# Potentie van biobased materialen in de bouw

## Een onderzoek naar de mogelijkheden en impact

experts in sustainabilty

nibe



| | |
|---|---|
| Project 148.0001 | Potentie biobased materialen in de bouw |
| Opdrachtgever: | Rijksdienst voor Ondernemend Nederland<br>Dhr. Hans Korbee |
| Opdrachtnemer: | NIBE Research bv<br>Bussummergrindweg 1B<br>1406 NZ Bussum<br>(T) 035-6948233<br>(E) info@nibe.org<br>(W) www.nibe.org |
| Document:<br>Datum: | 148.0001.19.06.011 /ov<br>14 juni 2019 |
| Projectleden: | Olga van der Velde<br>Mantijn van Leeuwen |
| Afbeelding voorblad met dank aan: | SeARCH architecture and urban planning<br>Hamerstraat 3<br>1021 JT Amsterdam<br>info@search.nl<br>www.search.nl<br>architect Hotel Jakarta |


Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

experts in sustainabilty

nibe

## VERANTWOORDING

NIBE heeft dit rapport in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) geschreven. Met het rapport willen we de potentie belichten van biobased bouwmaterialen in een circulaire bouweconomie.

Het rapport 'Potentie biobased materialen in de bouw' is bedoeld voor bouwprofessionals die biobased materialen (vaker) willen inzetten.

De tekst bestaat uit een hoofdtekst met daarbij een aantal verdiepingsstukken over hout, lignine, biobased chemicaliën, houtskeletbouw en overige biobased materialen. De lezer kan het verhaal volgen zonder deze verdiepingsstukken te lezen; deze bieden wij aan als aanvullende informatie.

Er is gekeken wat het huidige aandeel van biobased materialen is, vervolgens is er gekeken naar de technische potentie. Van deze potentie is er berekend wat de reductie zou zijn van de schaduwkosten en de $CO_2$-uitstoot. Hierna wordt uiteengezet welke thema's er spelen rondom de $CO_2$-footprint van (biobased) bouwmaterialen. Vervolgens wordt nader ingegaan op de stap richting realisatie van biobased materialen in de bouw. Tot slot wordt er in twee scenario's aangegeven hoe de toekomstige ontwikkeling van biobased materialen vorm kan krijgen. Dit in een scenario tot aan 2030 en een scenario tot aan 2050.



nibe

# INHOUD


BEGRIPPENLIJST ..... 4

SAMENVATTING ..... 5

1 INLEIDING ..... 6

2 BIOBASED MATERIALEN IN DE BOUW ..... 7

3 CASE STUDIES – B&U ..... 10

3.1 Woningbouw ..... 10

3.2 Utiliteitsbouw ..... 10

3.3 Totaal voor B&U ..... 11

4 CASE STUDIES - GWW ..... 15

4.1 Snelwegontwerp ..... 15

4.2 Potentie ..... 16

5 $CO_2$-UITSTOOT VERMINDEREN ..... 18

5.1 Toekomstige uitsparing in LCA ..... 18

5.2 Biogeen $CO_2$ ..... 19

6 VAN POTENTIE NAAR REALISATIE ..... 21

6.1 Aanbod van grondstoffen ..... 21

6.2 Industriële verwerkingscapaciteit ..... 23

6.3 Waardering ..... 25

7 TOEKOMSTIGE POTENTIE ..... 26

7.1 Scenario voor 2030 ..... 27

7.2 Scenario voor 2050 ..... 28

7.3 Isolatie-opgave ..... 28

CONCLUSIE ..... 29

VERWIJZINGEN ..... 30


**VERDIEPINGSSTUKKEN EN EDITORIAL**


VERDIEPING - Overzicht biobased materialen ..... 9

EDITORIAL - Houtskeletbouw ..... 14

VERDIEPING - Lignine ..... 17

VERDIEPING - Hout ..... 22

VERDIEPING - Biobased chemicaliën ..... 24




nibe

# BEGRIPPENLIJST

**B&U – Burgerlijke en Utiliteitsbouw.** Afkorting die wordt gebruikt om woningbouw en gebouwen voor het openbare en zakelijke leven aan te duiden.

**Bepalingsmethode.** In de bepalingsmethode staat hoe we in Nederland de levenscyclusanalyse uitvoeren voor bouwmaterialen en -producten en welke milieueffecten we uitrekenen.

**EPD – Environmental Product Declaration.** Een presenteerbare en beknopte weergave van een LCA met resultaten zoals de milieueffecten en MKI.

**GPR.** Een software-programma waarmee de MPG van een gebouw kan worden uitgerekend.

**GWP – Global Warming Potential.** Zie 'Klimaatimpact'.

**GWW – Grond-, Weg- en Waterbouw.** Afkorting die wordt gebruikt om civiele werken als wegen, bruggen, dijken en kanalen aan te duiden.

**kg $CO_2$-eq.** De eenheid waarin klimaatimpact wordt uitgedrukt: kilogram $CO_2$-equivalenten. Dankzij deze eenheid kan het effect van verschillende broeikasgassen in één getal worden uitgedrukt. Zo is het effect van 1 kg methaan gelijk aan 25 kg $CO_2$-eq.

**Klimaatimpact.** Het milieueffect van broeikasgassen, uitgedrukt in $CO_2$-eq.

**LCA – Levenscyclusanalyse.** In een LCA worden de milieueffecten van alle processen en grondstoffen die nodig zijn om een product toe te passen uitgerekend, gedurende de levensduur van het product. De levensduur wordt omschreven door levensfasen, aangeduid met de nummering A1 t/m D. A1-A3 betreft de productiefase, C1-4 de sloop- en afvalfase en D de terugwinningsfase.

**Milieueffect.** Een verandering in het milieu als gevolg van een activiteit. Er zijn meerdere milieueffecten, zoals: klimaatimpact, verzuring en toxiciteit. Elk beschrijft een ander effect met een eigen eenheid.

**MKI – Milieukostenindicator.** Met een levenscyclusanalyse worden de milieueffecten van een materiaal, product of bouwwerk uitgerekend. Deze milieueffecten (meerdere getallen met verschillende eenheden) zijn om te rekenen tot één integraal getal: de milieukosten, in euro's.

**MPG – MilieuPrestatie Gebouw.** Een optelsom van de schaduwkosten van alle producten en materialen die zijn toegepast in het gebouw gedeeld door de beschouwde periode en het bruto vloeroppervlak.

**NMD – Nationale MilieuDatabase.** Database die wordt gebruikt voor het berekenen van de milieuprestatie van gebouwen en/of bouwproducten. De database bevat een groot aantal profielen van materialen en producten die vaak in de bouw voorkomen met de bijbehorende milieueffecten en schaduwkosten.

**PCR – Product Category Rules.** Een document met specifieke regels hoe een LCA op te stellen voor een specifieke productcategorie, met als doel eenduidigheid te creëren voor deze categorie.

**Schaduwkosten.** Zie 'MKI'.

**rhe – rondhoutequivalent.** Hoeveelheid rondhout die nodig is om een bepaald product te maken.



nibe

# SAMENVATTING


Er ligt een aanzienlijke potentie voor biobased materialen in de bouw, waarmee zowel een bijdrage wordt geleverd aan de transitie naar een circulaire economie als aan de gestelde klimaatdoelstellingen.

Op dit moment is het aandeel van biobased materialen in de bouw in Nederland laag. Op basis van gewicht is het aandeel van hout 2% en van overige biobased materialen 0,1%.
Het technisch potentieel van biobased materialen is ingeschat aan de hand van case studies. Staal en steenachtige materialen zoals beton kunnen goed worden vervangen door hout. Voor isolatie bestaan er ruim voldoende biobased alternatieven.

Daarnaast zijn er ook minder bekende biobased materialen beschikbaar als plantaardige dakbedekking, biocomposiet en lignine (dat o.a. bitumen in asfalt kan vervangen). In de Burgerlijke en Utiliteitsbouw (B&U) kan daarmee het gewichtsaandeel van biobased materialen worden verhoogd van 1% naar 50%, waarmee gemiddeld 20% reductie op de MPG-score wordt bereikt en 40% reductie op de $CO_2$-uitstoot. In de GWW zien we reducties van de schaduwkosten en $CO_2$-uitstoot van zo'n 70% op productniveau en 15 à 20% op areaalniveau.

$CO_2$-uitstoot verminderen staat hoog op de agenda. We hebben twee aspecten uitgelicht hoe hieraan te rekenen voor biobased bouwmaterialen:

- Wij pleiten ervoor dat als het gaat om terugdringen van $CO_2$-emissies ter voorkoming van klimaatverandering, we nadrukkelijker kijken naar de $CO_2$-impact van productie en minder naar de mogelijke uitsparing bij recycling, hergebruik en terugwinning van energie. Deze worden nu samengepakt in één getal.
- Het lijkt ons wenselijk dat we in Nederland de -1/+1 methodiek van toerekenen van biogeen $CO_2$ gaan toepassen. Met deze methodiek wordt de opname van $CO_2$ door biobased producten zichtbaar als negatieve emissie in de productiefase en de uitstoot bij verbranding als positieve emissie in de eindelevensduurfase. Op een totale cradle-to-grave LCA leidt dit niet tot een andere uitkomst ten opzichte van de huidige methodiek in de Nederlandse Bepalingsmethode, maar de onderliggende effecten worden wel zichtbaar in de verschillende levensfasen in de LCA.

Om de beoogde reducties op schaduwkosten en $CO_2$-uitstoot te bereiken zijn grote toenames van het biobased materiaal nodig. De toename van hout wordt bemoeilijkt doordat de vraag wereldwijd twee à drie keer zo groot wordt en het aanbod vooralsnog maar met 50% lijkt te groeien. Eén van de oplossingen kan worden gevonden in cascadering. Er wordt steeds meer hout ingezet voor energieopwekking. Cascadering betekent dat hout zo veel mogelijk hoogwaardig toegepast wordt en het pas wordt verbrand als andere functies niet meer mogelijk zijn.
Voor andere biobased materialen geldt dat hun toepassing nu nog erg klein is en dus aanzienlijke opschaling nodig zal zijn om het aandeel in de bouw te vergroten. Deze opschaling is qua aanbod van grondstoffen goed mogelijk, maar vergt aanzienlijke investering in de productie- of verwerkingscapaciteit.
Een ander aspect dat opschaling van biobased materialen in de weg staat, is dat de Nederlandse bouwbranche niet gewend is met deze materialen te werken. Bouwmethodes met de gangbare materialen zijn geoptimaliseerd en de onbekendheid van andere materialen maakt deze simpelweg duurder.
De meerwaarde van een lagere $CO_2$-uitstoot is (nog) niet vertaald in financiële waarde en wordt dus (nog) niet meegenomen in de prijsvorming. Een versnelling hierin vanuit de overheid lijkt nodig om het beschikbare potentieel effectief en op tijd te kunnen ontsluiten.




nibe

Afsluitend hebben wij twee scenario's uitgewerkt waarin we laten zien hoeveel $CO_2$-reductie er te bereiken valt als wordt gebouwd met biobased materiaal.

- 2030: een ambitieus maar realistisch scenario. Hiermee zou een jaarlijkse reductie van 359 kton $CO_2$-uitstoot worden bereikt.
- 2050: wat als het volledig technisch potentieel zou worden bereikt? Hiermee zou een jaarlijkse reductie van 3,5 Mton $CO_2$-uitstoot worden bereikt.

De gemaakte berekeningen betreffen nieuwbouw. Eén van de grote onderhoudsopgaven die ons te wachten staat, is het isoleren van bestaande woningen: hiervoor is drie keer zo veel isolatiemateriaal nodig als voor de nieuwbouwopgave. Er zijn goede biobased oplossingen beschikbaar om deze opgave uit te voeren. Hiervoor zou een jaarlijkse hoeveelheid van 900 kton biobased isolatiemateriaal nodig zijn (300 maal het huidige volume aan biobased isolatiemateriaal).

