Kansen voor de landbouw



Het telen van gewassen (bijvoorbeeld hennep en vlas) voor biobased materialen klinkt als een interessante kans voor de agrarische sector. Maar is het economisch haalbaar om in een land met hoge grondprijzen materialen te gaan verbouwen? En hoe verhoudt dit zich tot de opbrengst van voedselgewassen?

In dit hoofdstuk verkennen we potentiële biomassastromen van agrarische terreinen die bij kunnen dragen aan de omslag naar een biobased economie. En er worden biomassateelten geïnventariseerd die bij kunnen dragen aan meer kwaliteit van het landschap.

## Landbouw in transitie

Veel agrarische terreinen verkeren onder invloed van de huidige productiemethoden in crisis. Ze verdrogen, versralen, verzilten, verzuren en verruigen. Ze stoten CO<sub>2</sub> uit, in plaats van het vast te leggen. Onder andere veengronden oxideren doordat ze ontwaterd worden. Er wordt stikstof uitgestoten bij gangbare landbouw. En met het diep omploegen van landbouwgrond komt CO<sub>2</sub> vrij uit de bodem. Ook wordt in veel gebieden regenwater zo snel mogelijk naar zee gepompt in plaats van het vast te houden. Het volhouden van agrarische activiteit op bijvoorbeeld hoge zandgrond terwijl de droogte de laatste jaren toeneemt, vergt steeds meer van onze water- en bodemsystemen. Voor deze kwetsbare gebieden is transformatie naar een productielandschap voor biobased materialen een uitstekend alternatief.<sup>1</sup>

Vanuit verschillende hoeken komt het geluid dat een nieuwe koers noodzakelijk is. Zo is recentelijk de EU-strategie *Farm to Fork – Voor een eerlijk, gezond en milieuvriendelijk voedselsysteem* verschenen. Deze strategie pleit voor een duurzaam en klimaatneutraal voedselsysteem in 2050. Hierin komen onder andere nieuwe groene businessmodellen voor de landbouw naar voren. Zowel *Waardevol en verbonden* als de Europese Green Deal zetten in op veranderingen en de vraagstukken rond biodiversiteit, stikstof en droogte (en ook corona) maken de noodzaak van verandering alleen maar sterker. Dat deze veranderingen (nog) niet plaatsvinden,

wordt mede veroorzaakt door een sterke landbouwlobby die dit tegenhoudt, maar ook door 'korte termijn urgenties' die lange termijn verduurzamingen in de weg zitten.

## Biobased gewassen als alternatief

Samen met experts zijn vier strategische relaties beschreven als kansen voor biobased teelten:

1. Landbouwgrond komt vrij – er ontstaat ruimte voor biobased productie.
  - > Omdat een boer stopt en geen opvolger heeft. In veel gevallen wordt de vrijkomende grond gekocht of gepacht door de een naburige boer die wil groeien. In het geval van grond in kwetsbare, kleinschalige gebieden is het noodzakelijk om voorwaarden te stellen voor gebruik van vrijkomende gronden en na te denken over een gebruik met sterk gereduceerde stikstofemissies, waaronder biobased teelten.
2. Boeren zoeken andere verdienmodellen en stappen over op biobased productie.
  - > Wanneer hun traditionele producten of productiewijze niet meer vol te houden is, kunnen boeren kiezen voor biobased producten. Bijvoorbeeld in veengebieden, waar het probleem van bodemdaling speelt. Sommige boeren kiezen voor een nicheproduct, anderen voor een multifunctionele aanpak met meerdere producten en diensten. Vaak genoemd is de teelt van lisdodde (natte teelt) en hennep (voor gronden met een lager grondwaterpeil). Biobased producten staan alleen nog ver af van een verdienmodel, zoals blijkt uit een landbouw-pilot van het College van Rijksad-

Voor kwetsbare gebieden is transformatie naar een productielandschap voor biobased materialen een uitstekend alternatief.

Afb. 8.1 (links)  
Vezelhennep teelt  
Bron: [geograph.org.uk](http://geograph.org.uk)

- viseurs in de Krimpernerwaard.<sup>2</sup>
3. Boeren gaan hun reststromen verwaarden.
    - > Bijvoorbeeld het verwaarden van stro van graanteelt. Of het gebruik van tussengewassen zoals vlas en hennep met gunstige bodemverbeterende kwaliteiten. Die ook vezels opleveren voor bouwmaterialen en linnen.
  4. Boeren gaan op een andere manier voedsel produceren, met een groter aandeel bomen en struiken.
    - > Waarbij bomen, struiken, heggen en hagen een rol gaan spelen. *Agroforestry* is een landbouwworm die hierop is gebaseerd. Uit houtige opstanden is in beperkte mate houtoogst mogelijk. Een variant zijn voedselbossen, waarbij grotere houtoogsten te verwachten zijn, die echter vooral geschikt zijn als biomassa. Er zijn niet veel voedselbomen die kwaliteitshout leveren, afgezien van bijvoorbeeld walnootbomen.

### Landgebruik aanpassen op bodemproblematieken

Op hoge zandgronden kost het vasthouden en aanvoeren van water voor gewassen die onder de grond groeien – zoals aardappelen en suikerbieten – steeds meer moeite door de droogte van de

laatste jaren. Andere gewassen (zoals graan, vlas en vezelhennep) lijden minder onder die droogte. Momenteel wordt er veelal nog gekozen voor technische oplossingen, zoals drainage- of irrigatiesystemen om de huidige teelten vol te houden, terwijl een andere gewaskeuze wellicht een betere optie is.

Met een hogere grondwaterstand oxideert minder veen, waardoor er minder CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten en de bodem minder snel daalt. Maar dat heeft gevolgen voor het huidig grondgebruik. Natte grond heeft niet genoeg draagkracht voor zware landbouwmachines en zwaardere koeien. Ook kunnen bepaalde gewassen en grassen zoals het hoogproductieve Engelse raaigras niet tegen natte voeten.

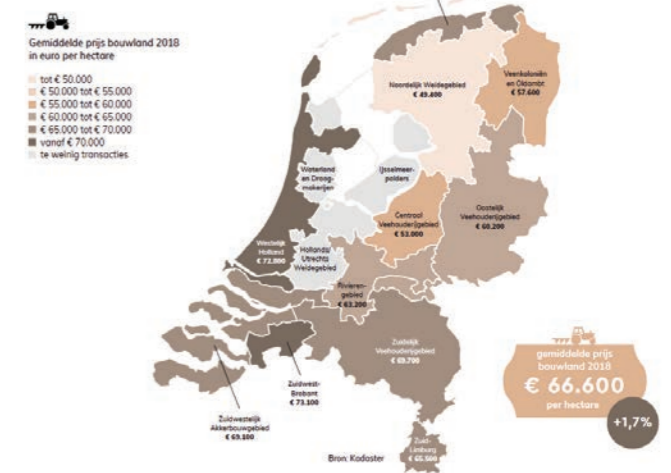
Er is veel onderzoek gedaan naar alternatieve teelten en extensievere vormen van landbouw, bijvoorbeeld het onderzoek door Buro Sant en Co in samenwerking met Fabrications naar alternatieve teelten in het Groene Hart<sup>3</sup>. En het onderzoek van BOOM Landscape naar natte biobased teelten in Zuid-Holland, zoals lisdoddeteelt, dat in natte vorm gebruikt kan worden als veevoer en droog als isolatie- en bouw materiaal. Er wordt in het onderzoek een gevarieerd landschap van natte teelten, andere koeienrassen, moerasnatuur en kleine bosjes geschetst.

Een belangrijke kanttekening is dat deze aanpak niet goed samengaat met de weidevogeldeel-

Lichte prijsdaling bij grasland



Prijzen bouwland licht gestegen



Afb. 8.2 Prijzen bouwland 2018 Bron: Kadaster

Afb. 8.3 Prijzen grasland 2018 Bron: Kadaster

stellingen. In de pilotpublicatie *Landschapsinclusieve landbouw Krimpernerwaard* van het College van Rijksadviseurs concludeert het Louis Bolk Instituut bovendien dat de geooogste lisdodde en het materiaal dat hiervan is gemaakt niet kan worden beschouwd als een alternatief. Ook beleidsmakers kijken nog heel sterk naar dergelijke natte teelten, terwijl de kennis hierover inmiddels verder is. Het is nog niet afgeschreven, maar het is zeker niet het ei van Columbus.

### Gewassen: vierkantsverwaarding en rotatieteelt

Biobased bouwmaterialen kunnen van plantaardige vezels worden gemaakt, zoals hennep, vlas, hout, wieren, gras en stro. De businesscase van vezelgewassen hoeft niet te concurreren met de businesscase van voedselgewassen. Sterker nog: ze kunnen samengaan. Het kunnen verwaarden van alle onderdelen van een gewas dat primair wordt geteeld voor voedsel, speelt daarbij een cruciale rol. Als we het principe van vierkantsverwaarding (zoals de vleessector dat hanteert om elk onderdeel tot waarde te brengen) toepassen op voedselgewassen, kunnen onderdelen die niet worden geconsumeerd, worden verwaard tot biobased bouwmaterialen. Met de kanttekening dat dit organisch materiaal ook weer nodig kan zijn om het gehalte organisch materiaal in de bodem op peil te houden. En naar verwachting gaat dat steeds belangrijker worden.

Een mooi voorbeeld van vierkantverwaarding is te zien in de zetmeelindustrie, met bedrijven als Avebe en Cargill die aardappelen en graan ontleden tot ingrediënten die deels naar de voedingsindustrie gaan, en deels naar andere industrie. Zetmeel van Avebe gaat bijvoorbeeld ook als grondstof naar

de papierindustrie. Een ander voorbeeld is Cosun (voorheen Suiker Unie) dat steeds meer onderdelen van de suikerbiet weet te verwaarden voor ander gebruik dan suiker.