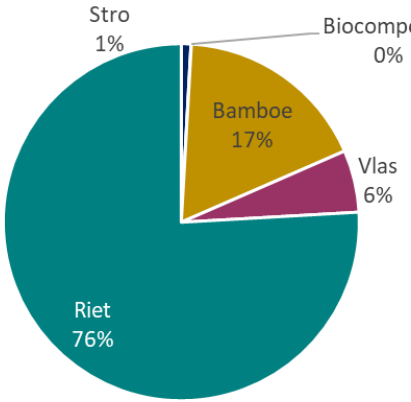
# 1 INLEIDING

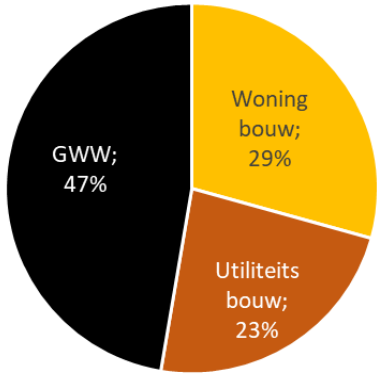
De lineaire economie waarin we leven is onhoudbaar. Op een gegeven moment raken veel van de grondstoffen, waar wij gebruik van maken, op. De Nederlandse overheid heeft zich daarom tot doel gesteld volledig circulair te zijn in 2050. Dit willen we bereiken met zo min mogelijk lasten voor het milieu, waaronder $CO_2$-uitstoot. Zo wordt er ook aangesloten bij de klimaatdoelen van de overheid.
In de circulaire economie moeten we gebruik maken van oneindige bronnen. Dit kan door recycling, hergebruik en efficiënt(er) gebruik te maken van de aanwezige grondstoffen en duurzame productie uit natuurlijke bronnen, zonder risico op uitputting.
De bouw is een sector waarin veel grondstoffen worden gebruikt. Het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) heeft een schatting gemaakt dat tot 2030 maar een derde van het benodigde bouwmateriaal kan worden vervuld met grondstoffen uit reststromen (1). Duurzaam beheerde biobased bronnen - zoals houtproductiebossen - vormen dus een essentiële schakel om tot een circulaire bouweconomie te komen.
In dit rapport onderzoeken we de potentie van biobased materialen in de bouw en de milieueffecten hiervan. Onder biobased verstaan we alleen nagroeibare bronnen (geen minerale bronnen). Om de impact in te schatten (schaduwprijs en $CO_2$-uitstoot) hebben we berekeningen gemaakt. We willen benadrukken dat deze berekeningen gebaseerd zijn op scenario's. Weliswaar met de grootste zorg opgesteld, maar het blijven slechts voorspellingen, gebaseerd op aannames. We beschouwen de resultaten daarom enkel op hoofdlijnen en niet op details.

# 2 BIOBASED MATERIALEN IN DE BOUW

Om iets te kunnen zeggen over de potentie van biobased materialen, bekijken we eerst wat de huidige stand van zaken is in de Nederlandse bouw.
In 2010 is in Nederland bijna 300 Mton aan bouwmateriaal toegepast (2). Exclusief zand en grind was dit getal 53 Mton. Figuur 3 op pagina 8 geeft inzicht in welke materialen dit waren en wat de onderlinge verdeling hiervan was. Deze verdeling hebben we gemaakt op basis van gewicht, maar ook op basis van volume, prijs, schaduwkosten en klimaatimpact (uitgedrukt in $CO_2$-equivalenten). Het tekstkader naast Figuur 3 gaat dieper in op de achterliggende data.

Dit levert een interessant beeld op. Omdat beton een zwaar materiaal is, domineert dit het gewichtsdiagram. Bij het volume hebben lichtere materialen uiteraard een groter aandeel; isolatie, maar ook hout. Opvallend genoeg heeft staal een significant aandeel in het prijsdiagram. De kleine bijdrage aan gewicht en volume komt omdat staal niet wordt toegepast als grote vlakken materiaal maar doorgaans als kolommen en liggers. Ook hout heeft een relatief groot aandeel in het prijsdiagram. Bij de $CO_2$-uitstoot en Milieu Kosten Indicator (MKI) hebben beton, kunststoffen en isolatie het grootste aandeel.
Andere biobased materialen dan hout zijn apart beschouwd. Vanuit een eigen inventarisatie blijkt dat de toepassing van deze materialen in de bouw slechts 0,1% (gewicht) betreft. Zie Figuur 1 (links) voor de verdeling van deze materialen (exclusief hout) op basis van gewicht.
Daarnaast is een verdeling gemaakt hoeveel materiaal in de woningbouw, utiliteitsbouw en GWW is toegepast (exclusief zand en grind) in Figuur 2.




**Figuur 1: Links - verdeling van andere biobased materialen dan hout op basis van gewicht (3) (4) (5) (6) (7) (8).**

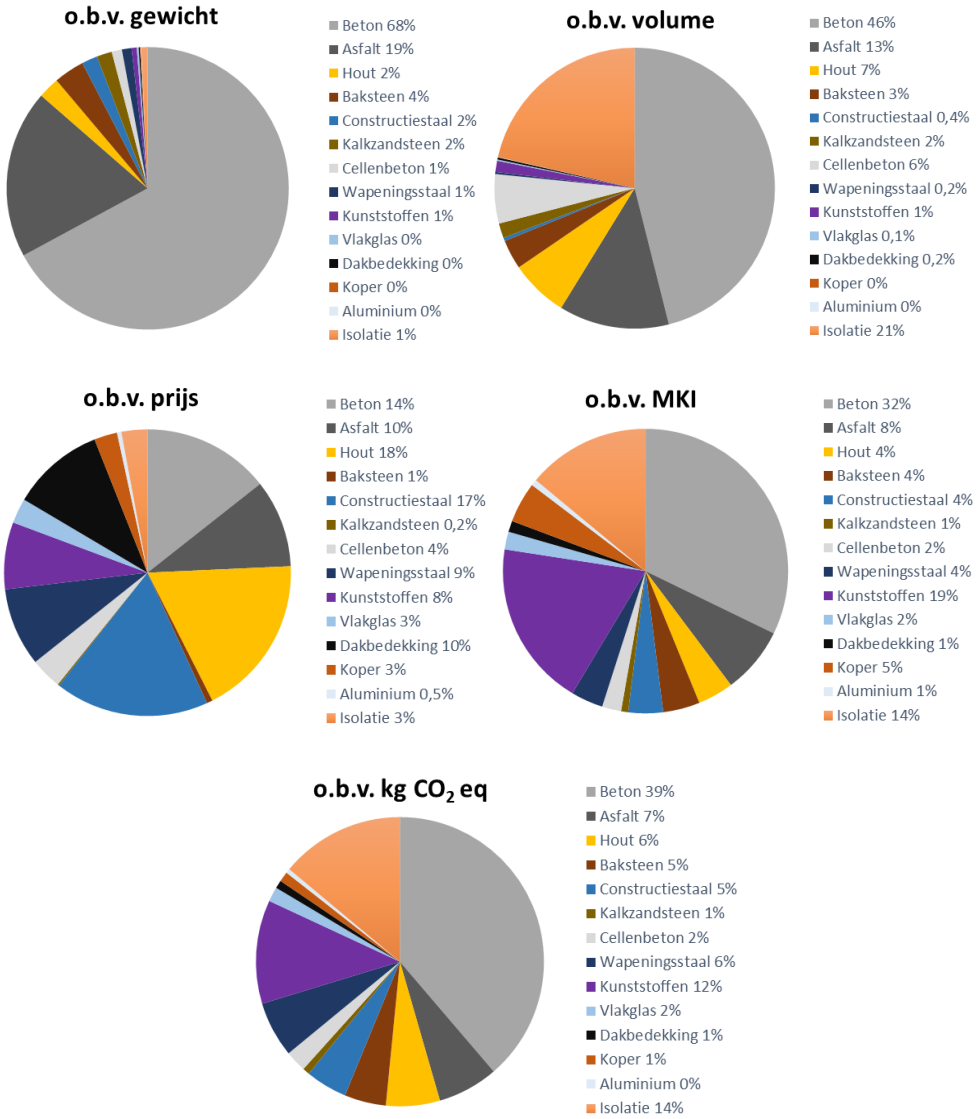
**Figuur 2: Rechts - verdeling op basis van gewicht van alle bouwmaterialen over sectoren (excl. zand en grind). Gebaseerd op (2) voor beton en (9) voor hout. Voor de overige materialen is een eigen inschatting gemaakt (bijv. asfalt geheel aan GWW toegekend).**

Hout is dus op dit moment veruit de grootste stroom biobased materiaal in de bouw. Hiervan gaat 8% naar de GWW (9) en 92% naar utiliteits- en woningbouw. De sectie Houtskeletbouw van de NBvT schat in dat het aandeel van hout in de grondgebonden woningbouw 16% is op basis van $m^2$ (10).

Om te verkennen waar de potentie voor biobased materialen in de bouw zit hebben we allereerst case studies uitgevoerd, waarin we de maximaal technische toepasbaarheid van biobased materialen hebben onderzocht. Dit is apart uitgevoerd voor woning- en Utiliteitsbouw (B&U) en voor Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW).



nibe




**Figuur 3: verdeling bouwmaterialen toegepast in Nederland op basis van verschillende eenheden.**

De grafieken betreffen een indicatie, gebaseerd op de volgende uitgangspunten. De meeste hoeveelheden zijn overgenomen uit het rapport 'Meten is weten in de Nederlandse bouw' van CE Delft (2). Voor de hoeveelheid hout was hier het volume in $m^3$ rhe (rondhoutequivalent) genomen. Dit aantal is vervangen door het achterliggende volume in $m^3$ (11), zodat een beeld ontstaat van wat de verdeling is van de materialen die in de bouwwerken zitten. Zand en grind zijn uit de vergelijking gehaald. Isolatiemateriaal is er aan toegevoegd, gebaseerd op marktinformatie van RVO (12). Voor het isolatiemateriaal is als gemiddelde dichtheid 55 kg/$m^3$ aangenomen. Voor hout is als gemiddelde dichtheid 600 kg/$m^3$ aangenomen (13). Voor de hoeveelheid kalkzandsteen en cellenbeton is een eigen inschatting van gemaakt.
De waarden voor MKI en $CO_2$ zijn gebaseerd op gangbare profielen uit de NMD en berekend m.b.v. de bepalingsmethode 2.0 (fase A1-A3+C2-D). Voor de bijbehorende afvalscenario's is bepalingsmethode 3.0 aangehouden. De $CO_2$-uitstoot is uitgedrukt in $CO_2$-equivalenten en gelijk aan het milieueffect Global Warming Potential (GWP). Voor beton zijn de waarden berekend op basis van de gemiddelde samenstelling zoals omschreven in (2). Voor de waarden voor isolatiemateriaal is het gemiddelde genomen van steenwol, glaswol en EPS. Voor de waarden voor hout is het gemiddelde genomen van Europees naaldhout en gelamineerd hout (beide cat2, waarbij de waarde van gelamineerd hout tevens in de buurt ligt van spaanplaat, OSB en tropisch loofhout). Voor kunststoffen is het SBK 218 PVC profiel gehanteerd, omdat meer dan de helft van de kunststoffen in de bouw PVC betreft [CE]. Voor dakbedekking is het SBK 036 bitumen APP profiel aangenomen, omdat bijna de helft van de dakbedekking dit materiaal betrof (2).
De prijzen zijn gebaseerd op recente gegevens van diverse websites die kostprijzen geven van bouwmaterialen, geleverd op het werk (staalprijzen.nl, inlands-hout.nl, bouwmaterialenkopen.nl) en informatie geleverd bij aanbestedingen op tenderned.nl.



nibe

# VERDIEPING - Overzicht biobased materialen

Deze notitie omvat geen totaaloverzicht van álle biobased materialen. Een goed overzicht hiervan is o.a. te vinden in de 'Catalogus biobased bouwmate-rialen 2019' van WUR (14). En in de kennisbank www.biobasedbouwen.nl
In deze verdieping worden een aantal van deze materialen verder toegelicht. Aan hout, lignine en biobased chemicals zijn specifieke verdiepingen gewijd.

*Riet*

| | |
|---|---|
| **Wat:** | Dakafwerking, gevelbekleding |
| **Misvatting:** | Levensduur is beter dan men verwacht met weinig onderhoud |
| **Voordelen:** | Isolerende werking |
| **Nadelen:** | Steeds meer riet moet uit China komen (5), bewerkelijk, prijzig |
| **Potentie:** | Kan hellende dakbedekking vervangen. Voldoende riet voorhanden en opschalingscapaciteit om te groeien (5). |

*Vlas*

| | |
|---|---|
| **Wat:** | Dakisolatie, voorzet- en tussenwanden, spouwisolatie |
| **Misvatting:** | Prijsconcurrerend; voor dakelementen gelijk. Bij renovatie isolatie zelfs goedkoper; geen dampremmende folie nodig (4). |
| **Voordelen:** | Dampopen (gezond binnenklimaat), goed uit te breiden naar hogere R-waarde (zonder dat condens tussen platen ontstaat) |
| **Nadelen:** | Stugger materiaal |
| **Potentie:** | Zou alle steenwol kunnen vervangen. Groeit lokaal en is een restproduct. Verwerkingscapaciteit meest beperkende factor |

*Stro*

| | |
|---|---|
| **Wat:** | Prefab gevelelementen, na-isolatie, binnenwanden |
| **Misvatting:** | Brandveiligheid, levensduur, onderhoud en ongediertevrij |
| **Voordelen:** | Hoge isolatiewaarde, dampopen, lokaal. |
| **Nadelen:** | Bewerkelijk, kleinschalig (daardoor duurder) |
| **Potentie:** | Kan van woningen het isolatie en binnenspouwblad vervangen. Gestapelde bouw tot beperkte hoogte mogelijk. |

*Bamboe*

| | |
|---|---|
| **Wat:** | Vloerafwerking, bestrating, gevelbekleding, constructies |
| **Misvatting:** | Twijfel aan kwaliteit |
| **Voordelen:** | Groeit snel, sterk materiaal |
| **Nadelen:** | Prijzig, niet lokaal, verschil in milieu-impact tussen pure bamboe en bewerkte bamboe |
| **Potentie:** | Veel toepassingsmogelijkheden. In vijf jaar 25% groei mogelijk. Beperkingen: te korte lengtes en voldoen aan normen. |

*Hennep*

| | |
|---|---|
| **Wat:** | Kalkhennep blokken en stuc, hennep plaatmateriaal en isolatie |
| **Misvatting:** | Twijfel aan kwaliteit |
| **Voordelen:** | Groeit zonder pesticiden, goed bestand tegen schimmels |
| **Nadelen:** | Kalkhennep niet 100% biobased, lage isolatiewaarde, prijzig |
| **Potentie:** | Cannabidiol-olieproductie kan een rol spelen. Als hennep legaal verbouwd mag worden, kan dit een impuls krijgen. (14) |

**Bio-EPS**: Gemaakt van een afvalproduct van de rietsuiker industrie. Biologische vervanging van EPS met zelfde isolatie-eigenschappen.

**Plantaardige dakbedekking:** Er bestaan tegenwoordig dakbedekkingen waarin bitumen is vervangen door natuurlijke grondstoffen.

**Cellulose:** Grondstof van verschillende planten (voornamelijk bomen). Cellulose wordt toegepast als isolatie en doorgaans vervaardigd uit gerecycled papier, zoals oude kranten of toiletpapier.

# 3 CASE STUDIES – B&U

Voor de B&U sector zijn case studies gedaan, gebaseerd op referentiegebouwen uit de GPR-software:

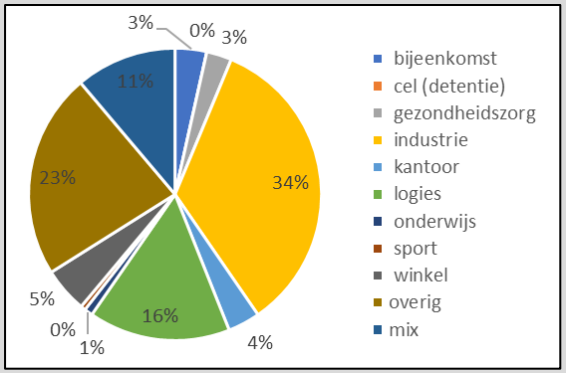
- Rijtjeswoning hoekwoning (representatief voor eengezinswoningen).
- Appartementencomplex (representatief voor meergezinswoningen).
- Kantoor 3.000 m² (representatief voor utiliteitsbouw).
- Bedrijfsgebouw 3.276 m², h=7,2m (representatief voor utiliteitsbouw).

Zie het kader hieronder voor een toelichting voor deze keuze.

**Woning- en Utiliteitsbouw op basis van CBS data**

In 2018 zijn er 66.000 woningen gebouwd en 9.500 utiliteitsgebouwen (15). Van de totale voorraad woningen betreft een derde meergezinswoningen (appartementen) en twee derde eengezinswoningen (16). Van nieuw gebouwde eengezinswoningen was het gemiddeld oppervlak het afgelopen decennium 160 m² en van meergezinswoningen 90 m².

De in 2018 nieuw gebouwde utiliteitsgebouwen zijn als volgt naar functie te verdelen (15). Industriegebouwen betreffen loodsen en stallen e.d.




We doen hierbij de volgende aanname: de helft van de utiliteitsgebouwen kan worden vergeleken met een kantoorgebouw, de andere helft van de utiliteitsgebouwen kan worden vergeleken met een bedrijfsgebouw.

## 3.1 Woningbouw

Voor de case studies met betrekking tot woningbouw is er gekeken naar een hoekwoning en een appartementencomplex. De biobased producten die zijn toegepast staan in onderstaande tabel. Links staat aangegeven welke onderdelen uit de referentie zijn aangepast. Rechts staat het gehanteerde biobased alternatief.

| Onderdeel in referentie | Biobased alternatief |
|---|---|
| Betonnen heipalen | Houten heipalen |
| Betonnen vloeren woning<br>Betonnen vloeren appartement | Houtskeletbouw vloeren<br>Houten kanaalplaatvloeren (+ benodigde geluidsisolatie) |
| Beton en gipsblok wanden | Grenen logs wanden/HSB dragende en woningscheidende wanden |
| Baksteen gevel, kalkzandsteen binnenblad en glaswol isolatie | Gevelelementen van stro en hout met eikenhout bekleding |
| Betonnen dakpannen<br>Bitumen dakbedekking | Rieten dakbedekking<br>Plantaardige dakbedekking |
| Dakisolatie | Vlaswol isolatie |
| PVC dakgoot | Houten dakgoot |
| Baksteen straatstenen | Bamboe terreinverharding |

**Tabel 1: vervangen onderdelen in de MPG-berekeningen t.b.v. woningbouw.**

Van de referenties en de biobased varianten zijn gewichtsberekeningen gemaakt. Hierbij is het zand eraf gehaald, om inzicht te krijgen in het materiaal dat in de gebouwen wordt toegepast (in de MPG-berekeningen hebben we het zand laten staan).

## 3.2 Utiliteitsbouw

Met betrekking tot de utiliteitsbouw is er een case studie gemaakt van een kantoor- of bedrijfsgebouw. In de tabel staat aangegeven welke materialen zijn vervangen voor welke biobased alternatieven.

| Onderdeel in referentie | Biobased alternatief |
|---|---|
| Betonnen heipalen | Houten heipalen |
| Betonnen vloeren | Houten kanaalplaatvloeren |
| Betonnen kolommen en liggers | Gelamineerd hout |
| Dragende beton wanden | HSB dragende wanden |
| Gipsvezelplaat systeemwanden | HSB binnenwanden |
| Baksteen gevel, kalkzandsteen binnenblad en glaswol isolatie | HSB elementen met tropisch loofhout bekleding en EPS op basis van biopolymeren |
| Bitumen dakbedekking | Plantaardige dakbedekking |
| Dak- en begane grondisolatie EPS | Vlasisolatie |
| Stalen binnenkozijnen en betonnen trappen | Houten kozijnen en houten trappen |
| Baksteen straatstenen | Bamboe terreinverharding |

**Tabel 2: vervangen onderdelen in de MPG-berekening van de referentie 'kantoor'.**

| Onderdeel in referentie | Biobased alternatief |
|---|---|
| Betonnen heipalen | Houten heipalen |
| Betonnen begane grond<br><br>Betonnen verdiepingsvloeren | Niet vervangen t.b.v. zware voertuigen en opslag<br>Houten kanaalplaatvloeren |
| Betonnen kolommen en liggers | Gelamineerd hout |
| Dragende beton wanden | Grenen logs wanden |
| Gipsblok binnenwanden | HSB binnenwanden |
| Kalkzandsteen binnenblad en glaswol isolatie<br>Stalen bekleding | HSB elementen en EPS op basis van biopolymeren<br>Tropisch loofhout bekleding |
| Bitumen dakbedekking | Plantaardige dakbedekking |
| Dak- en begane grondisolatie EPS | EPS op basis van biopolymeren/Cellulose |
| Stalen binnenkozijnen en betonnen trappen | Houten kozijnen en houten trappen |
| Baksteen straatstenen | Niet vervangen t.b.v. zwaar verkeer |

**Tabel 3: vervangen onderdelen in de MPG-berekening van de referentie 'bedrijfsgebouw'.**

## 3.3 Totaal voor B&U

| CASE STUDY | REFERENTIE | | | BIOBASED | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *MPG* | *$CO_2$* | *w% BB* | *MPG* | *$CO_2$* | *w% BB* |
| Hoekwoning | 0,70 | 6,43 | 1,2% | 0,56 | 3,86 | 67% |
| Appartement | 0,60 | 5,39 | 0,5% | 0,52 | 3,80 | 50% |
| Kantoor | 0,64 | 5,09 | 0,0% | 0,50 | 2,54 | 45% |
| Bedrijfsgebouw | 0,54 | 5,64 | 0,1% | 0,45 | 3,28 | 11% |

**Tabel 4: Resultaat referentie en biobased berekeningen. MPG in MKI/m² BVO per jaar, kg $CO_2$ eq./m² BVO per jaar en % biobased op basis van totaalgewicht.**

De berekeningen zijn gemaakt om een indicatie te krijgen van de mogelijke effecten van het toepassen van biobased materialen. Zie het kader hieronder voor een aantal kanttekeningen.

De MPG-berekeningen zijn gemaakt in GPR versie 4.3. Hoewel de referentiegebouwen een illustratie zijn van de in Nederland gehanteerde bouwmethoden, bestaan er natuurlijk tal van verschillende uitvoeringen. Hetzelfde geldt voor de biobased varianten. Er is getracht bij de vervangingen de verschillende mogelijkheden van biobased materiaal te illustreren. Naast dat andere keuzes mogelijk zijn geldt:
- Van sommige biobased materialen zijn nog onvoldoende levenscyclusanalyse -gegevens (LCA), zoals biocomposiet.
- Schapenwol en geëxpandeerde kurk zijn bewust niet gekozen omdat deze materialen aanzienlijk slechter scoren dan het traditionele alternatief.

Desalniettemin geeft de vergelijking een inschatting van hoe biobased bouw zich verhoudt ten opzichte van traditionele bouw.
In tegenstelling tot andere berekeningen in dit rapport rekent de GPR-software nog met de afvalscenario's op basis van bepalingsmethode 2.0. Voor biobased materialen wordt in deze afvalscenario's energie op basis van fossiele brandstoffen uitgespaard. In de nieuwe methode wordt energie op basis van hernieuwbare brandstoffen uitgespaard. Hierdoor ontstaat middels de MPG-berekeningen een iets te positief beeld ten opzichte van hoe dit met de nieuwe methode zal uitpakken.



nibe

Duidelijk wordt dat dat er flinke verbeteringen te bereiken zijn in de milieulast en klimaatimpact van gebouwen als er wordt gekozen voor biobased materiaal. Voor de MPG-score is een reductie van ongeveer 20% bereikt en de $CO_2$-equivalent is met gemiddeld 40% omlaag gebracht.

Biobased materialen kunnen in de meeste gebouwtypen een behoorlijk deel van de traditionele materialen vervangen. Onderdelen zonder biobased alternatief zijn:

- Betonnen fundering (hoewel er voorbeelden zijn van biobased woningen, die zo licht waren, dat de traditionele fundering niet nodig bleek. Dit is in deze vergelijking niet meegenomen).
- Installaties (pv-panelen, leidingen, cv-ketels, etc.).
- Glas.
- Inrichting (keramische onderdelen).
- Gipsvezelplaten in houtskeletbouw t.b.v. brandwerendheid (17).

Voor een aantal van deze onderdelen bestaan andere circulaire, secundaire alternatieven zoals Freement®, gerecycled glas en hergebruikte gipsvezelplaten).