Op kleine schaal wordt stro als restproduct benut als grondstof voor bouwmaterialen. Er zijn daarvoor wel aanpassingen nodig aan de manier van bestrijden, oogsten en opslag. Zo moeten strobalen bestemd voor de bouw droog opgeslagen worden.

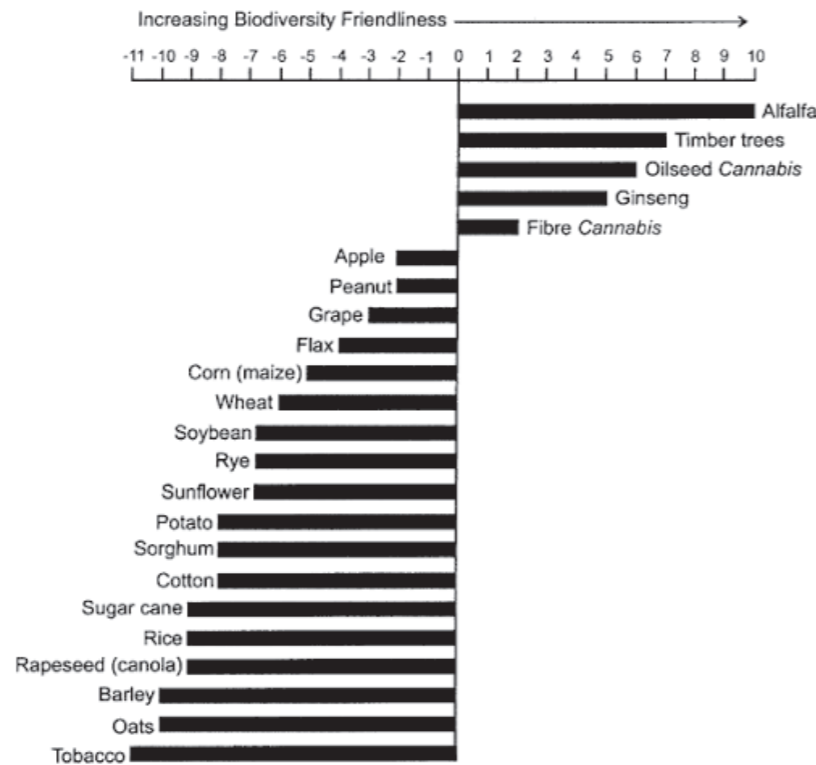
Met meer afzetkanalen voor alle delen van een gewas komen nieuwe soorten in beeld, die een goede balans hebben tussen voedselproductie en bouwgrondstoffen. Door differentiatie in afzetkanalen is het bedrijfsmodel van agrariërs ook toekomstbestendig.

Bij deze nieuwe mogelijkheden kan bestaande wet- en regelgeving wel in de weg zitten. Denk aan de mogelijkheden van vezelhennep. De Opiuwet verbiedt het oogsten van bloemen en bladeren, waarmee naast vezels ook winstgevend Cannabidiol-olieproducten gemaakt kunnen worden. Versoepeling van deze wetgeving zou van vezelhennep in een winstgevend gewas maken. Het gebruik van de vezels als ‘bijproduct’ om bijvoorbeeld isolatiematerialen te maken, wordt dan alsnog aantrekkelijk.

Naast deze ‘vierkantsverwaarding’ kunnen sommige vezelgewassen ook worden ingezet als rotatieteelt. Dat betekent dat er tussen teelten van twee voedselgewassen in een ander gewas wordt geteeld, ter opwaardering van de landbouwgrond. Op deze manier vergroot het vezelgewas de opbrengst van het daaropvolgende voedselgewas.

Biologische teelt heeft bij dit alles de voorkeur, zodat er geen pesticiden achterblijven op de grondstoffen die vervolgens als bouw materiaal dienst gaan doen.

Afb. 8.4 Biodiversiteit gewassen Bron: www.internationalhempassociation.org





Afb. 8.4  
Biologisch verbouwd stro voor de bouw  
Bron: ecobouwsalland.nl

## Maatschappelijke waarde vs. economische waarde

Zodra de landbouwsector vezels gaat produceren, ontstaan er ook steeds meer nieuwe afzetkanalen. Want natuurlijke vezels hoeven natuurlijk niet alleen dienst te doen als isolatiemateriaal. Er zijn ook bestemmingen die meer geld opleveren. Denk aan de verkoop van vezels aan de auto-industrie, voor gebruik in interieurs. Hierbij ontstaat wel een spanningsveld tussen economische waarde en maatschappelijke waarde. Want de verkoop van vezels aan een luxe automeerk leverde de teler meer op, maar het gebruik van diezelfde vezels als isolatiemateriaal levert de maatschappij meer op, omdat het in dat tweede geval zorgdraagt voor CO<sub>2</sub>-reductie. Hier zijn financiële prikkels en andere mechanismen nodig om telers de maatschappelijk beste optie te laten kiezen.

## Organische reststromen voor de bouw

Reststromen uit de landbouw zijn een interessante bron voor biobased bouwmaterialen. We noemen een paar voorbeelden:

Stro had altijd het imago van restproduct, maar het is de laatste decennia bezig aan een serieuze opmars als bouw materiaal in Europa. Met strobalen kun je een bio-ecologisch passiefhuis (een huis dat voldoet aan de eisen voor een passiefhuis-certificaat, waaronder de eis dat het huis niet meer dan 15 kWh/m<sup>2</sup> per jaar verbruikt voor ruimteverwarming) bouwen, en bovendien zijn strobalen voorlopig een goedkoop bouw materiaal. Mensen gebruiken al duizenden jaren stro als bouw materiaal, onder andere als dakbedekking of bijvoeging in leemstro-mengsels. In Nederland

verbouwen we jaarlijks ongeveer 175.000 hectare graan, wat goed is voor 700.000 ton stro. Hiermee kunnen we per jaar ongeveer 75.000 woningen isoleren.<sup>4</sup> Er wordt nu vooral tarwestro gebruikt bij strobalebouw in Nederland, omdat dit goed voldoet en volop beschikbaar is. Een hectare stro kan 6 ton CO<sub>2</sub> aan de atmosfeer onttrekken.

Hennep hout is een bijproduct van de vezelhennepteelt. Vezelhennepe is een eenjarige plant. Het hennep hout is de houtige kern die overblijft als het is gescheiden van de bastvezels. Dit hennep hout is bruikbaar voor kalkhennepblokken en prefab elementen. Voor een eengezinswoning van kalkhennep is ongeveer 2 hectare vezelhennepe nodig.<sup>3</sup> De 75.000 woningen die we per jaar moeten realiseren, kunnen we bouwen met 150.000 hectare vezelhennepteelt (6,5 procent van het agrarisch terrein). De hoge isolatiewaarde van de panelen zorgt ervoor dat verdere isolatie niet nodig is.<sup>6</sup> Een hectare landbouwgrond geeft 9 ton hennepstro per jaar. Dat is vier keer meer biomassa dan een hectare bos per jaar oplevert.<sup>7</sup> Met de bastvezels van 150.000 hectare vezelhennepteelt kunnen we per jaar ook nog eens 750.000 woningen isoleren.<sup>8</sup> Dan is er maar 10 jaar nodig om de gehele bestaande woningvoorraad van 7 miljoen woningen te isoleren. Per hectare vezelhennepe wordt bovendien 13,5 ton CO<sub>2</sub> aan de atmosfeer onttrokken.<sup>9</sup>

Vlas is volgens het bedrijf IsoVlas voldoende beschikbaar om steen- of glaswol te vervangen. IsoVlas koopt vezels op die overblijven bij de productie van linnen. De opbrengst van vlas is qua benodigd areaal vergelijkbaar met die van vezelhennepe. Ook plantaardig restafval uit de tuinbouw is geschikt om te verwerken tot bouw materiaal. Zo zijn bijvoorbeeld vezels van de aubergine en tomatenplant goed te gebruiken als plaatmateriaal.

## Nieuwe manieren van landbouw

De laatste decennia hoor je steeds vaker termen als regeneratieve landbouw, permacultuur, agroforestry, voedselbos, biologische landbouw en biodynamische landbouw. Maar wat zijn de verschillen en hoe verhouden deze zich tot het inzetten van plantaardige vezels voor bouwmaterialen? Al deze ontwikkelingen hebben met elkaar gemeen dat ze naar oplossingen zoeken voor monoculturen, het verliezen van biodiversiteit en het uitputten van de bodem. De meeste vezelgewassen zijn eenjarige planten en vallen daarmee meer in de categorie akkerbouw dan in plannen voor begroeiing die een meerjarige symbiose aangaat met zijn omgeving. Vezelgewassen kunnen echter bijdragen aan biodiversiteit, doordat ze weinig pesticiden en meststoffen nodig hebben en goed zijn voor *pollinators* (zoals bijen).

## Beloning van ecosysteemdiensten landbouw

Er klinkt vanuit beleidsmakers, politici en wetenschappers steeds vaker een geluid dat pleit voor het invoeren van een beloningsmechanisme voor boeren die ecosysteemdiensten leveren naast hun voedselproductie. Het gaat dan om maatschappelijke baten, zoals maatregelen ter bevordering van biodiversiteit, productiewijzen die eraan bijdragen dat water vastgehouden wordt en de bodem van goede kwaliteit blijft, werkwijzen die het landschap beschermen en verrijken en teelten die CO<sub>2</sub> vastleggen. Zo kan een boer met een gemengd agrarisch bedrijf, met boomweides met koeien en varkens, ook inkomen genereren als bosbouwer en houtleverancier en beloond worden voor levering van ecosysteemdiensten in de vorm van schone lucht, schone bodem, betere waterhuishouding en meer biodiversiteit.