Achteraf is in overleg met de houtbranche geconcludeerd dat grenen logs wanden niet de meest logische keuze zijn (18). Zij denken dat CLT (Cross Laminated Timber, ofwel gelijmde houtconstructies) een realistischer scenario is. Dit is niet meer in de berekeningen aangepast.

Op basis van de gewichtsberekeningen van de case studies vermenigvuldigd met de cijfers van het CBS, zouden we de volgende hoeveelheden materiaal nodig hebben gehad in 2018 om nieuwbouwgebouwen biobased uit te voeren, (zie tabel 5).

We zijn ons ervan bewust dat de geschetste scenario's aannames betreffen, maar het laat wel zien dat sommige materialen nog flink moeten worden opgeschaald.

In paragraaf 6.1 Aanbod van grondstoffen (pagina 21) wordt hier nader op ingegaan.

Over stro zeggen we nu alvast dat dit een enorme opschaling zou betreffen. Het was realistischer geweest om in de case studies een meer evenwichtige verhouding van isolatiematerialen toe te passen.

| Materiaal | Benodigde hoeveelheid (in kton) | Benodigde toename (maal huidig aantal kton per jaar) |
|---|---|---|
| Hout | 2.200 | 2x* |
| Stro | 200 | 500x |
| Vlas | 50 | 20x |
| Plantaardige dakbedekking | 11 | onbekend |
| Bamboe | 14 | 1,7x |
| Riet | 127 | 3,6x |
| Bio EPS | 33 | onbekend |
| Cellulose | 53 | onbekend |

**Tabel 5: benodigd aantal biobased materiaal op basis van case studies.**

Volgens de huidige stand van zaken wordt er 1.100 kton in de bouw toegepast. Dat zou betekenen dat de helft van de B&U al in hout wordt uitgevoerd, op de wijze die in onze case studies is aangedragen. Dat is niet het geval.
We hebben onze case study van de hoekwoning voorgelegd aan Centrum Hout. Onze uitkomsten voor hout betreffen een lichte overschatting, omdat zij doorgaans niet rekenen met houten funderingspalen. Voor de rest komen onze getallen met die van hen overeen. De huidige stand van zaken is gebaseerd op gegevens van Probos. Probos heeft deze gegevens bepaald door houthandelaren te vragen naar de marktsegmenten waar zij hun hout afzetten (4). De tuin- DHZ-, meubel- en interieursector zijn hierbij afzonderlijk uitgevraagd. Dit bestaande houtvolume voor woning- en utiliteitsbouw lijkt nu dus op het eerste gezicht voldoende om alle nieuwbouwwoningen volledig in hout te realiseren, maar dat

doen we niet. We weten uit de inschatting van de Houtskeletbouwsector dat ongeveer 16% van de woningen in hout wordt gerealiseerd (zie Editorial Houtskeletbouw op pagina 14). De enige verklaring hiervoor lijkt ons dat van deze 1.100 kton slechts een beperkt deel naar nieuwbouw van eengezinswoningen gaat. De rest zou dan onderhoud, renovatie en utiliteitsbouw moeten zijn. Ook wordt er hout voor bekistingen ingezet.

Hierdoor kunnen we niet uitrekenen hoeveel hout er aanvullend nodig is, maar bepalen we dit aan de hand van aannames. Volgens onze berekeningen is er 900 kton nodig om alle grondgebonden woningen in hout uit te voeren. 16% (getal van de HSB sector) van 900 is ongeveer 150 kton hout dat nu al in zulke woningen wordt toegepast. Daarnaast doen we de aanname dat er maximaal nog eens 150 kton hout in de utiliteitsbouw en meergezinswoningen wordt toegepast.
Dan zou er dus aanvullend 1.900 kton hout nodig zijn om de gehele B&U in hout uit te voeren.

# EDITORIAL - Houtskeletbouw

***Geschreven door: Jos Lichtenberg (em. Hoogleraar TU/e en voorzitter VHSB)***

## *Toekomst voor houtbouw*

De houtbouw (en daarbinnen de houtskeletbouw) ziet een grote toekomst voor zich. Bijna alle trends wijzen op een enorme groei van de vraag. De marktontwikkelingen komen het bouwen met hout als het ware tegemoet. Houtbouw gaat over hernieuwbare biobased materialen, over flexibiliteit en circulariteit. Verder is houtbouw lichter en slanker en dat leidt tot minder materiaalgebruik. Hout gaat over natuurlijk, eerlijk, aaibaar, gezondheid en comfort. De houtskeletbouw is een prefab-sector bij uitstek. Daardoor kun je met weinig personeel meters maken en beter een vooraf gedefinieerd kwaliteitsniveau bereiken. En dat ook nog eens op een efficiënte en concurrerende wijze. Een groeiende vraag is onvermijdelijk.

## *$CO_2$ en klimaatdoelstellingen*

En niet onbelangrijk houtbouw leidt tot een substantiële $CO_2$-reductie. Hout vervangt materialen die bij productie veel $CO_2$-uitstoot genereren. Maar heeft daarnaast een groot opslagvermogen en het ruimt de $CO_2$-uitstoot van anderen op. Daarmee kan houtbouw een belangrijk bijdrage vormen in het realiseren van klimaatdoelstellingen. De groeiverwachtingen zijn natuurlijk ook op déze betekenisvolle eigenschap van hout gebaseerd.

## *Ratio vs. traditie*

Het enige wat nog in de weg staat zijn routines, gewoontes en tradities. We zijn het anders gewend. De houtsector denkt dat te kunnen overwinnen. Zodra de ratio de traditie overwint, zal de vraag uit de markt toenemen. vragen. Wellicht zelfs sneller dan de sector kan bijbenen.
De sfeer in de branche is er een van 'laat maar komen', dat vangen we wel op. Tegelijkertijd wil de branche gecontroleerd groeien. Naast autonome groei zullen zich ook nieuwe toetreders aandienen. Gezonde concurrentie is prima. Waarover in dat kader zorgen bestaan is de aantasting van het uitstekende kwaliteitsimago waaraan jarenlang is gewerkt. De sector wil zeker groeien. maar tegelijkertijd kost wat kost de kwaliteit bewaken.

## *Marktaandeel*

De branche is in Nederland van oudsher relatief bescheiden aanwezig. Als je spreekt van pure houtskeletbouw en we alleen naar de woningmarkt kijken, dan lijkt het marktaandeel al decennia nauwelijks boven de 3% uit te komen. Dat cijfer moet echter worden genuanceerd. In de bouw zien we namelijk steeds meer mengvormen en als je naar bouwdelen kijkt dan is houtskeletbouw opmerkelijk prominent aanwezig. Voor de prefab binnenspouwbladen en topgevels geldt een marktaandeel van minstens 15%. Voor hellende daken ligt dat zelfs op bijna 90%. Voor andere bouwdelen als vloeren, binnenwanden en platte daken gelden lagere percentages. Als je alle ' vierkante meters bouwdeel bekijkt, komt de houtskeletbouw inclusief houtbouw aan meer dan 15% marktaandeel. Samen jaarlijks goed voor ruim 3,6 miljoen $m^2$ (daken, vloeren, gevels, etc. bij elkaar).

## *Groei*

Autonome groeiplannen zullen over ca. vijf jaar leiden tot een productie van 4,7 miljoen $m^2$ oftewel 21% marktaandeel. Die groei kunnen de huidige aanbieders aan door investeringen in extra productiecapaciteit, het opvoeren van de efficiëntie in bestaande producties (bijvoorbeeld door standaardisatie). Ook de hoge gunfactor en het onderling uitbesteden leidt tot het beter benutten van de capaciteit. De branche organiseert daarnaast gerichte trainingen en opleidingen en werkt met een energiek team aan de interne en externe communicatie. Dat alles wordt nu gebundeld en gelijkgericht bij de opzet en uitvoering van een robuust innovatieprogramma.

***Kortom: 'Hout groeit'!***

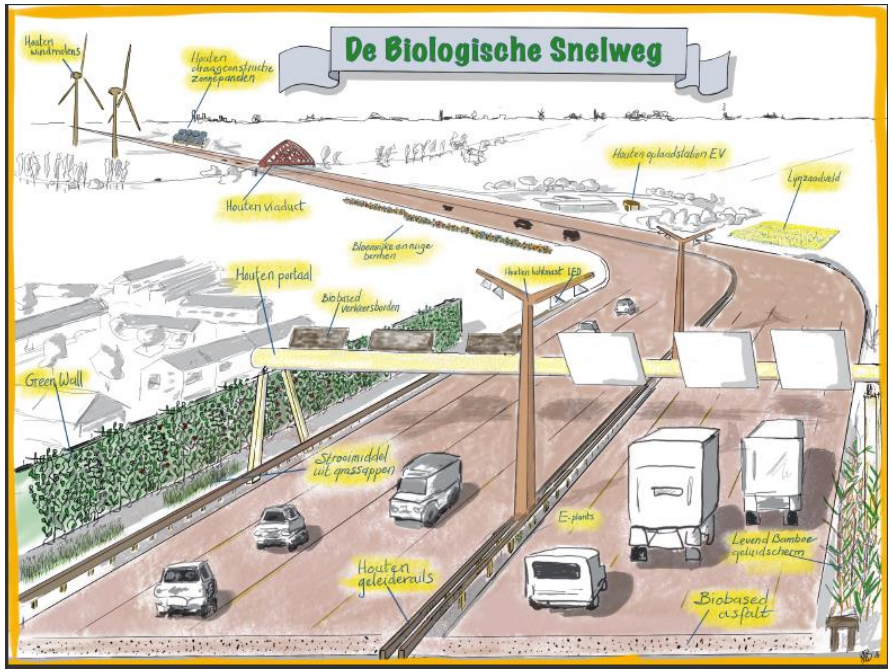
# 4 CASE STUDIES - GWW

In de grond-, weg- en waterbouw (GWW) is de laatste tijd veel aandacht voor de inzet van biobased materialen. Er zijn diverse proefprojecten en verkenningen gedaan om te kijken naar het potentieel.
Onder regie van De Bouwcampus is een community actief geweest die een visie op de circulaire snelweg heeft ontwikkeld. Een onderdeel daarvan was de biologische snelweg: een snelweg zoals we die vandaag de dag gemiddeld inzetten, maar dan maximaal opgebouwd uit materialen van biologische oorsprong en met focus op inpassing en effect van de snelweg op zijn omgeving.

## 4.1 Snelwegontwerp

De verkenning naar de biologische snelweg heeft laten zien dat er op veertien onderdelen van een snelwegontwerp biobased alternatieven beschikbaar zijn. De meest in het oog springende alternatieven zijn: houten geleiderails, portalen en viaducten en biobased asfalt, geluidschermen en verkeersborden. In een studie uitgevoerd door NIBE (19) is gekeken naar de impact op $CO_2$, MKI en grondstoffen wanneer deze biobased alternatieven op het totale RWS areaal toegepast zouden zijn geweest. Tabel 6 geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten.

Dit overzicht toont dat (als het bestaande areaal model mag staan voor de toekomstige uitvoeringsopgave van RWS) biobased grondstoffen een potentieel hebben van 13,8% reductie op MKI, 21,8% reductie op $CO_2$ en 15,8% op gebruik van primaire grondstoffen voor de uitvoeringsopdracht van Rijkswaterstaat. Dit is exclusief de vaarwegen en exclusief het hoogwaterbeschermingsprogramma.