Het nieuwe Europese Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) biedt vanaf 2022 mogelijkheden voor ecosysteemdiensten. Dit verankert de mogelijkheid om boeren te belonen voor de levering van ecosysteemdiensten. Boeren verdienen dan niet langer alleen aan de productie van voedsel, maar ook aan publieke dienstverlening, zoals klimaatmitigatie (koolstofvastlegging) en biodiversiteitsherstel.<sup>10</sup>

## Houtteelt versus voedselproductie

Realistisch gesproken zal het aandeel hout vanuit de landbouw – zelfs als het een veelvoud wordt van wat het nu is – nog jaren behoorlijk klein blijven. Mocht er echt een substantiële toename ontstaan, dan zijn twee kanttekeningen van belang.

Een eerste kanttekening is de verhouding tussen houtteelt en voedselproductie. Gaat het areaal bos ten koste van landbouwgrond? In een tijd waarin we van de landbouw vragen om natuur- en landschapsinclusiever te worden, betekent dit dat er per bedrijf vaak méér grond nodig is om te kunnen extensiveren, en niet minder. Twee waardevolle ontwikkelingen (de productie van biobased materiaal en de extensivering van de landbouwproductie) concurreren dan om de grond.

Het is echter waarschijnlijk dat de toename van houtige gewassen juist noodzakelijk wordt bij de productie van voedsel. Als het palet van toegestane middelen voor plantgezondheid of ziektebestrijding afneemt, is het van belang dat natuurlijke systemen die rol overnemen. Bomen en struiken spelen dan een belangrijke rol. In eerste instantie zal het opschroeven van de houtproductie dan leiden tot areaalverlies en daardoor een lagere voedselproductie, maar op de lange termijn kan het juist een productieverhogend effect hebben.

Nog los van de vraag of het erg is als de voedselproductie in Nederland wat omlaag gaat. Een tweede kanttekening betreft het karakter van de Nederlandse landbouwcultuur. Die is tot nu toe vooral gericht op monoculturen en grootschaligheid. Agroforestry is het tegenovergestelde: het berust op polyculturen, met één-, twee- en meerjarigen, en dus letterlijk en figuurlijk op een gelaagd systeem, waarin de boer van vele markten thuis moet zijn. Traditionele agrariërs richten zich daar nu nog niet op; de interesse in agroforestry is vooral te vinden bij nieuwkomers en zij-intreders, die minder vastzitten aan het naoorlogse Nederlandse landbouwbeeld. Voor een echte opmars van boom- en houtproductie in de landbouw is natuurlijk ook de traditionele boer nodig. Dat vraagt een forse cultuurverandering. Daarbij moet worden opgemerkt dat juist die gangbare boer ook bijzonder pragmatisch is: als het businessmodel overtuigend is, dan zal hij de optie al snel in overweging nemen. ■

Het nieuwe Europese Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) biedt vanaf 2022 mogelijkheden voor ecosysteemdiensten.

1. Biobased (ver-)bouwen in Zuid-Holland, BOOM Landscape
2. Landschapsinclusieve landbouw Krimpenerwaard, C&RA
3. Groene Hart, Buro Sant en Co ism Fabrications
4. Correspondentie op 07-10-2020 met Wouter Klijn en Herro Roest van Strobouw Nederland
5. <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2018/10/Teelt-van-vezelhennepe-eenvoudig-en-kansrijk-352144E/>
6. <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2018/10/Teelt-van-vezelhennepe-eenvoudig-en-kansrijk-352144E/>
7. <http://www.groenebouwsystemen.nl/wp-content/uploads/2019/05/Hempflax-plus-isolatie-productblad.pdf>
8. <https://www.dehavenloods.nl/nieuws/algemeen/818866/rotterdamsveld-vol-vezelhennepe-bij-weelde-staat-prachtig-in-bloei>
9. <https://www.bouwwereld.nl/duurzaamheid/eerste-hennephuis-ter-wereld-opent-deuren/>
10. Publieke belangen en de herziening van het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) in Nederland, PBL 2019

# Waarom doen we dit niet op grote schaal?



## Na het lezen van voorgaande hoofdstukken zou je kunnen concluderen dat biobased bouwen vooral voordelen oplevert. Waarom doen we het dan nog niet op grote schaal? Wat houdt ons tegen?

Er zijn allerlei drempels waardoor biobased bouwen nog niet voldoende kan concurreren met conventioneel bouwen. Voor een deel zijn dat de kosten, hoewel ook dat vaak te verklaren is vanuit onwennigheid en het incalculeren van risico's door aannemers en ontwikkelaars. Daarnaast blijkt dat de voordelen van biobased bouwen nog onvoldoende worden meegewogen bij de beoordeling van projecten op duurzaamheidsprestatie, bijvoorbeeld bij aanbestedingen.

### Onbekend maakt onbemind

Over het algemeen bouwen Nederlandse architecten, aannemers en projectontwikkelaars nog maar weinig met hout en andere biobased materialen, zeker in vergelijking met onze buurlanden. Nederlanders zijn gewend aan steenachtige bouwmaterialen waarvan we de grondstoffen voor een groot deel uit onze rivieren winnen.

Er is duidelijk sprake van een culturele drempel waar we overheen moeten. Dat Nederland van oorsprong wel degelijk een houtbouwland is, kan daarbij helpen. Nederland heeft zelfs een rijke houtbouwtraditie, die vooral in de molen- en scheepsbouw tot uitdrukking komt. Nederland is van oorsprong een houtland.

De drempel naar biobased bouwen geldt voor iedereen: van bouwende en ontwikkelende partijen tot de uiteindelijke gebruikers. Biobased bouwen staat vaak nog buiten de comfortzone van woningcorporaties en private bouwers. De bouwindustrie is ingericht volgens een bepaalde manier van bouwen, die in de loop der tijd steeds verder is geoptimaliseerd. Nu blijkt het lastig daar vanaf te stappen, zelfs nu grote bouwbedrijven verlies maken door grote tegenvallers van hoogconjunctuur door lage beschikbaarheid van arbeidskracht.<sup>1</sup>

### Circulair beton

In 2018 is het Betonakkoord door verschillende private en publieke partijen ondertekend. In dat akkoord staat dat de sector zich ketenbreed inzet voor de verduurzaming van beton. De ambitie is om in 2030 30% CO<sub>2</sub>-reductie te realiseren ten opzichte van 1990. Die winst moet onder andere komen uit het hergebruik van vrijkomend beton en de toepassing van betonsoorten met een andere grondstoffenmix. Voor sommige cementen wordt portlandcement gemengd met de as uit

kolencentrales of met staalslakken van hoogovens (geopolymeerbeton + vlieggas).

New Horizon brengt samen met de Rutte Groep circulair beton op de markt. Het nieuwe circulaire stortbeton wordt geproduceerd uit oorspronkelijke, zuivere primaire bestanddelen (zand, grind en cement) die herwonnen zijn uit bestaand beton.<sup>2</sup>

Het is natuurlijk een goede ontwikkeling dat beton duurzamer wordt. Zeker omdat de constructieve eigenschappen van beton waardevol zullen blijven bij toepassingen die een hoge mate van stijfheid vereisen. Denk aan de constructieve kernen van hoogbouw.

De hoeveelheid gebruikt beton die beschikbaar komt om grondstoffen uit te winnen is echter zeer beperkt, zeker vergeleken met de vraag naar beton. Dat betekent dat er een grote behoefte aan nieuwe grondstoffen blijft bestaan. Dat geldt ook voor de toepassing van restproducten uit de staalindustrie als grondstof.

Vooralsnog is de ontwikkeling van duurzaam beton een incrementeel proces: het zijn vooral optimalisaties van bestaande technologieën, maar er is nog geen vooruitzicht op beton dat fundamenteel duurzaam is.

### Curriculum biobased bouwen

Er is onvoldoende ervaring en kennis aanwezig om goed te kunnen bouwen met biobased materialen. We zijn voor bouwmethodieken en -technieken voor een groot deel afhankelijk van praktijkervaringen uit buurlanden. Voor kennisontwikkeling is ook in eigen land een industrie nodig, en een wisselwerking tussen industrie en kennisinstellingen. Een goed voorbeeld van een combinatie van een biobased industrie en een kennisinstelling is te vinden in Stuttgart. Andere voorbeelden zijn Aalto Universiteit, ETH, Denemarken.

In Nederland zou Brainport in combinatie met de TU Eindhoven en de TU Delft een goede kandidaat kunnen zijn. In Eindhoven is echter 2 jaar geleden besloten de leerstoel Houtconstructies op te heffen. De TU Delft beschikt wel over een Afdeling Biobased Structures and Materials, die al jarenlang onderzoek doet naar kruislaaghout en andere houtbouwsystemen.

In een samenwerkingsverband van de HZ en Avans is er momenteel een lectoraat Biobased Bouwen van het Centre of Expertise Biobased Economy.

Afb. 9.1 (links)  
Fabricage CLT-elementen  
Bron: Timmerfabrikant.nl

## Imagoprobleem

Houtskeletbouw en het gebruik van andere natuurlijke materialen hebben in het algemeen een imagoprobleem en worden vaak als te licht en weersgevoelig beoordeeld voor het Nederlandse klimaat. Dit komt met name door verkeerde ontwerpen en toepassingen van hout of houten gevelonderdelen. Zo moest in de jaren 80 houtskeletbouw voorzien zijn van houten gevels. Alleen koos men voor de gevels en met name de kozijnen een verkeerd ontwerp, waardoor het hout veel minder lang meeding en er veel meer onderhoud nodig was dan ingeschat. Zo heeft houtskeletbouw in het algemeen een slechte naam gekregen. Ook de afstemming van de houtsoort en houtkwaliteit op de toepassing voor bijvoorbeeld kozijnen heeft hout als bouw materiaal een achterstand gegeven ten opzichte van bijvoorbeeld kunststof kozijnen. Terwijl eco-wijken die in de jaren 90 gebouwd werden met hout het juist goed deden qua beleving. Ondanks goede voorbeelden resoneren negatieve berichten langer bij de doelgroepen.