**Figuur 4. Schematische weergave van de Biobased snelweg, zoals ontwikkeld in de community "Visie op de circulaire Infra" van de Bouwcampus en Rijkswaterstaat [2018] (20).**

| | Product | | | Areaal | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Innovatie | MKI | $CO_2$ | Primaire grondstof | MKI | $CO_2$ | Primaire grondstof |
| Houten Geleiderail | -69,0% | -77,1% | -95,7% | -7,6% | -4,6% | -0,2% |
| Greenwall | -14,6% | -62,1% | -98,1% | -0,4% | -2,3% | -2,9% |
| Lignine Asfalt | -10,3% | -12,7% | -2,1% | -5,0% | -5,8% | -1,2% |
| Houten Brug/Viaduct* | - 6,5% | -119% | -96,3% | -0,4% | -8,5% | -9,7% |
| Houten Portaal | -78,0% | -94,2% | -87,9% | -0,4% | -0,6% | -0,04% |

**Tabel 6: Overzicht van de impact van de belangrijkste innovaties in de Biobased snelweg uit het project Circulaire Innovaties in de GWW (9).**
*** Voor de houten brug/viaduct zijn de gegevens opgenomen uit de studie naar de Balgzandbrug (21).**

## 4.2 Potentie

Wanneer we de in Tabel 6 genoemde biobased producten toepassen in snelwegen en viaducten dan krijgen we in potentie de in Tabel 7 weergegeven reducties per km weg of per brug/viaduct. Voor het brug/viaduct is een ontwerp voor de Balgzandbrug als uitgangspunt genomen (21). (Elke brug of viaduct is door de omgeving uniek, dat maakt het lastig om een bepaalde referentie te hanteren). Voor A- en N-wegen is het standaard wegontwerp van Rijkswaterstaat aangehouden en de verhouding tussen A- en N-wegen, zoals die in het areaal van Rijkswaterstaat voorkomen. (19)

| **Score per FE** | **A en N-weg* (km)** | | **Brug/Viaduct** (x m overspanning)** | |
|---|---|---|---|---|
| | *Ref* | *Biobased* | *Ref* | *Biobased* |
| **MKI** | € 126.711 | € 114.198 | € 25.939 | € 24.259 |
| **GWP (ton $CO_2$ eq)** | 1.155 Ton | 1.010 Ton | 246 | -47 |

* Inclusief geleiderail, portalen, geluidscherm en fundering, gemiddelde tussen A- en N-weg profiel, verhouding gebaseerd op areaal Rijkswaterstaat.

** gebaseerd op resultaten van de studie naar de Balgzandbrug (21). Bruggen en viaducten zijn telkens zeer verschillend, het is niet onderzocht of dit viaduct representatief is als gemiddeld voor Nederland.

**Tabel 7. Overzicht van $CO_2$ en MKI-reductie potentieel op een standaard weg (A of N) of viaduct. Voor de weg is een verhouding tussen A en N-weg toegepast, zoals Rijkswaterstaat die in haar areaal heeft.**

Om een inschatting te maken van de totaal benodigde hoeveelheid aan biobased materiaal zijn de biobased ontwerpen vermenigvuldigd met een inschatting voor jaarlijks aan te leggen infrastructuur. Deze inschatting is gebaseerd op een onderzoek van Rijkswaterstaat (22) naar geleiderail en portalen en gegevens van de vakgroep bitumineuze werken (VWB) voor asfalt. Voor een inschatting van het aantal jaarlijks aan te leggen bruggen en viaducten is het totaal aantal bruggen uit het areaal van Rijkswaterstaat (ca. 3.500 (19)) gedeeld door een aanname van vijftig jaar voor de gemiddelde levensduur. Dit geeft een inschatting van zeventig aan te leggen bruggen en viaducten. Geluidschermen zijn in deze analyse niet meegenomen vanwege het relatief kleine volume. Verkeersborden en hectometer paaltjes zijn in deze analyse ook niet meegenomen, omdat de informatie hiervoor ontbrak.

Dit alles tezamen levert voor de twee grootste stromen (hout en lignine) een inschatting van een technisch potentieel van respectievelijk 73 en 240 kt/jaar.

Voor hout wordt momenteel 154.000 $m^3$ gezaagd hout toegepast in de GWW (2). Dit betreft voornamelijk de waterbouw. Daarmee is de 73 kton een potentiële toename (gelijk aan 104.000 $m^3$ voor GWW hout met een gemiddelde dichtheid van 700 kg/$m^3$) van 67%.

Lignine wordt op dit moment nauwelijks toegepast in de GWW en het benodigde volume van 240 kt/jaar zou gelijk staan aan 22% van het wereldwijd geproduceerde volume (zie Verdieping Lignine op pagina 17 voor meer details). Om een dergelijk volume in Nederland beschikbaar te maken voor toepassing in de GWW zijn een aantal grootschalige productielocaties nodig, op een schaal zoals ze nu nog niet bestaan. Het lijkt op het eerste gezicht zeker mogelijk, maar zou wel een significante investering vragen.

De besproken analyses voor GWW en bouw laten een aanzienlijk potentieel zien. Zowel in reductie van milieuprestatie als ook in vermindering van de $CO_2$ emissie door bouwmaterialen. $CO_2$-uitstoot is van bijzonder belang, door de impact op klimaatverandering en staat op dit moment hoog op de prioriteitenlijst van ons kabinet. In het volgende hoofdstuk zullen we nader ingaan op hoe we doorgaans de $CO_2$-uitstoot van bouwmaterialen bepalen en welke twee aspecten hierin naar ons idee extra aandacht verdienen, met name bij de vergelijking van biobased materialen en andere materialen.

# VERDIEPING - Lignine

Asfalt is deels biobased te maken door de inzet van lignine.

Eerste-generatie processen voor biotechnologische of chemische omzettingen van suiker naar bijvoorbeeld bioethanol maken gebruik van grondstoffen die ook voor voeding worden gebruikt zoals tarwe, mais, bieten en aardappelen. Met een toenemende vraag naar grondstoffen zal meer van de biomassa die wordt geproduceerd benut moeten worden, met name ook de niet-eetbare delen. Juist de niet-eetbare biomassa, lignocellulose, bevat doorgaans lignine.

In tweede-generatie bioraffinageprocessen die voor deze grondstoffen worden ingezet wordt de lignocellulose biomassa via chemische en/of enzymatische processen omgezet tot suikers. Deze zijn geschikt voor fermentatie of chemische omzettingen tot bioethanol of andere chemische bouwstenen. De lignine in deze biomassa wordt nu nog gezien als een moeilijke nevenstroom die alleen geschikt is als energiebron. (23)

De huidige lignineproductie in de papierindustrie bedraagt wereldwijd ca. 200 miljoen ton per jaar. Dit wordt hoofdzakelijk voor energieopwekking ingezet, want op dit moment zijn de verwerkingsinstallaties in papierfabrieken niet geschikt om lignine te isoleren in een vorm, waarin het bruikbaar zou zijn voor toepassing als grondstof voor andere producten. Om dit mogelijk te maken is een investering in de papierfabriek nodig in een isolatieproces voor lignine. (23)

Lignine werkt als lijmstof die de plant stevigheid biedt, maar is ook waterafstotend en antimicrobieel. Lignine beschermt tegen UV-stralen en werkt als antioxidant. Het zijn deze specifieke eigenschappen die mede het leven op het land mogelijk hebben gemaakt en die gedurende de meer dan 400 miljoen jaar evolutionaire ontwikkeling van landplanten zijn doorgegeven. Maar deze eigenschappen van lignine kunnen ook voor verschillende toepassingen worden ingezet. Dit varieert van houtlijm, bitumenvervanger in asfalt, chemische bouwstenen voor polymeren, antioxidanten en surfactants, tot grondstof voor biobrandstoffen en andere energiedragers. (23)

Zowel uit de pulpfabrieken als uit de tweede generatie bio-ethanol fabrieken zal in de toekomst extra lignine op de markt komen (naar verwachting tussen de 4.000-12.000 kton in 2030).

De aankondigingen van de bedrijven die actief zijn in dit veld laten zien dat op korte termijn additioneel tenminste 100 kton/jaar lignine zal worden geproduceerd. Dit betekent een toename van 10% van de huidige productie van technische lignine (1.100 kton). Dit is weliswaar nog niet zoveel in verhouding tot de boven beschreven potentie, maar zal naar verwachting toch de ontwikkeling van nieuwe lignine applicaties en meer business cases tot gevolg hebben. Echter, veel van de hoogwaardige toepassingen bevinden zich momenteel nog in de R&D fase, waardoor het voor veel toepassingen nog zeker vijf tot tien jaar zal duren voordat ze op de markt komen. (23)

In Nederland is onderzoek verricht naar de toepassing van lignine ter vervanging van bitumen in asfalt. In deze pilot zijn bitumen in dit zogenaamde bio-asfalt voor de helft vervangen door lignine. In juli 2015 is er is een openbare demonstratieweg van 70 meter lengte neergelegd in de provincie Zeeland.

# 5 CO2-UITSTOOT VERMINDEREN

De $CO_2$-uitstoot omlaag brengen is een belangrijk thema en vastgelegd in de klimaatdoelstellingen. Het hangt nauw samen met de circulaire economie. In dit rapport wordt op meerdere plekken de $CO_2$-uitstoot ten gevolge van materialen weergegeven. Dit wordt uitgedrukt in kg $CO_2$ equivalent door middel van het milieueffect 'global warming potential' (GWP). Dit wordt uitgerekend als onderdeel van een levenscyclusanalyse (LCA). Er zijn echter twee aspecten die wij apart inzichtelijk willen maken. Deze dragen namelijk bij aan het maken van de juiste keuzes om $CO_2$-uitstoot te verminderen.

## 5.1 Toekomstige uitsparing in LCA

Het eerste aspect betreft het feit dat een LCA doorgaans een 'cradle to grave'-beschouwing betreft. Dit houdt in dat ook de effecten die ontstaan bij het einde van de levensduur worden meegerekend. Dit voelt voor de bouw vreemd aan, omdat het einde van de levensduur van een gebouw wel meer dan 75 jaar ver weg kan zijn. Terwijl er gerekend wordt met afvalscenario's die soms vandaag de dag al achterhaald zijn. Het is zeer onzeker of deze scenario's de verre toekomst goed omschrijven. Technologieën om $CO_2$ af te vangen bestaan al en zullen de komende decennia een steeds verdere toepassing kennen. Daarnaast verduurzaamt onze energieopwekking steeds verder. Neem het afvalscenario van staal. Hier wordt een aanzienlijke negatieve last (ofwel beloning) meegerekend omdat staal gerecycled kan worden. Maar de milieulast die daarmee 'uitgespaard' wordt is in de toekomst misschien helemaal niet meer zo groot.
Voor een veel voorkomend product (een ligger) hebben we bekeken wat de impact is in het heden (productie), tijdens de levensduur (indien van toepassing) en aan het einde van de levensduur. Zowel MKI, GWP (global warming potential) als hoeveel biogeen $CO_2$ die is opgeslagen, is weergeven. De MKI en GWP zijn berekend op basis van de bepalingsmethode 2.0, met uitzondering van de afvalscenario's; deze zijn omgezet naar bepalingsmethode 3.0, omdat dit grote invloed heeft op hoe verbranding van biobased materialen bij einde levensduur wordt meegerekend. De ligger is uitgewerkt op basis van de volgende functionele eenheid:

**Ligger:** Zowel vloer als ligger overspannen 7,2 m. Permanente belasting 6,45 kN/m$^2$ en veranderlijke belasting 2,25 kN/m$^2$ (CC2). Hoeveelheid materiaal voor 1 ligger, uitgerekend m.b.v. BHH-model 3.4.

In Tabel 8 zijn de resultaten weergegeven. Hierbij valt direct op hoe groot het positieve effect is dat bij het einde van de levensduur aan metalen wordt toegekend. Het is uiteraard goed dat deze materialen goed gerecycled en/of hergebruikt kunnen worden. Maar in de huidige methodiek wordt wat hiermee uitgespaard wordt van de initiële effecten afgetrokken. Omdat doorgaans alleen het totaal wordt weergegeven, weet de gebruiker van deze informatie niet hoe deze verhouding in de praktijk ligt en kan het dus ook niet goed laten meewegen in zijn beslissing.

| Materiaal | Productie (A1-A3) | Einde levensduur (C2-D) | Totaal (A1-A3, C2-D) | Opgeslagen (biogeen) $CO_2$ |
|---|---|---|---|---|
| | *kg $CO_2$ eq.* | *kg $CO_2$ eq.* | *kg $CO_2$ eq.* | *kg $CO_2$ bio* |
| Staal | 817 | -461 | 356 | |
| Gewapend beton | 445 | 13 | 458 | |
| Gelamineerd hout | 343 | -6 | 338 | 968[1] |

**Tabel 8. Overzicht van het milieueffect Klimaatverandering (kg CO2 eq.) van de verschillende levensfasen van een ligger, uitgevoerd in drie verschillende materialen.**

[1] Op basis van http://www.opslagco2inhout.nl/

Bij biobased materialen worden ook effecten bij einde levensduur uitgespaard, omdat deze verbrand kunnen worden om energie mee op te wekken en daarmee brandstof besparen. Hiervan is echter het aandeel op het totaal minder groot.

Het is van belang te beseffen dat we in de dagelijkse praktijk in Nederland deze 'cradle to grave'-benadering toepassen bij bepalen van de milieuprestatie van bouwmaterialen. Hierbij wordt de toekomstige uitsparing even zwaar gewogen als de initiële milieulast in productie en we geven tot nu toe het resultaat uitsluitend als een integraal getal weer in de totale MKI over alle levensfasen.

Per 1 juli 2019 komt de nieuwe versie van de Nationale Milieudatabase beschikbaar en daarin wordt het voor het eerst mogelijk om de milieueffecten per module in te zien. Daarmee krijgt de markt dus een extra instrument in handen om inzichtelijk te maken waar de bijdragen aan de milieuprestatie van bouwmaterialen vandaan komen. Daarmee zou het dan ook mogelijk zijn om milieueffecten, die met de productie van bouwmaterialen te maken hebben, anders te behandelen dan die gerelateerd aan recycling en hergebruik.

Wij pleiten ervoor dat als het gaat om terugdringen van $CO_2$-emissies ter voorkoming van klimaatverandering, we nadrukkelijker kijken naar de $CO_2$-impact van productie en minder naar de mogelijke uitsparing bij recycling, hergebruik en terugwinning van energie.

## 5.2 Biogeen $CO_2$

Zouden we de opgeslagen (biogeen) $CO_2$ in biobased producten moeten toerekenen als een negatieve $CO_2$-emissie? Deze vraag komt met enige regelmaat weer terug. Hierbij zou dan ook de vrijkomende $CO_2$ bij verbranding bij einde levensduur als positieve emissie worden gerekend. In de periode er tussenin, de effectieve levensduur van het biobased product, zou dan een verlaging van het $CO_2$-gehalte in de atmosfeer hebben plaatsgevonden. Feitelijk is het een juiste weergave van de werkelijkheid. Toch wordt het in ons Nederlandse LCA-systeem op een andere manier verrekend. Namelijk door de opname niet toe te rekenen en de uitstoot bij verbanding ook niet. Feitelijk wordt hiermee het effect van de tijdelijk opgeslagen $CO_2$ (gedurende de levensduur van een biobased product) geheel niet in de berekening van het Global Warming Potential (GWP) verrekend.

Deze benadering is niet in lijn met de Europese Product Category Rules (PCR) voor bouwproducten, de EN 15804. In deze Europese norm wordt de eerder genoemde benadering van toerekening van negatieve emissie bij groei van het biobased product en positieve emissie bij verbranding toegepast. Dit noemen we de -1/+1 methodiek. Hoewel dit opgeteld over de hele levenscyclus van het product precies dezelfde uitkomst geeft (want de norm schrijft ook voor dat er altijd een netto balans tussen opname en afgifte moet zijn, uitgezonderd enkele specifieke situaties), is dit toch een betere methode naar ons idee, omdat het in elk geval het effect zichtbaar maakt in de berekening van het milieueffect klimaatverandering over de verschillende levensfasen in de LCA.

In een LCA wordt uiteraard nu wel gekeken naar het milieueffect van toepassing van een biobased product en het feit dat er dan een ander product niet hoeft worden toegepast. Dit andere product kent ook een zekere $CO_2$-uitstoot . Wanneer het biobased product wordt toegepast, vermijden we het gebruik van het alternatieve product . Wanneer de milieu-impact van de twee scenario's (wel of geen gebruik van het biobased product) met elkaar worden vergelijken, wordt de eventuele winst in milieu-impact bij gebruik van het biobased product zichtbaar.

Het spreekt voor zich, dat het verstandig is een biobased product zo lang mogelijk in zijn nuttige toepassing te houden. Wanneer het product zijn eindelevensduur bereikt, dan rest uiteindelijk alleen energieterugwinning of compostering. (Waarbij de laatste naar ons idee de voorkeur zou moeten krijgen, omdat hiermee niet alleen de koolstof terug in zijn natuurlijke kringloop komt, maar ook de overige mineralen uit het biobased product.)

Het voornoemde principe heet cascadering: zo lang mogelijk biobased producten hoogwaardig inzetten. Dus ook hout en andere biobased producten zouden we zo vaak mogelijk willen hergebruiken en recyclen, tot ze ten slotte niet meer geschikt zijn voor een hoogwaardige toepassing. Door de ontwikkelingen in bijvoorbeeld de productie van lignine, komen er steeds meer mogelijkheden om biobased producten zo lang mogelijk een nuttige toepassing te laten behouden.

Wat nu als we meer hout gaan gebruiken? Dan zou er op een gegeven moment ook meer bos moeten worden aangeplant. Op dat moment vergroten we de $CO_2$-opname van het bosareaal en dat leidt wel degelijk tot vermindering van $CO_2$ in de atmosfeer. Een juiste manier om dit te verrekenen is in onze nationale $CO_2$-balans als negatieve $CO_2$-emissie voor aanplanten van bos. In het actieplan Bos en Hout is expliciet een $CO_2$-budget opgenomen voor aanplanten van extra bosareaal. Door dit in onze nationale $CO_2$-emissie monitoring systematiek als negatieve emissiefactor mee te nemen wordt het op een juiste manier verrekend.

Concluderend lijkt het ons wenselijk dat we in Nederland de -1/+1 methodiek uit de Europese norm EN 15804 gaan hanteren. In de nieuwe aanvulling op de Europese horizontale product category rules (PCR) voor bouwproducten (EN 15804:A2), die waarschijnlijk in juli 2019 wordt vastgesteld, is ook opgenomen dat het opgeslagen deel (biogeen) $CO_2$ expliciet gedeclareerd dient te worden. Dat lijkt ons ook een wenselijke aanvulling, want daarmee is in elk geval de informatie hierover beschikbaar en kan een ieder die het wil gebruiken voor een analyse over de gegevens beschikken.

# 6 VAN POTENTIE NAAR REALISATIE

In hoofdstuk 2, 3 en 4 hebben we gezien dat het aandeel van biobased materialen in de bouw ruim kan groeien. Het aandeel is nu nog relatief klein, terwijl de technische potentie wel aanwezig is om dit aandeel groter te laten zijn.
Echter spelen er meer zaken een rol die de groei van biobased materialen in de weg kunnen staan of juist bevorderen, namelijk:

- Aanbod (beschikbaarheid) van de grondstoffen.
- Industriële verwerkingscapaciteit.
- Praktische waardering en bruikbaarheid (denk aan esthetiek en onderhoud, maar ook aan prijs/kwaliteit verhouding).

In de volgende paragrafen wordt dit samengevat voor de beschouwde biobased materialen. Ook wordt op elk materiaal dieper ingegaan op  afzonderlijke Verdiepingspagina's.

## 6.1 Aanbod van grondstoffen

Een van de mogelijke drempels om het technisch potentieel van biobased in de bouw volledig te ontsluiten zou de beschikbaarheid van de benodigde grondstoffen kunnen zijn. De grondstoffen moeten geproduceerd kunnen worden op beschikbaar land areaal. We verkennen hoe dit zit voor de volgende stromen: hout, lignine, grondstoffen voor chemicaliën, stro en hennep.

**Hout**

Het overgrote deel van het hout in Nederland komt van import, waarvan het grootste deel uit Europa (ca. 88%) en een klein deel daarbuiten (12%), waaronder tropische gebieden. De Europese houtproductie heeft de potentie om met ongeveer 50% te groeien. Voor het deel dat in Nederland zelf wordt geproduceerd heeft de sector een actieplan opgesteld (24). Dit plan voorziet in een verdubbeling van de huidige productie. Deze verdubbeling wordt gerealiseerd door productiever beheer en uitbreiding van het areaal met 100.000 hectare. Dit plan is gedetailleerd uitgewerkt, inclusief een voorstel voor financiering en een berekening van de reductie in $CO_2$-emissie die het plan kan opleveren.
Maar zelfs als dit plan integraal uitgevoerd kan worden en de Europese productie met 50% groeit, dan voldoet het waarschijnlijk nog lang niet aan de groeiende vraag naar hout. De verwachting is dat de vraag naar hout zal verdubbelen en mogelijk zelfs verdrievoudigen (24). Dit komt voornamelijk door de toename van de vraag naar hout voor energieopwekking (25). De verwachting is dan ook dat de beschikbaarheid van hout voor de bouw onder druk zal komen te staan. Als er zou worden ingezet op cascadering en energie op een andere manier wordt opgewekt, dan zou er veel meer ruimte ontstaan om de inzet van hout als grondstof te laten groeien.

**Lignine**

Lignine komt voor in houtige en lignocellulose biomassa (23). Het fungeert als lijmstof voor de plant of boom. Alhoewel er wereldwijd 1,1 Mton lignine wordt geproduceerd, staat de productie ervan nog in de kinderschoenen. De beschikbaarheid is vele malen groter. Alleen al in de papierindustrie wordt er jaarlijks 200 Mton geproduceerd, hierbij wordt lignine vrijwel geheel als brandstof ingezet. Dit is echter relatief laagwaardig. De business case om de lignine te isoleren en op te werken lijkt positief en wordt momenteel wereldwijd in pilot installaties verkend. Daarnaast is er een tweede mogelijke bron voor lignine in de productie van bioethanol. Daarbij wordt de cellulose tot brandstof verwerkt en blijft de lignine over. Op korte termijn neemt het aanbod van lignine al met 10% toe. Bij een grotere vraag, bijvoorbeeld uit de bouw, kan de productie relatief snel worden opgeschaald naar veel grotere volumes.

# VERDIEPING - Hout

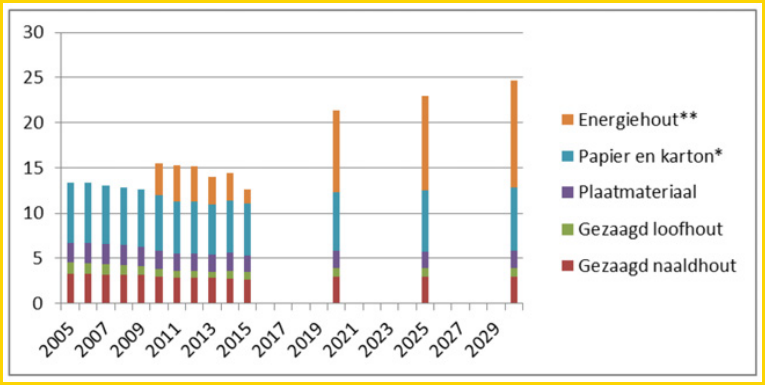
Het houtverbruik in Nederland lag de afgelopen jaren in totaal op ongeveer 15 miljoen $m^3$ rhe per jaar. (25) Rondhoutequivalent (rhe) is de hoeveelheid rondhout die nodig is om een bepaalde hoeveelheid product te maken.
In 2015 is naar schatting 2,4 miljoen $m^3$ rhe ingezet voor de woning- en utiliteitsbouw (B&U) en 0,2 miljoen $m^3$ rhe voor de GWW-sector. (9)
Van deze houtvraag komt slechts 10% uit eigen bos; de rest moet worden geïmporteerd. 80% van het hout in Nederland betreft Europees hout. (24)
Maar een klein deel van het houtverbruik betreft gezaagd tropisch hardhout, echter een derde hiervan gaat naar de GWW. Hiermee beslaat het meer dan de helft van het houtverbruik van deze sector.

| | Houtverbruik | %gezaagd tropisch hardhout |
|---|---|---|
| Totaal | $15 \times 10^6$ $m^3$ | 3,4% |
| B&U | 16% | 7% |
| GWW | 1% | 62% |

Tropisch hout scoort wat slechter op de milieu-impact dan Europees hout. Dit komt door het transport. Er valt echter wat voor te zeggen om het gebruik van tropisch hout te stimuleren. Het FSC stelt: *"Door te vragen naar FSC-hout en papier krijgen FSC-bossen economische waarde, waardoor de beheerder er goed mee omgaat. Het bos wordt dan niet gekapt om plaats te maken voor bijvoorbeeld soja- of palmolieplantages."* (26)

De verwachting is dat de Nederlandse houtvraag groeit naar ongeveer 30 miljoen $m^3$ rhe per jaar in 2030. (25) Daarmee verdubbelt de vraag in Nederland. Dit geldt ook voor de rest van de wereld; in het Actieplan Bos en Hout wordt zelfs gesproken over een verdrievoudiging van de mondiale vraag (24). De productie van Europees hout is nu 520 miljoen $m^3$ en kan tot maximaal 750 miljoen $m^3$ groeien.
De jaarlijkse oogst in Nederland kan verhoogd worden van 1,2 miljoen $m^3$ naar 1,8 miljoen $m^3$ per jaar. Daarnaast voorziet het Actieplan een uitbreiding van 25% extra hectare aan bos.
Feit blijft dat Nederland grotendeels afhankelijk zal zijn van import. Het ziet er naar uit dat hier schaarste zal ontstaan. Buiten Europa zijn er maar enkele regio's waar de oogst duurzaam verhoogd kan worden. (25) Het zou interessant zijn om te onderzoeken of dit omhoog kan, zowel vanuit bos dat niet benut wordt als bos dat nu niet duurzaam beheerd wordt.