Behalve de vermeende weersgevoeligheid, duikt in discussies over bouwen met hout en andere plantaardige materialen ook vaak het argument op dat het brandgevaarlijker zou zijn. Met de beelden van de brandende Notre-Dame in Parijs nog vers in het hoofd, is dat niet verwonderlijk. Maar houtskeletbouw en kruislaaghout zijn niet vergelijkbaar met dit oude gebruik van planken en latten. Bij houtskeletbouw en kruislaaghout gedraagt het hout zich bij brand net als een massief blok hout; het zal niet eenvoudig ontbranden. Als het toch vlam vat, zal het oppervlak van het materiaal op voorspelbare wijze ontbranden, en daarbij een dikke isolerende koollaag vormen van circa 2 cm. Die koollaag voorkomt dat het vuur zich verder uitbreidt naar de binnenste de-

len van het hout en vertraagt ook de opwarming daarvan. Bij brand behoudt de koel gebleven kern van het hout zijn constructieve eigenschappen, waardoor het gebouw dat er mee is gebouwd niet instort. Volgens sommigen experts maakt juist deze voorspelbaarheid en de mogelijkheid om hierop te anticiperen het bouwen met kruislaaghout en houtskeletbouw zelfs veiliger dan traditioneel bouwen. Maar ook andere toepassingen van plantaardige materialen blijken verrassend goed bestand tegen vuur. Door een hoge persing van stro verdwijnt de lucht en kan zo'n strobaal haast niet ontbranden. Zelfs een brandeis van 120 minuten brandwerendheid is haalbaar.

## True price

Een veelgehoord argument tegen biobased bouwen is dat er hogere kosten aan vast zitten: zo'n 10 tot 20% hoger zelfs. Die hogere kosten hebben deels te maken met onbekendheid van aannemers met het materiaal en het verdisconteren van risico's in de prijs. Voor een deel heeft het ook met schaal te maken en het feit dat bouwen met traditionele materialen is gestandaardiseerd en dat de kosten daarbij zijn geoptimaliseerd. Dat is bij biobased bouwen nog onvoldoende het geval. Zodra er meer gebouwd gaat worden met biobased materialen, zal de prijs dalen door dezelfde principes van standaardisering en prijs optimalisatie. Het is nog de vraag bij welk volume biobased bouwen goedkoper wordt dan regulier bouwen. Los van een verwachte kostendaling bij een groei van biobased bouwen, is het tegelijkertijd aannemelijk dat de kosten van traditioneel bouwen (met steen en beton) juist zullen stijgen. Door het schaarser worden van grondstoffen, maar ook door het meerekenen van maatschappelijke kosten (denk aan een CO<sub>2</sub>-taks).

Zo wordt de opslag van CO<sub>2</sub> in hout nog niet meegerekend bij de Milieukostenindicator. Een van de oorzaken is dat we de negatieve effecten van huidige bouwmaterialen nog niet of nauwelijks belasten en dat we de positieve effecten van biobased materialen nog onvoldoende monetariseren.

## Gebrekkige biobased keten

De huidige bouwsector kent een aanbestedings-systematiek met een eenzijdig accent op het afdekken van risico's en minder op het organiseren van de gehele bouw- en productieketen. Er gaat nu weinig aandacht naar het vormen van een keten van producenten, toeleveranciers, aannemers, onderaannemers, installateurs, adviseurs, architecten, en diverse opdrachtgevers van overheden tot collectieve en particuliere opdrachtgevers. Het gezamenlijk zoeken naar creatieve oplossingen en uitdagingen rondom biobased bouwen blijft zo achterwege. Dit lijkt innovatie en creativiteit in de weg te staan. In Nederland wordt veelal gebouwd per project met onderaannemers. Houtbouw is hierbij vaak op projectbasis ondergebracht bij een onderaannemer.

Voor een aantal lokale biobased ketens ontbreken in Nederland nog cruciale onderdelen van de keten. Zo heeft Nederland bijvoorbeeld geen grote houtzagerijen meer. Om op te kunnen schalen, zal er productiecapaciteit gerealiseerd moeten worden. Kruislaaghout is een jonge industrie (vanaf 1995) en is ontstaan vanuit de behoefte van de houtverwerkende industrie in centraal Europa om waarde toe te voegen aan hout. De meeste kruislaaghoutfabrieken bevinden zich in de buurt van grootschalige bossen in Oostenrijk, Duitsland en Scandinavië. De dichtstbijzijnde fabriek staat in Nederkruchten in Duitsland.

Omdat er in Nederland (nog) geen kruislaaghoutfabrieken staan, is er altijd sprake van grote transportafstanden. Dat geldt zeker nu prefab modulebouw sterk in opkomst is, bijvoorbeeld in een land als Estland, en het gevaar dreigt dat er zo met name lucht wordt verplaatst. Zulk transport doet de milieuvoordelen van bouwen met biobased materialen deels weer teniet. Transport per schip of trein biedt mogelijkheden.

## Wet- en regelgeving

De overheid en verschillende spelers in de bouw-wereld moeten hun wetten, regels, voorschriften en certificaten nog beter inrichten zodat biobased bouwen langs een gelijke maatlat echt op grotere schaal kan worden toegepast in de bouwsector. In de gangbare testen en methodieken voor verschillende typen certificaten ontbreken

normen die juist de positieve kanten van biobased materialen aantonen, zoals betere CO<sub>2</sub>-opslag, warmtebuffering, latente warmtecapaciteit, ventilatie- en gezondheidseigenschappen. Een voorbeeld is de wijze waarop brandtesten van materialen worden uitgevoerd. Daarbij wordt gemonitord hoeveel rookontwikkeling ontstaat bij bouwmaterialen en niet de hoeveelheid schadelijke stoffen die vrijkomen. Zo scoren bouwmaterialen gebaseerd op fossiele grondstoffen beter qua rookontwikkeling dan biobased materialen, maar vaak komen er wel veel giftigere stoffen vrij. Onbekendheid met biobased bouwmaterialen bij vergunning- en certificaatverleners zorgt vaak voor de eis om extra bewijslast aan te leveren om de kwaliteiten van materialen aan te kunnen tonen. Dit resulteert in een extra inspanning en kosten. Alleen wordt de investering in het aantonen van duurzaamheid en het milieuvoordeel niet terugverdiend, omdat er voor sommige aspecten geen grenswaarden zijn opgenomen in methodieken en regelgeving en er in die gevallen dus geen verplichting geldt.

## Productcertificering en garanties

Er zit volop ontwikkeling in de markt van biobased materialen en samengestelde producten. Bij markttoetreding moeten deze biobased materialen net als andere materialen gecertificeerd zijn op prestatiekenmerken. Dit geldt voor constructieve veiligheid, brand, gezondheid en ook milieu. Voor de bepaling van de milieuprestatie moet een levenscyclusanalyse van het materiaal worden uitgevoerd: een berekening van de milieueffecten van alle processen en grondstoffen die nodig zijn om een product toe te passen, gedurende de hele levensduur van het product. Een onafhankelijke levenscyclus-expert controleert die analyse daarna nog eens, waarna er pas certificering plaatsvindt. Er kan echter niet altijd volledig worden voldaan aan de certificatie-eisen om de alle prestatiekenmerken vast te stellen en vervolgens kunnen er ook geen garanties worden afgegeven. Dat is een struikelblok voor toepassing in de bouw, zowel vanuit de vergunningen alsook vanuit het risicoprofiel bij de aannemers en ontwikkelaars.

Zo komen kruislaaghoutproducten minder goed uit de verf bij de brandveiligheid en de milieuprestatie door de gebruikte lijmsorten. Op dit punt moeten de producten worden verbeterd.

Bij houtskeletbouw wordt al jarenlang het KOMO-certificeringssysteem gebruikt. Hierbij zijn de materialen, de productie van de elementen en tegenwoordig ook de plaatsing op de bouwplaats (met bouwplaatstoetsing) KOMO- en CE-gecertificeerd. Dit is onder andere de reden

### Afb. 9.3

211 houtskeletbouw-woningen, 'duurzaamste woning van Nederland', Velve Lindehof, Enschede  
Bron: Centrum Hout



geweest voor het Rijk om jaren geleden de stap te maken naar de ontwikkeling van de huidige Wet kwaliteitsborging voor het bouwen. Hierbij is voortgebouwd op het fundament van bestaande beoordelingsrichtlijnen en garantiestellingen. Een ander aandachtspunt is de garant- en waarborgstelling tegen faillissement bij een bouwbedrijf. Via een aantal organisaties is het mogelijk om te verzekeren tegen het faillissement van bouwers. We moeten voorkomen dat houtskeletbouw daarbij de facto wordt uitgesloten.<sup>3</sup>

## Milieuprestatie en CO2-certificaten

Er is met het oog op het beschermen van het milieu en grondstofvoorraden een verhitte discussie gaande over de voor- en nadelen van biobased bouwen versus mineraal bouwen (met bijvoorbeeld beton en steenwol). In het hart van deze discussie staat de hierboven al beschreven levenscyclusanalyse (LCA) van materialen. In de meeste Europese landen vindt die plaats aan de hand van de EN 15804:2019 – *Duurzaamheid van bouwwerken – milieuverklaringen van producten met basisregels voor productgroep bouwproducten*.