24% van het houtverbruik in Nederland wordt direct ingezet voor energieopwekking (27). Van dit energiehout is 50% afval- en resthout, 30% vers hout afkomstig uit bos, landschap en stedelijk groen en 20% houtpellets. Naar verwachting zal het aandeel van houtverbruik ten behoeve van energieopwekking stijgen naar 40 à 50% in 2030 (25). Hier is zelfs een groot deel van de te verwachten groei van het houtverbruik aan te wijten.




**Figuur 5: Verwachte groei van houtverbruik in Nederland inclusief toepassing (25).**

Vanuit het gedachtegoed van cascadering zou het interessant zijn om te bekijken of we dit hout niet kunnen inzetten voor CLT of cellulose- of lignine-winning als duurzamere bestemming.

**Overige grondstoffen**
Schaarste is bij andere biobased materialen een minder groot issue, hoewel dit deels komt door de (nog) kleine vraag naar deze materialen. Zo wordt slechts 0,05% van de Nederlandse stro ingezet voor de bouw. Andere reststromen uit de agrarische industrie komen voort uit hennep en vlas. Hier is grote vraag naar voor textiel, waar slechts een deel van de plant bij gebruikt wordt. De rest van de plant is toepasbaar voor de productie van bouwproducten. Volgens Isovlas is het aanbod van vlas groot genoeg om steen- of glaswol te vervangen. (4)
Bamboe staat bekend om zijn snelle groei en kan wat dat betreft snel opgeschaald worden.

Bij biobased chemicals wordt geprobeerd zo veel mogelijk gebruik te maken van reststromen om niet te concurreren met de voedselindustrie. Dit heeft echter tot gevolg dat er met veel verschillende eigenschappen van de continu wisselende restmaterialen rekening moet worden gehouden. Dat brengt tevens extra kosten met zich mee. (7)

## 6.2 Industriële verwerkingscapaciteit

**Hout**
Kunnen de houtverwerkende partijen aan een grotere vraag naar hout in de bouw voldoen? Volgens een onderzoek van de WUR (25) is de verwachting dat in 2030 nog maar een klein aantal van de Nederlandse zagerijen actief zal zijn. Dit heeft uiteenlopende redenen (28).
Voor de levering van bouwhout vormt dit echter geen probleem, want het grootste deel van het hout voor de bouw komt reeds gezaagd en/of geschaafd uit het buitenland (Duits en Scandinavische zagerijen) (13) (18). Het is wel de ambitie van de sector om meer hoogwaardig hout uit de Nederlandse bossen te halen. Daar is een plan voor gemaakt, als uitwerking van het Actieplan Bos en Hout. (24) Dit plan voorziet in een stapsgewijze opbouw van productie van meer hoogwaardige toepassingen met hout uit Nederlandse bossen. Daarbij ligt de focus eerst op kozijnen (Lariks) en gevelbekleding (Lariks en Douglas) en vervolgens op Cross Laminated Timber (Grenen).
Voor de verwerking van hout in elementen voor toepassing in de bouw (Houtskeletbouw, HSB) ziet de sector een grote toekomst voor zich (zie Editorial HSB). De analyse van de sector laat zien dat er op dit moment in woningbouw al een aanzienlijk volume aan hout wordt verwerkt in allerlei elementen (daken, vloeren, gevels). Daarvanuit heeft de sector een groeiplan opgesteld, dat voorziet in een verdere groei van 15% naar 21% marktaandeel.

**Vezelachtige materialen**
De meeste biobased vezelachtige materialen (stro, vlas, hennep, riet) zijn vrij eenvoudig om te verwerken. Van oudsher komt er wel handarbeid bij kijken en arbeidsuren zijn in principe prijzig. Er komen echter steeds meer prefab oplossingen op de markt (bijv. stro gevelelement, geïsoleerde dakelementen met vlas) waardoor deze biobased materialen steeds beter kunnen concurreren met de traditionele bouw.

**Biobased chemicals en lignine**
Het deel van de biocomposieten dat het meest geschikt is voor opschaling wordt verwerkt in faciliteiten van de automotive industrie. Deze fabrieken zijn groot en hebben ruim voldoende capaciteit voor de maximaal verwachte opschaling. (7)
Voor andere biobased chemicals en lignine geldt dat dit opgepakt zal worden door de chemische industrie. Gezien de omvang van deze industrie is de verwachting dat opschaling (ook al betreft het een nieuw, innovatief gebied) minder snel een probleem zal vormen.

Het vooruitzicht voor de beschouwde materialen is dus positief. Er moet dan (flink) geïnvesteerd worden, maar de bereidheid daartoe is er.

# VERDIEPING - Biobased chemicaliën

Ook in de productie van chemicaliën kunnen biobased grondstoffen een rol spelen. Gestimuleerd door onderzoeksprogramma's van individuele landen, maar ook door de Europese Unie, zijn er innovatieve biobased producten ontwikkeld. De ontwikkeling ervan is niet eenvoudig te volgen, want er bestaat geen database of statistiek gericht op biobased producten in Europa of individuele landen.
Een recente studie van het Joined Research Centre (29) heeft voor tien belangrijke productgroepen in kaart gebracht wat de huidige stand van zaken is qua productie van biobased chemicaliën. Tevens is een inschatting gemaakt van de ontwikkeling tot 2025. De studie heeft zich geconcentreerd op producten die reeds commercieel beschikbaar zijn. In totaal zijn vijftig biobased producten, in tien productgroepen, in detail onderzocht.

Table 1: Estimates of total EU production, the bio-based share of production and the consumption of bio-based products for each category

| Product category | EU bio-based production (kt/a) | Total EU production (kt/a) | EU bio-based production share (%) | EU bio-based consumption (kt/a) |
|---|---|---|---|---|
| Platform chemicals | 181 | 60,791 | 0.3 | 197 |
| Solvents | 75 | 5,000 | 1.5 | 107 |
| Polymers for plastics | 268 | 60,000 | 0.4 | 247 |
| Paints, coatings, inks and dyes (a) | 1,002 | 10,340 | 12.5 | 1,293 |
| Surfactants | 1,500 | 3,000 | 50.0 | 1,800 |
| Cosmetics and personal care products (a) | 558 | 1,263 | 44.0 | 558 |
| Adhesives (a) | 237 | 2,680 | 9.0 | 320 |
| Lubricants (a) | 237 | 6,764 | 3.5 | 220 |
| Plasticisers (a) | 67 | 1,300 | 9.0 | 117 |
| Man-made fibres | 600 | 4,500 | 13.0 | 630 |
| Total | 4,725 | 155,639 | 3.0 | 5,489 |

(a) No total EU production data were found; it has been assumed that total EU production (fossil- and bio-based) equals the total EU market (fossil- and bio-based consumption).

Het belangrijkste resultaat is een inschatting van de huidige markt voor biobased chemicaliën voor tien productgroepen, waaronder voor de bouw relevante groepen als kunststoffen, lijmen, verven en coatings.

Het rapport laat een grote variatie zien in het aandeel biobased in de productgroepen, variërend van 50% voor surfactants tot slechts 0,3-0,4 % voor bulk-chemicaliën en kunststoffen. Over alle productgroepen gemiddeld is het biobased aandeel in de chemie 3,0% met een totale productie van 4,7 M ton/jaar. Deze industrie heeft een omzet van 9,2 Miljard Euro per jaar. Voor de productie is een totaal landoppervlak van 2,4 M ha benodigd met een gemiddelde productie van 0,51 ton/ha/jaar.
De jaarlijkse groei voor deze producten is ingeschat op 2 %/jaar, waarmee het productievolume verwacht wordt te groeien naar 6,1 M ton/jaar in 2025. Hiermee is een investering van 2,7 Miljard Euro per jaar gemoeid. Voor de productie van 1 ton biobased product was in Europa gemiddeld 1,08 Hectare landbouwgrond nodig. In totaal is er in Europa 2.393 hectare landbouwgrond in gebruik voor productie van biobased grondstoffen voor de productie van chemicaliën (ter vergelijk Nederland had in 2018 619.288 hectare landbouwgrond in gebruik).

De bouwsector kent twee grote productgroepen waarin chemicaliën hun toepassing vinden: kunststoffen en coatings (verven, lakken en lijmen). Onder coatings vallen ook composietmaterialen, die van een gelijke technologie gebruik maken. De bouwsector in Europa gebruikt jaarlijks zo'n tien miljoen ton kunststoffen (20% van het totale Europese kunststoffenverbruik) (30). Zo maken kunststof leidingen, met meer dan 50% van het jaarlijkse tonnage, het merendeel uit van alle nieuw aangelegde leidingen. En dit aandeel blijft groeien. Voor de ambitie '15% vervangen fossiele grondstoffen door biobased grondstoffen' van de VNCI (branchevereniging van de chemische industrie in Nederland) is 3 á 4 Mton ton d.s. biomassa nodig.

## 6.3 Waardering

Een ander aspect dat invloed heeft op de opschaling van biobased materialen in de bouw is de waardering hiervan door de gebruikers en mensen die het toepassen.

**Kosten**

Bouwen met traditionele materialen komt in zulke grote aantallen voor en is zodanig gestandaardiseerd dat de kosten hiervan ook zijn geoptimaliseerd. Daarnaast kennen de meeste biobased materialen gemiddeld meer arbeidsuren (kunnen prefab toepassingen hier een oplossing voor zijn?). Hoe kijken gebruikers aan tegen de prijs/kwaliteit-verhouding? Meestal kiest men voor de goedkoopste oplossing.

**Praktische bruikbaarheid**

Gemak is een ander criterium waarop een materiaalkeuze kan worden gebaseerd. Zo moet een kozijn van Europees naaldhout simpelweg vaker worden geschilderd dan alternatieven. Onderhoudsgevoeligheid kan de toepassing van sommige biobased materialen in de weg staan. Er ontstaan echter ook regelmatig misvattingen over. Zo hebben de stro gevelelementen een lange levensduur met weinig onderhoud en wordt vlas steeds vaker als isolatiemateriaal gekozen vanwege de fijne verwerkbaarheid (niet irriterend voor de huid) en het feit dat er geen dampremmende folie toegepast hoeft te worden (wat bewerkelijk is in renovatieprojecten) (4).

**Praktische waardering**

Biobased materialen hebben nogal eens te maken met vooroordelen. Zo zouden ze brandonveilig zijn, kan er ongedierte in leven, ontstaan er vochtproblemen en zou het snel vergaan.
Aspecten die al lang en breed zijn opgelost, maar die toepassing soms nog in de weg staan. Minder tastbaar is de esthetische kant. Soms kleeft er nog een geitenwollensokken imago aan biobased materialen, of vinden opdrachtgevers de materialen niet mooi.

Aan de andere kant worden de ‘look en feel’ van bijvoorbeeld hout ook vaak juist gewaardeerd (31). Qua comfort (minder last van koudebruggen) doen biobased materialen het ook beter.
De aandacht die de laatste jaren is ontstaan voor een gezonder binnenklimaat ten gevolge van de toenemende luchtdichtheid van gebouwen, kan biobased materiaal ook een impuls geven, omdat aan de meeste biobased materialen een positief vochtregulerend effect wordt toegeschreven (14). Isovlas onderschrijft dat voornamelijk dit laatste aspect de groei van hun productie heeft doen toenemen (4).