Nederland liep de afgelopen jaren voorop qua ervaring met end-of-life recycling (Module D). Het had daarom eerder dan omringende landen een end-of-life recycling (Module D) in de bepalingmethode opgenomen. Sinds 1 juli 2020 is dit geharmoniseerd met de eerdergenoemde EN 15804:2019. Deze Europese normering is dus op zijn beurt weer de grondslag voor de levenscyclusanalyses van bouwproducten en gebouwinstallaties in de Nationale Milieudatabase (NMD). De milieueffecten over de hele levensduur worden uitgerekend in 19 impactcategorieën. Deze gaan over klimaatverandering, vermisting, uitputting van grondstoffen, lucht-, bodem- en watervervuiling, etc. In de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken is tevens een weging naar een 1-puntsscore toegevoegd: de milieuprestatie voor gebouwen (MPG) en de milieukostenindicator (MKI) voor GWW-werken (Grond-, Weg- en Waterbouw). Om gebouwen met elkaar te kunnen vergelijken, wordt de 1-puntsscore teruggerekend naar de vergelijkingsseenheid m<sup>2</sup> bruto vloeroppervlak. Dus hoe lager de score, hoe beter de milieuprestatie.

De milieuprestatie van een gebouw kan met diverse door de Stichting NMD gevalideerde applicaties worden uitgerekend. Bij Rijkswaterstaat, de waterschappen, provincies en diverse gemeenten wordt de MKI gehanteerd bij aanbestedingen van GWW-werken.

Biobased materialen worden bij de levenscyclusanalyse (LCA) op een gelijke wijze beschouwd

als andere bouwproducten. De voordelen van biobased bouwen moeten op basis van die resultaten voor het voetlicht worden gebracht. Zo zorgt landgebruik als één van de 19 impactcategorieën voor een betere impactscore. Naast de bescherming van het milieu kunnen bijvoorbeeld specificaties in relatie tot gezondheid, comfort voor de verwerker en binnenluchtkwaliteit in prestatieverklaringen worden meegenomen. Daarnaast is het wenselijk om *carbon credits* te gaan toepassen. Onder andere Probos werkt aan de uitgifte van CO<sub>2</sub>-certificaten voor bomen die worden geteeld op Nederlandse bodem. Hierbij zijn twee typen certificaten nodig: één certificaat voor CO<sub>2</sub>-opslag in de bodem in biomassa die achterblijft na kap en oogst en één voor de CO<sub>2</sub>-fixatie in bijvoorbeeld bouwmaterialen.

Vanuit veel experts op het gebied van biobased bouwen komt de roep voor het meewegen van CO<sub>2</sub>-opslag in de bepalingmethode milieuprestaties bouwwerken. Nu wordt aangenomen dat hout na einde levensduur in de verbrandingsoven van energiecentrales terecht komt. Deze bepaling heeft negatieve gevolgen op de totale milieu-impact score van hout, omdat de berekening ervan uitgaat dat hout niet langer dan 100 jaar hoogwaardig kan worden gebruikt. In een update van de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken kan CO<sub>2</sub>-opslag in materialen straks in verschillende fasen worden geregistreerd en gedeclareerd.

Daarnaast is een veel gehoord geluid dat biobased materialen met de huidige Europese normering en dus ook de Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken slechter scoren dan eerder het geval was. Zo scoort een LCA van een CLT-product nu slechter dan een betonvloer. De Stichting NMD geeft aan in dit geval een hanterende partij te zijn en niet aan de knoppen van de Europese normering te zitten. Zij zijn niet de bevoegde partij voor het opstellen of herzien van een Europees vastgestelde normering. Aangezien dit in verband met onder andere het vrijhandelsverkeer Europees moet worden geregeld, is de Europese normalisatie-organisatie CEN daar dan de adressant daarvoor.

## Vraagkant onderbelicht

Traditioneel is de bouwsector gericht op de aanbodkant en krijgt de vraagkant weinig aandacht. De sector denkt nog weinig in termen van doelgroepen, behoeftes en toegevoegde waarden. Nieuwe producten, productontwikkeling, productspecificaties en bouwtechnieken domineren nog veel te vaak de denkrichting. Daar komt bij dat de term biobased bouwen zowel bij marktpartijen als doelgroepen niet duidelijk



is. Dat komt vooral omdat de laatste jaren talloze termen door elkaar zijn gebruikt. Het is daardoor voor veel mensen niet duidelijk wat de verschillen zijn tussen biobased, circulair, eco, duurzaam, *sustainable*, groen, *cradle to cradle*, biologisch, milieuvriendelijk, gezond, en noem maar op. Dat leidt tot verwarring, met als gevolg dat marktpartijen en doelgroepen hun weg naar biobased materialen niet of nauwelijks weten te vinden. Mede omdat de boodschap achter biobased bouwen niet eenduidig, simpel en transparant is.<sup>4</sup>

## Ruimtegebrek

Voor de productie van plantaardige materialen is extra ruimte nodig, die concurreert met andere ruimtevragers. Dat is een flinke uitdaging. Het moet niet zo zijn dat de productie van biobased materialen voedselproductie of natuur verdringt. In veel gevallen gaan deze verschillende functies juist goed samen. Bouwmaterialen kunnen gemaakt worden van organisch restmateriaal van voedselproductie en op basis van duurzame bosbouw. Maar er zal zeker ook behoefte ontstaan aan méér bossen en méér productievelden met vezelachtige materialen zoals vlas. Daarvoor kunnen gronden gebruikt worden waarvan de bodem minder geschikt is voor voedselproductie.

## Lijmen

Veel van de lijmen die nu bij kruislaaghout worden gebruikt zijn allesbehalve plantaardig en ook niet formaldehyde-vrij. Ondanks dat CLT maar 1% lijm bevat, doet dat het duurzame effect deels weer teniet. Dit lijkt echter een tijdelijk probleem nu fabrikanten bestookt worden met vragen hierover. Er zijn inmiddels ook milieuvriendelijke lijmen zonder formaldehyde en is ook kruislaaghout waar helemaal geen lijm meer in zit, maar houten schroeven en pluggen. Zo produceert StructureCraft een variant die *Dowel*

*Laminated Timber* (DLT) wordt genoemd, waarbij de platen bij elkaar worden gehouden met *dowels*: grote houten pluggen. Een ander lijmvrij alternatief heet *Cross Screwed Timber* (CST) van de firma Rombach Holzbau. Hierbij worden kruislings liggende platen met schroeven van beukenhout aan elkaar bevestigd.<sup>5</sup>

## Negatieve beeldvorming

Emoties laaien hoog op als het woord 'boskap' valt. Dat de kap van bomen juist een verbetering van het bestaande bos kan betekenen, is bij het grote publiek veelal niet bekend. Dat verhaal moet dus beter worden verteld. Ook het feit dat bijvoorbeeld Staatsbosbeheer al een aantal decennia minder hout oogst dan er bijgroeit, is bij de meeste mensen niet bekend. Dat zorgt voor onbegrip.<sup>6</sup> Ark Natuurontwikkeling stelt dat massale weerstand tegen boskap voortkomt uit een toenemende ongerustheid in de samenleving over de teruggang van de soortenrijkdom.<sup>7</sup>

## Conclusie

Er zijn al met al nog voldoende problemen die een grote uitrol van biobased bouwen in de weg staan. Die problemen zijn deels perceptie, maar deels ook reëel. Oplossingen zijn er vaak ook, en dat betekent dat deze problemen tegelijkertijd ook kansen zijn. We moeten werken aan juiste beeldvorming, correcte certificering en *true pricing*. Wet- en regelgeving moet worden aangepast aan nieuwe mogelijkheden en nieuwe maatschappelijke wensen, en er moeten impulsen komen voor zowel de landbouw als de bouwsector. ■

**Afb. 9.3**  
CLT-fabriek Binder Holz, Oostenrijk  
Bron: Binder Holz

- <https://www.cobouw.nl/bouwbreed/nieuws/2019/09/top-10-bouw-meer-omzet-meer-orders-maar-nog-altijd-geen-vetpot-101276973>
- New Horizon, Urban Mining Concrete; <https://newhorizon.nl/material-balance/urban-mining-concrete/>
- Eindrapport – Bevorderen opname Biobased Bouw Producten in NMD als onderdeel van acties uit de Green Deal Biobased Bouwen
- Eindrapport – Bevorderen opname Biobased Bouw Producten in NMD als onderdeel van acties uit de Green Deal Biobased Bouwen
- Eindrapport – Bevorderen opname Biobased Bouw Producten in NMD als onderdeel van acties uit de Green Deal Biobased Bouwen
- <https://www.omgevingsweb.nl/nieuws/beantwoording-kamervragen-over-het-bericht-zware-kritiek-van-oud-directeur-staatsbosbeheer-op-houtkap/>
- <https://www.trouw.nl/duurzaamheid-natuur/natuurmonumenten-gooit-het-roer-om-minder-bomenkap-en-meer-bossen-b1472fd/>



# Biobased bouwen als alternatief

Hoe krijgen we de transitie naar biobased materiaalgebruik op gang? We zijn in Nederland gebouwen van beton, steen en staal gewend. Hout en andere biobased materialen moeten zich duidelijk nog bewijzen. Uit de voorgaande hoofdstukken valt te concluderen dat houtbouw en andere vormen van biobased materiaalgebruik een goed alternatief vormen voor bouwen met beton en staal. Alleen is nog lang niet iedereen daarvan doordrongen en ontbreekt het in Nederland nog aan een aantal schakels in de keten.

Wat moeten we doen om biobased bouwen op de kaart te zetten bij aannemers, architecten, ambtenaren, huiseigenaren, landbouwers en ieder ander? In dit hoofdstuk doen we een aantal oproepen om in actie te komen. Om de ontwikkeling van biobased bouwen de versnelling te geven die het nodig heeft.

## Realiseer voorbeeldprojecten

Biobased bouwen heeft dringend behoefte aan voorbeeldprojecten. Er moet snel een aantal goede voorbeeldprojecten worden gerealiseerd. Liefst hele wijken, waardoor de schaalvoordelen van prefabricage zichtbaar worden. De biobased keten krijgt daarmee ook de kans om zich in Nederland te organiseren. Overheden en semi-overheden kunnen daar een belangrijke rol in spelen door bouwlocaties beschikbaar te stellen waar bouwen met biobased materialen wordt gestimuleerd. Er zijn (vooralsnog) een paar grootschalige ontwikkellocaties in beeld waar de komende jaren enkele duizenden biobased woningen gebouwd gaan worden. Deze locaties, samen met bestaand bebouwd gebied, kunnen dienen als 'landingsplaats' voor biobased bouwen. De eerste is Vliegveld Valkenburg, waarvan het Rijksvastgoedbedrijf als eigenaar heeft aan-

gegeven biobased bouwen een belangrijke rol te willen geven bij de ontwikkeling. Dat geldt ook voor de Zuidplaspolder, waar de gemeente Zuidplas aangeeft te willen verkennen wat de kansen zijn voor biobased bouwen. Een derde locatie betreft het Beurskwartier in Utrecht. Hier heeft de gemeente Utrecht Studio Marco Vermeulen reeds gevraagd een eerste verkenning uit te voeren naar houtbouw.

Een andere mogelijkheid voor opschaling is om een biobased-aandeel verplicht te stellen bij nieuwbouwprojecten. In Frankrijk is recent afgesproken dat alle publieke gebouwen die vanaf 2022 worden gerealiseerd voor tenminste 50% uit biobased materialen moeten bestaan. Met een bouwopgave van 1 miljoen woningen kunnen ook de Nederlandse overheid eisen stellen aan de wijze waarop die gebouwd gaan worden. Dat kan door algemene eisen te stellen.

Ook kennen we in Nederland het gebruik van het materialenpaspoort. Volgens Bouwfonds Property Development heeft dat veel in beweging gebracht, ook doordat de Rabobank hierdoor een korting op de hypotheek heeft gegeven. Onlangs heeft de minister Ollongren (BZK)<sup>1</sup> op advies van het Transitieteam Circulaire Bouweconomie, aangegeven een wettelijke verplichting van een materialenpaspoort te onderzoeken

In Frankrijk is recent afgesproken dat alle publieke gebouwen die vanaf 2022 worden gerealiseerd voor tenminste 50% uit biobased materialen moeten bestaan.

Afb. 10.1 (links)  
Nieuwbouw 5 woningen CPO massief houtbouw  
Bron: Eco + Bouw



**Afb. 10.2**  
Duinhuis van CLT, Terschelling. Marc Koehler Architects  
Foto: Filip Dujardin

en om praktijkproeven uit te voeren alvorens hierover een besluit te nemen. Tot slot is het ook denkbaar dat met behulp van bestaande subsidiemechanismen zoals SDE de voorsnog onrendabele top wordt gecompenseerd. Om de slag van *early adopters* van biobased bouwen naar *early majority* te maken, kunnen voorbeelden van bekende Nederlanders die bij de bouw van hun eigen huis kiezen voor biobased materiaal bijdragen aan een positieve beeldvorming. Denk aan het eco-duinhuis van Jort Kelder dat is gebouwd met CLT (zie afb. 10.2).

### Stimuleer en vergroot de vraag naar biobased materialen

Om de vraag naar biobased materialen te vergroten is eenduidige communicatie naar marktpartijen en eindgebruikers nodig. Hierbij moet de nadruk liggen op termen die eenvoudig te begrijpen zijn voor de verschillende doelgroepen. En moet duidelijk worden hoe biobased materialen en biobased bouwen bij kunnen dragen aan het verenigen van onze bouwbehoeften en wensen die we hebben met betrekking tot klimaat, gezondheid, landschap en noem maar op. Hierbij

moet altijd duidelijk zijn dat biobased bouwen niet het hoofdoel is, maar een middel om andere doelen te bereiken.

De aanbeveling vanuit onder andere de *Green Deal Biobased Bouwen*<sup>2</sup> is om bij het tot stand brengen van businesscases meer focus te leggen op finale bouwconcepten in plaats van een overvloed aan verschillende biobased materialen en specificaties waar doelgroepen nu mee geconfronteerd worden. Juist door een integrale businesscase worden toegevoegde waarden duidelijker. Zo kunnen bij een businesscase met de focus op een gezond en milieuverantwoord binnenklimaat met behulp van biobased bouwmaterialen<sup>1</sup> eventuele hogere initiële investeringen gerechtvaardigd worden.

Het aangaan van nieuwe vormen van samenwerking tussen bedrijven, kenniscentra en overheden kan bijdragen aan een versnelling van nieuwe creatieve initiatieven en businesscases. Daarnaast is vanuit de biobased bouwketen de behoefte aan nauwere samenwerking met de agrarische en de chemische sector. En wordt samen met kenniscentra gekeken naar optimalisatie van de keten.

Zodra de markt voor biobased bouwmaterialen groeit, zullen ook grote bouwbedrijven omschakelen.

### Breng de eigenschappen van biobased bouwen voor het voetlicht

Het is de vraag op welke wijze de maatschappelijke waarde van biobased bouwen het beste tot uitdrukking kan komen en gekapitaliseerd kan worden. Zo kan een CO<sub>2</sub>-tax een grote impuls zijn voor biobased bouwen. Niet alleen worden conventionele bouwmethoden daarmee kostbaarder (en biobased bouwen dus relatief goedkoper), ook zal er een verdienmodel ontstaan voor de opslag van CO<sub>2</sub> in gebouwen. Een 'CO<sub>2</sub>-prestatie' kan ook als aanvulling op de 1-puntscore in prestatieverklaringen van biobased bouwproducten worden toegepast, om zo een factor te worden in aanbestedingen. Onbekend maakt onbemind: obstakels bij zowel het verwerven van LCA's en productcertificering voor biobased bouwmaterialen alsook drempels bij de marktintroductie van biobased bouwmaterialen moeten worden weggenomen.

Vanaf 2021 moet nieuwbouw vanuit wet- en regelgeving voldoen aan de eisen van Bijna Energieneutrale Gebouwen (BENG). Met deze ontwikkelingen kunnen biobased bouwmethoden en biobased materialen niet meer concurreren met het speerpunt 'energieneutraal', omdat nu alle aanbieders energieneutraal bouwen. Een goede LCA-score van biobased bouwmaterialen zal weer een sterkere concurrentiepositie geven.

### Creëer een gelijk speelveld

Gelijke marktkansen voor biobased bouwmaterialen ten opzichte van reguliere materialen is cruciaal voor volledige marktacceptatie. Om volledig geaccepteerd te worden door marktpartijen en doelgroepen, zullen biobased bouwmaterialen ook onderdeel moeten gaan uitmaken van de reguliere productrange bij gangbare distributiekkanalen zoals bouwmarkten.<sup>3</sup>

Experts stellen de vraag of we niet tijdelijk een scheef speelveld met tijdelijke preferentie voor biobased materialen moeten creëren. In de beoogde transitie spelen biobased materialen en grondstoffen een belangrijke rol. Ze pleiten dan ook voor een stimulans vanuit de overheid om de markt voor biobased bouwmaterialen tot een zekere volwassenheid te begeleiden.

Het is een overweging om de *Green Deal Biobased Bouwen*<sup>4</sup> van enige jaren geleden opnieuw te activeren. Het doel blijft daarbij om een gelijk speelveld te creëren voor biobased bouwen door het beschikbaar stellen van data over biobased bouwmaterialen, producten en bouwconcepten. Met behulp van die data kan worden aangetoond dat voldaan kan worden aan de relevante bouw- en milieuregelgeving.

### Zet normering van wooncomfort in wet- en regelgeving

Ook bij normen en waarden ten aanzien van woon- en werkcomfort en een gezond binnenklimaat moet worden bekeken of actualisering aan

**Afb. 10.3**  
House on the Lake. Studio Nauta  
Foto: Frank van der Salm



de orde is. Vanuit de overheid en de bouwsector is een visie nodig op biobased bouwen en hoe wij milieuverantwoord en gezond willen leven.<sup>5</sup> Zo is een actualisatie wenselijk wat betreft de normen en waarden van schadelijke emissies van reguliere bouwmaterialen. Die moet worden vertaald naar het kader van het Bouwbesluit, NEN en testen van certificering. Ook software en rekentools die nu gebaseerd zijn op minerale materialen, om bijvoorbeeld dauwpunten te berekenen en bepalen, moeten een update krijgen zodat deze ook bruikbaar zijn voor biobased bouwmaterialen.

### Leiderschap en sturing nodig

In de Nationale Omgevingsvisie (NOVI) en het Klimaatakkoord staan heel veel doelstellingen, maar er zijn verder geen concrete afspraken gemaakt over de effecten van biobased bouwen in de gebouwde omgeving, de industrie en de landbouw. Doordat biobased bouwen nu vaak nog duurder is, loopt het nog niet vanzelf. De 'small wins'<sup>6</sup>-aanpak kan een methodiek zijn om in het complexe speelveld van de bouwsector, met veel betrokken actoren en barrières, aan de transitie naar een circulaire en biobased bouweconomie te werken. Met aandacht voor betekenisvolle stappen en tastbaar resultaat. Om ambities waar te maken is leiderschap en sturing nodig.

### Zorg voor financieringsinstrumenten en garantieregelingen

Door verschillende regelingen in het leven te roepen kan de financiering van biobased bouwprojecten makkelijker worden. Dit kan vanuit de overheid met bijvoorbeeld borg- en garantiestel-

lingen, waardoor banken overheidsgarantie krijgen voor een deel van een verstrekte lening. Door doelen te stellen en een *metric* (rekenmethode) op te stellen voor bijvoorbeeld het berekenen van de CO<sub>2</sub>-opslag per project<sup>7</sup>, krijgen financiële instanties ook meer grip op biobased bouwen. Zo kunnen banken gaan bewegen als het risico van financiering in fossiele industrieën groter wordt. Voor deze bewustwording hebben banken data nodig, zoals CO<sub>2</sub>-footprints en risico's van biodiversiteitsverlies. Bij het openbaar maken van een goed werkende methodiek zijn ook andere financiële partijen zoals BNG, de Nederlandse Waterschapsbank, pensioenfondsen en *impact investors* gebaat. Zo ontstaat er een divers financieringsaanbod voor biobased projecten.

### Klimaat commitment financiële sector als kans voor biobased (ver)bouwen

De financiële sector is in 2019 een Klimaat Commitment aangegaan als onderdeel van het Klimaat Akkoord. Met hun handtekening verplichten de ondertekenaars zichzelf om actie te ondernemen om het CO<sub>2</sub>-gehalte van hun relevante financieringen en beleggingen te meten en vanaf 2020 te rapporteren over de klimaatimpact van hun financieringen en beleggingen. Welke financieringen en beleggingen relevant zijn, verschilt per partij. Zo kan een financiële instelling focussen op één van haar kernactiviteiten of juist op een kleinere portefeuille als daarmee een hogere klimaatimpact wordt bereikt. De financiële instelling licht haar keuze toe, stelt daar reductiedoelen voor op en gaat daarover rapporteren. Uiterlijk in 2022 maken de partijen hun actieplannen inclusief reductiedoelstellingen voor

2030 bekend voor al hun relevante financieringen en beleggingen. Onderdeel hiervan zijn financieringen van CO<sub>2</sub>-reducerende projecten. ASN Bank wil dit proces graag versnellen, gezien de urgentie van het klimaat- en biodiversiteitsvraagstuk. Hiertoe ASN als eerste bank ter wereld in 2018 al een scherpere klimaatpositie-doelstelling opgesteld. De financiering van biobased (ver)bouwen van woningen lijkt hierbij een kansrijke strategie om CO<sub>2</sub> op natuurlijk wijze vast te leggen en kan de bank helpen om de klimaatpositie-doelstelling te halen. ASN Bank doet dit nadrukkelijk niet alleen: de uitgangspunten zijn 'samen met anderen', 'open source' en 'bottom up'. Zodat ook andere financiële instellingen beschikbaar over voorbeelden en resultaten en hun ervaring en kennis met elkaar delen.

### Creëer een objectief kennisplatform

Experts en partijen in de biobased-keten hebben behoefte aan een objectief en onafhankelijk kennisplatform. Waarin kennisdeling rondom bouwtechniek en bouwfysica, financiering en financierbaarheid, businessmodellen, en opbouw van investerings- en levensduurkosten mogelijk is. Zodat al deze inzichten ook toegankelijk worden ook voor bijvoorbeeld architecten, toekomstige opdrachtgevers en *launching customers* zoals gemeenten. Zo'n kennisplatform kan ook tegenwicht bieden aan artikelen over houtbouw zoals 'Bouwen met hout of beton?' van het Betonhuis. De veelheid van meningen en lobby's zorgt ervoor dat geïnteresseerde partijen vaak met veel vragen blijven zitten. De huidige versnippering van informatie en bronnen helpt daar niet bij. De sector zou zich moeten inzetten voor het creëren van één onafhankelijk platform waarin alle onderbouwde en betrouwbare kennis over biobased bouwen en biobased materialen bij elkaar komt.

Evaluatie en kennisdeling zijn nog niet vanzelfsprekend in de Nederlandse bouwsector. Evaluatie in combinatie met beloningen is een belangrijke rol van de overheid. Zoals ook het geval is in bijvoorbeeld de Verenigde Staten.<sup>8</sup> Lering trekken uit evaluaties van biobased bouwprojecten is essentieel voor een eenduidige kennisdeling, ook richting doelgroepen. Hierbij gaat het onder andere om kennisdeling in bouwtechniek en bouwmethoden maar ook over financieringsmechanismen. Partijen die het initiatief moeten nemen, zoals woningcorporaties, kunnen hierin verder ondersteund worden. Het duurzaam inkopen door (semi-)overheden, woningcorporaties, zorginstellingen en scholen zal zorgen voor een omslag bij aannemers

en architecten. Intensieve kennisuitwisseling leidt zo tot veel betere biobased projecten.

Kennisdeling zal zich toe moeten spitsen op de verschillende plekken in de keten. Zo zijn databases met productspecificaties goed voor de bouwers. Voor gebruikers en opdrachtgevers moeten biobased concepten met duidelijke biobased specificaties beschikbaar te zijn.<sup>9</sup>

### Wees eenduidig in communicatie

De communicatie over het volledige verhaal rondom duurzame bosbouw en plantaardige vezelgewassen in combinatie met biobased bouwen moet helder en eenduidig zijn. Voor een gezamenlijke boodschap kan gebruik worden gemaakt van vele verschillende partijen en ambassadeurs van biobased bouwen zoals media, duurzaamheidstrekkers, goede doelen, etc.

Voor banken is onder andere inzicht gewenst in financierbaarheid van duurzame bosbouw en plantaardige vezelgewassen, maar ook biobased bouwen. Banken kunnen dan als betrouwbare partij optreden en klanten informeren en voorlichten.

### Vorm een alliantie

Om tot goede biobased voorbeeldprojecten te komen zijn allianties nodig, met (lokale) overheden, ontwerpers, grondeigenaren en bosbeheerders. Een City Deal Circulaire Bouw (in de maak door de Agenda Stad) kan bijdragen aan het gezamenlijke belang om de biobased bouwketen te vergroten, en kennis en expertise te verdiepen door met elkaar in gesprek te gaan en afspraken te maken voor de toekomst. De expertmeetings die aan deze verkenning voorafgingen, vormen al een begin van allianties in en rond de biobased bouwketen.

### Onderwijs

De hele biobased keten heeft systeemveranderingen nodig. Om de transitie naar een circulaire en biobased economie goed te laten verlopen, is er goed onderwijs nodig op alle niveaus. Alleen zit dit nog niet verankerd in het standaard curriculum. Het feit dat het niet standaard is, betekent dat het heel lang niet onderwezen is. Hier ligt een rol voor universiteiten, hogescholen en beroepsonderwijs met eventuele steun van het Ministerie van Onderwijs. ■

1. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/10/08/kamerbrief-over-maatregelen-voor-bevorderen-circulair-bouwen>
2. <https://www.greendeals.nl/green-deals/biobased-bouwen>
3. Eindrapport – Bevorderen opname Biobased Bouw Producten in NMD als onderdeel van acties uit de Green Deal Biobased Bouwen <https://www.greendeals.nl/green-deals/biobased-bouwen>
4. <https://www.greendeals.nl/green-deals/biobased-bouwen>
5. <https://www.houtnatuurlijkvanu.nl/manifest/>
6. Rapport small 'wins' aanpak voor de transitie opgaven; <https://www.wur.nl/en/newsarticle/Rapport-small-wins-aanpak-voor-de-transitie-opgaven.htm>
7. <https://www.carbonaccountingfinancials.com/>
8. <https://www.thinkwood.com/project-height/taller-wood>
9. De derde succesfactor ontrefeld, ECN 2017

Afb. 10.4

The Dutch Mountains, Eindhoven  
Bron: Studio Marco Vermeulen



# Het vervolg: de Landing

National Park City

people, places and nature

-Ellison, Chief Exploration Officer

onNPC #NationalParkCity

Ellison dan @nationalparkcity.org

National  
Park City  
Innovation

Urban  
Futures  
Studio

Deze strategische verkenning wordt op een aantal plekken onder de aandacht gebracht, om een zo breed mogelijk doelgroep te bereiken. We denken aan de volgende activiteiten voor de landing van deze strategische verkenning, ieder met een eigen doel.



Afb. L.2  
Springtij Forum  
Bron: Copper8

## Challenge verstedelijking

Deze verkenning biedt input voor de *Innovatie Expo Challenge Verstedelijking*. Op 1 oktober 2020 is bij een 'aanloop-evenement' een *Call to Action* gepresenteerd. Het doel van deze *Call to Action Ruimte voor Biobased Bouwen* is bekendmaken wat er tot nu toe is ontstaan rondom biobased bouwen (zowel de kennis die is vergaard, als de alliantie die is gevormd). Tijdens de *Innovatie Expo* op 8 april 2021 is het idee om een intentieovereenkomst te tekenen met partijen die ambities in de bouw hebben en aangesloten zijn bij deze strategische verkenning. Zo kan Nederland daadwerkelijk een versnelling realiseren en kansen die hiervoor genoemd worden verzilveren.

Tot aan 8 april signaleren we kansen voor opschaaling rondom biobased Bouwen en vormen we een maatschappelijke *challenge* die daarvoor nodig is. We benutten daarvoor diverse platforms zoals *City Deal Circulaire Bouw*, *Utrecht Meetings*, *NOVI-dag* en de *Landschapstriënnale*. Daarnaast zijn we alert op relevante signalen uit de politiek, samenleving en uitvoeringspraktijken en benutten deze voor deze *Innovatie Expo Challenge*. Met de *Innovatie Expo Challenge* wordt de verbinding gelegd met de uitvoering van de Nationale

Omgevingsvisie, de verstedelijkingsstrategieën, de stikstofaanpak, de woningbouwagenda, de transitie naar een circulaire bouwconomie en de energietransitie.

## Call to Action

Bij deze *Strategische Verkenning Ruimte voor Biobased Bouwen* is een *Call to Action* in ontwikkeling om een inhoudelijke alliantie te vormen. Daarmee wordt verder gewerkt vanuit de verschillende opgaven of kijkrichtingen. Steeds met de intentie om maximale synergie met de andere kijkrichtingen mogelijk te maken. Via de vorming van een alliantie met relevante partners en experts beoogt het ministerie van BZK een versnelling te geven aan nationale en regionale beleidsontwikkeling en de basis te leggen voor een publiek-private samenwerking. Daarbij wordt gewerkt met mensen vanuit zowel de beleidsomgeving als vanuit de praktijk.

Om dit traject te begeleiden, is Maarten Hajer, hoogleraar aan de *Urban Futures Studio* aan de Universiteit Utrecht benoemd tot curator biobased bouwen. Hij zal het proces rondom de alliantievorming richting de *Innovatie Expo Challenge* op 8 april 2021 inhoudelijk begeleiden.

Afb. L.1 (links)  
Landschapstriënnale 2017  
Bron: D66 Noord-Holland

Waar fase 2 van deze strategische verkenning vooral de kennisfase was, en fase 3 die van alliantievorming en het maken van concrete afspraken met partijen, hebben we tegelijk geconstateerd dat de kracht van deze strategische verkenning vooral ligt op het lange termijn perspectief en het spoor van kennis en innovatie. De focus in fase 3 ligt daarom op:

- > Het signaleren van kansen voor opschaling rondom biobased bouwen en het vormen van een maatschappelijke *Challenge* die daarvoor nodig is.
- > Alert zijn op relevante signalen uit de politiek, samenleving en uitvoeringspraktijken en het benutten van deze signalen op een proactieve wijze voor de *Challenge*.
- > In gesprek te gaan over de verschillende maatschappelijke ‘taboes’ rondom biobased bouwen.

Door het organiseren van diverse bijeenkomsten en activiteiten zullen beleidsstrategieën en ketens van biobased bouwen in beeld worden gebracht. Hiervoor wordt de *soft space* ingezet; een experimentele ruimte waarin de keten, de beleidsmatige kant en regels, de bouwmaterialen en -technieken en landgebruik en schaalniveaus worden verkend. Het resultaat is een aangepaste *Call to Action* over eventuele verbetering en bijstelling van beleid waarbij rekening wordt gehouden met maatschappelijke impact, tempo, haikbaarheid en schaalbaarheid. De *Call to Action* wordt aangepast ter bevordering van de *Challenge*.

### Kennisagenda en Community of Practice

Om biobased bouwen aan te jagen is er behoefte aan een kennisagenda vanuit de praktijk, onderzoekinstellingen en verschillende overheidslagen. Met het opstellen van deze kennisagenda kunnen de belangrijkste kennishiaten in onze biobasedketen geagendeerd worden. Hierbij wordt aangesloten op de kennisagenda van de Nationale Omgevingsvisie. Tijdens de NOVI-dag 2021 zal daarom speciale aandacht worden besteed aan dit thema.

Een andere vervolgstap in het proces is het oprichten van een *Community of Practice*, waarin kennis en kunde van biobased bouwen en duurzame verdienmodellen rond biobased grondstoffen uitgewisseld kunnen worden. Daarbij wordt in ieder geval aansluiting gezocht bij de *City Deal Circulair Bouwen*, die op 15 december 2021 door diverse partijen wordt ondertekend om samen te experimenteren en te leren. Deze *City Deal* richt zich op de vraag: Hoe zorgen we ervoor dat circulair bouwen bij de woningbouwopgave de standaard wordt?

Met focus op drie deelonderwerpen:

- > **Biobased bouwen**, waarbij de ambitie is om structureel meer biobased materiaal toe te gaan passen in woningbouwprojecten, en tevens beleidsmatig te verankeren en te stimuleren. ‘Biobased materiaal’ is hierbij materiaal dat CO<sub>2</sub> opslaat en hernieuwbaar is.
- > **Geïndustrialiseerd conceptueel bouwen**, waarbij de ambitie is om zoveel mogelijk nieuwbouwwoningen.
- > **Waarderings- en financieringsmodellen**, waarbij de ambitie is om circulair bouwen zo te gaan waarderen, dat de totale kosten en opbrengsten over de gehele levensduur – inclusief restwaarde en maatschappelijke kosten en baten – kunnen worden meegenomen in de financiering en waardering van vastgoed.

Om biobased bouwen aan te jagen, is het waardevol om gebruik te kunnen maken van deze *City Deal* die via een ‘community of practice’-aanpak invulling geeft aan de (leer)behoefte op lokaal niveau. ■

# Colofon

## Opdrachtgeversberaad

Leo Pols	Planbureau voor de Leefomgeving
Matthijs van Huijgevoort	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Donné Slangen	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Robert Dijksterhuis	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Ferdi Licher	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Esther t' Hoen	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Rienke Groot	College van Rijksadviseurs
Jeroen Mulder	Provincie Noord-Brabant
Gert-Willem van Mourik	Provincie Zuid-Holland
Peter van de Wiel	Gemeente Boxtel

## Kernteam

Hanna Lára Pálsdóttir	NL van Morgen, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
David van Zelm van Eldik	Ons Landschap, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Keimpe Wieringa	Bossenstrategie, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Peter van Cappellen	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Zoé Bander	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
Linde Leenhouts	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

## Ontwerpend onderzoek

Marco Vermeulen	Studio Marco Vermeulen
Joost van der Waal	Studio Marco Vermeulen
Bertus van Woerden	Studio Marco Vermeulen
Luc Voorter	Studio Marco Vermeulen

## Tekstredactie

Ferry Piekart

november 2020

*Deze verkenning is gedrukt op gerecycled papier.*

*Studio Marco Vermeulen heeft zijn uiterste best gedaan om bronnen en rechthebbenden van beeldmateriaal dat is gebruikt te achterhalen en te vermelden. Overige beelden zijn gemaakt door Studio Marco Vermeulen en zijn onder voorwaarde van naamsvermelding vrij te gebruiken. Wanneer desondanks beeldmateriaal wordt getoond waarvan u (mede)rechthebbende bent en u voor het gebruik daarvan niet als bron of rechthebbende wordt genoemd, ofwel geen toestemming geeft voor het gebruik, dan kunt u contact opnemen met het kernteam.*

## Experts

### Bouwen

Tineke Beuker	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Bouwen en Energie
Willem Böttger	Avans Center of Expertise Biobased Economy, lecturer in Biobased Building bij, NPSP
Michiel Haas	TU Delft, emeritus hoogleraar materialen en duurzaamheid, NIBE
Esther 't Hoen	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, Bouwen en Energie
Jan de Jong	TNO, projectleider Hout in de bouw
Ard-Jan Lootens	Solid Timber
Harry Nieman	Stichting NMD
Piet van Luijk	Stichting NMD

### Verstedelijking

Riëtte Bosch	Rijksvastgoedbedrijf
Anke van Hal	Nyenrode, Duurzaam bouwen
Atto Harsta	Bouwcampus Delft
René Klaassen	Stichting Hout Research
Pien Kuijpers	Rijkstrainee, Verstedelijking, Energie en ordening
Ijsbrand van Straalen	TNO, expert Brandveiligheid en Regelgeving

### Bosbouw

Mark van Benthem	Stichting Probos
Ton Bontekoe	Columbiss
Harrie Hekhuis	Staatsbosbeheer, afdelingshoofd Hout en Bos & kwartiermaker Klimaat
Anton van Hoorn	Planbureau voor de Leefomgeving, coördinator 'Bosatlas'
Peter van der Knaap	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Pablo van der Lugt	Green Matters
Sander Wijdeveen	Staatsbosbeheer

### Landschap

Noël van Dooren	Noël van Dooren landschapsarchitect
Daan Jochem Groot	De Natuurverdubbelers
Niek Hazendonk	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Arjen van de Lindeloof	Provincie Zuid-Holland
Rob Messelink	Provincie Overijssel
Rik de Visser	Vista Landschapsarchitectuur en Stedenbouw
Philomene van der Vliet	Boom Landscape

### Maatschappelijk rendement en financiële sector

Caroline van Leenders	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, procesmanager duurzame transities
Jeroen Loots	ASN Bank
Wouter Moorlag	TNO, Cluster Manager Building Innovation
Eric de Munck	Centrum Hout
Emmelien Venselaar	ASN Bank
Paul van der Weijden	ASN Bank Beleggingsfonds

We moeten opnieuw naar onze manier van bouwen kijken. De bouwwereld heeft zich decennialang volledig op beton en andere minerale en fossiele materialen gestort. Grondstoffen raken uitgeput, klimaatdoelstellingen vereisen dat de bouw minder CO<sub>2</sub> uitstoot en natuurgebieden lijden onder de stikstofuitstoot. Natuurlijk groeiende materialen zijn in toenemende mate een serieus alternatief. Nieuwe technieken, zoals de ontwikkeling van kruislaaghout zorgen voor nieuwe, natuurlijke materialen met verrassende eigenschappen: uiterst stevig, maar toch licht van gewicht, brandveilig en eenvoudig bewerkbaar. Maar bovenal: biobased materialen kunnen de vicieuze cirkel van steeds meer uitstoot omdraaien en CO<sub>2</sub> juist voor lange tijd opslaan. Tegelijkertijd biedt deze manier van bouwen economische kansen voor de landbouwsector, een kwalitatieve impuls voor natuurgebieden en een grote sprong voorwaarts voor de gezondheid van zowel bouwers als bewoners. Dat klinkt positief, maar drempels zijn er ook. De bouwsector is nog niet ingespeeld op biobased materialen, certificeringen zijn nog niet aangepast op nieuwe werkwijzen en bovenal moet er iets veranderen in de publieke perceptie van het gebruik van hout en andere natuurlijke materialen. Denkbeelden rondom kaalslag in Nederlandse bossen en hoge brandgevaarlijkheid zijn onterecht, maar zijn diepgeworteld. Deze verkenning laat zien hoe woningbouw en landschapsontwikkeling hand in hand kunnen gaan en brengt in beeld welke hindernissen biobased bouwmaterialen te overwinnen hebben alvorens ze hun beloften waar kunnen maken.