# 7 TOEKOMSTIGE POTENTIE

Rest de vraag: 'Hoe zou een toekomstige ontwikkeling van biobased materialen in de bouw er uit kunnen zien?' Uit de analyses van het technisch potentieel blijkt dat er aanzienlijke kansen liggen voor biobased materialen in zowel de bouw als de GWW, daar zal het dus niet aan liggen. In onderstaande tabellen is de potentie van beide sectoren bij elkaar opgeteld.

| Materiaal | marktvolume [kt/jaar] | Aanvullend potentieel [kt/jaar] | verhouding |
|---|---|---|---|
| Hout | 1.200 | 3.173 | 2,6x |
| Stro | 0,4 | 200 | 500x |
| lignine | - | 240 | - |
| Riet | 35 | 127 | 3,6x |
| Cellulose | - | 53 | - |
| Vlas | 2,6 | 50 | 20x |
| Bio EPS | - | 33 | - |
| Bamboe | 8,1 | 14 | 2x |

**Tabel 9. Overzicht van huidig marktvolume biobased materialen in bouw en GWW, het aanvullend technisch potentieel en de verhouding van dit potentieel ten opzicht van het huidige marktvolume.**

Echter, dit potentieel is er al geruime tijd maar heeft niet geleid tot ontwikkeling van de markt. Er zijn dus belemmeringen; hoe kunnen die worden weggenomen?

Uit de analyse van het aanbod van grondstoffen blijkt dat het soms lastig zal zijn om het technisch potentieel ook te realiseren. Nederland staat niet alleen in haar ambitie. In het buitenland is de markt ook in beweging en volgens de huidige prognoses gaat de vraag het aanbod aanzienlijk overstijgen. Prijsdruk is dus te verwachten.

Voor hout geldt dat verbetering van cascadering zeker kan helpen meer aanbod te creëren. Het gebruik van secundair hout kan sterk toenemen (iets wat 'urban mining'-bedrijven de laatste twee jaar hebben laten zien) en kan de druk op de markt voor nieuw hout enigszins verlichten. Het zou interessant zijn om de mogelijkheden in een verdere studie te bestuderen.

Voor de andere biobased materialen geldt dat deze momenteel nog nauwelijks commercieel ontwikkeld zijn. Hoewel vraag en aanbod voor deze materialen veel beter in verhouding blijven, speelt vooral mee dat er fors geïnvesteerd zal moeten worden. De bereidheid is er, het is vooral de vraag of de marktontwikkeling stabiel genoeg zal zijn om de bedrijven tot investeren te verleiden. Hier kan de overheid een belangrijke rol spelen. Langjarig stabiel en stimulerend politiek beleid helpt in zo'n geval.

Blijft ten slotte de vraag over waarom de toepassing van meer biobased materialen in de bouw niet eerder al op gang is gekomen? De reden hiervoor is meerledig te noemen. De belangrijkste belemmering lijkt de hogere prijs te zijn. Deze is echter mede ontstaan doordat de wederopbouw na de oorlog voornamelijk in beton is uitgevoerd. Dit heeft zich vervolgens ontwikkeld tot een zekere traditie; waar de bouwende partijen veel van weten en welke ze efficiënt kunnen uitvoeren. Waar voor de oorlog nog veel in hout wordt gebouwd, is deze kennis in Nederland verloren gegaan.
De markt is effectief en vermijdt oplossingen die meer kosten, zonder dat er een voldoende meerwaarde tegenover staat. De meerwaarde van een lagere $CO_2$-uitstoot is (nog) niet vertaald in financiële waarde en wordt dus (nog) niet meegenomen in de prijsvorming. Er is al wel sprake van enige beweging, met name in de GWW waar een partij als Rijkswaterstaat milieuprestatie in contracteisen en gunningscriteria vertaalt. Maar een versnelling en verbreding naar de rest van de markt lijkt nodig om het beschikbare potentieel effectief en op tijd te kunnen ontsluiten.

## 7.1 Scenario voor 2030

De komende tien jaar kan de Houtskeletbouw (HSB) met 40% groeien, zoals de sector zelf aangeeft. Ook het Actieplan Bos en Hout kan worden uitgevoerd, inclusief de opschaling van meer inlands hout naar de bouw (kozijnen, gevel en CLT). De intentie is om in Nederland 1 miljoen woningen te bouwen de komende tien jaar, dus dat lijkt een goede combinatie met het actieplan en HSB-opschaling. Ook bij isolatiematerialen lijkt een gezonde groei mogelijk te zijn. Verschillende materialen zijn hierbij kansrijk, zoals:
vlas, hennep, stro, kurk en cellulose.
In ons 2030 scenario gaan we ervanuit dat alle HSB-woningen in onze biobased case studie variant worden gerealiseerd, dus inclusief overige biobased componenten.

Het lijkt ons voor appartementencomplexen en kantoren een gezonde ambitie te streven naar 10% bouw in biobased oplossingen in 2030. Momenteel is het percentage biobased in deze segmenten vrijwel nul, maar er zijn wel prachtige voorbeeldprojecten die laten zien dat het wel degelijk mogelijk is:

- Hotel Jakarta, een duurzaam ontwerp van SeARCH architeccten.
- Haut, van Team V Architectuur, met hout als voornaamste materiaal.
- Triodos III, in het ontwerp van RAU staan natuur en ecologie centraal.

Toepassingen in de GWW lijken laaghangend fruit. Het gaat hierbij dan vooral om tropisch en verduurzaamd hout. Naast hout lijkt in de GWW vooral de toepassing van lignine als vervanger van bitumen kansrijk. De bouw van nieuwe productiecapaciteit en de technische toelating van lignine houdende producten op de markt zal wel tijd gaan kosten. Bij het scenario voor introductie van Biobased asfalt gebaseerd op lignine is uitgegaan van een aanlooptijd van zes jaar voor de bouw van een industriële installatie met voldoende capaciteit in Nederland en realiseren van technische goedkeuring voor toepassing op rijks- en snelwegen.

We hebben het voornoemde in een scenario uitgewerkt en weergegeven in Tabel 10. Hierbij is de $CO_2$-reductie berekend ten opzichte van onze referentiegebouwen en de Rijkswaterstaat snelwegreferentie (19).

| | **2020 [kt/jaar]** | **2030 [kt/jaar]** | **Δ kton $CO_2$ eq per jaar in 2030** |
|---|---|---|---|
| (HSB) Woningbouw | 150 | 267 | 172 |
| Appartementen | - | 28 | 24 |
| Kantoren | - | 57 | 103 |
| Hout (GWW) | 108 | 181 | 53 |
| Lignine (GWW) | - | 20 | 8 |

**Tabel 10. Scenario voor Biobased in de bouw in 2030 ten opzichte van 2020. Bij berekenen van reductie op $CO_2$-emissies is een vervangingsscenario aangehouden van de biobased case study ten opzichte van de referentie.**

Volgens dit scenario zouden er in 2030 ten opzichte van 2020 jaarlijks ruim 9.000 biobased woningen, 2.200 biobased appartementen, 150 biobased kantoren, 260.000 $m^3$ biobased asfalt, 400 km houten geleiderail, 150 houten portalen en 70 Houten bruggen of viaducten kunnen worden gerealiseerd. Dit zou dan gezamenlijk jaarlijks 359 kton $CO_2$-uitstoot besparen.

## 7.2 Scenario voor 2050

Een scenario verder de toekomst in is lastig te voorspellen. Tegelijkertijd kunnen we stellen dat dertig jaar veel tijd is om barrières op te lossen. Als scenario voor 2050 hebben we de hoeveelheid biobased materiaal aangehouden dat nodig is om de case studies te realiseren (o.b.v. het bouwvolume in 2018) en de bijbehorende $CO_2$-reductie. M.u.v. stro; hiervoor is de helft van de eengezinswoningen aangehouden en geen meergezinswoningen. Dit scenario is niet bedoeld als prognose, maar toont de $CO_2$-reductie als het volledige technisch potentieel gerealiseerd zou worden. In dat geval zijn de volgende hoeveelheden benodigd en wordt er meer dan 3,5 Mton vermeden $CO_2$-uitstoot gerealiseerd.

| | **2020 [kt/jaar]** | **2050 [kt/jaar]** | **Δ kton $CO_2$ eq per jaar in 2050** |
|---|---|---|---|
| Biobased materialen (Nieuwbouw) | 450 | 2.600 | 3.500 |
| Hout (GWW) | 108 | 181 | 53 |
| Lignine (GWW) | - | 240 | 96 |

**Tabel 11. Scenario voor Biobased in de bouw in 2050 ten opzichte van 2020. Bij berekenen van reductie op $CO_2$-emissies is een vervangingsscenario aangehouden van alle biobased case studies ten opzichte van de referenties.**

## 7.3 Isolatie-opgave

De voorgaande scenario's zijn gebaseerd op de case studies, welke betrekking hebben op nieuwbouw. Echter vormt de bestaande bouw een steeds groter deel van de bouwactiviteiten. We doen geen inschatting over complete renovaties, maar richten ons op de isolatie-opgave die ons te wachten staat ter verduurzaming van de bestaande woningvoorraad.

Op basis van een marktonderzoek van RVO (12) is een inschatting gemaakt dat er per woning gemiddeld 300 m² isolatie nodig is. Met de aanname dat zo'n 7 miljoen woningen geïsoleerd moeten worden, komt dit neer op ongeveer 2 miljard m² isolatie die nodig gaat zijn. De overheid wil dat in 2050 alle woningen onafhankelijk zijn van aardgas.

In onderstaande tabel is samengevat hoeveel isolatie is toegepast in 2016 (12) en hoeveel isolatie er per jaar nodig is om alle woningen geïsoleerd te hebben in 2050 voor bestaande bouw en nieuwbouw.

In 2016 zijn er 55.000 nieuwbouwwoningen (15) gebouwd. De komende jaren moeten er 80.000 woningen per jaar worden gebouwd

| **Bestaande bouw** | | **Nieuwbouw** | | **Totaal** |
|---|---|---|---|---|
| *Toegepast in 2016* | *Per jaar nodig naar 2050* | *Toegepast in 2016* | *Per jaar nodig naar 2050* | *Per jaar nodig naar 2050* |
| 25 miljoen m² | 70 miljoen m² | 16 miljoen m² | 24 miljoen m² | 94 miljoen m² |

**Tabel 12: vierkante meters isolatie per jaar nu en benodigd voor bestaande en nieuwbouw**

De isolatie-opgave van de bestaande woningbouw is daarmee bijna drie keer zo groot als die van nieuwe woningbouw.

Als we al deze isolatie (bestaande en nieuwbouw) biobased willen uitvoeren zou 900 kton biobased isolatiemateriaal per jaar nodig zijn (op basis van een gemiddelde $R_C$-waarde van 4,5 m²K/W.

# CONCLUSIE

Er ligt een aanzienlijke potentie voor biobased materialen in de bouw, waarmee zowel een bijdrage wordt geleverd aan de transitie naar een circulaire economie als aan de klimaatdoelstellingen omtrent $CO_2$.

Op dit moment is het aandeel van biobased materialen in de bouw in Nederland laag. Op basis van gewicht is het aandeel van hout 2% en van overige biobased materialen 0,1%.
Het technisch potentieel van biobased materialen is ingeschat aan de hand van case studies. In de B&U kan het gewichtsaandeel van biobased materialen worden verhoogd van 1% naar 50%, waarmee gemiddeld 20% reductie op de MPG-score wordt bereikt en 40% reductie op de $CO_2$-uitstoot. In de GWW zien we reducties van de schaduwkosten en $CO_2$-uitstoot van zo'n 70% op productniveau en 15 à 20% op areaalniveau.

Om de beoogde reducties op schaduwkosten en $CO_2$-uitstoot te bereiken zijn grote toenames van het biobased materiaal nodig. De toename van hout wordt voornamelijk bemoeilijkt doordat de vraag wereldwijd twee à drie keer zo groot wordt en het aanbod vooralsnog maar met 50% lijkt te groeien. Eén van de oplossingen kan worden gevonden in cascadering. Er wordt steeds meer hout ingezet voor energieopwekking. Cascadering betekent dat hout zo veel mogelijk hoogwaardig toegepast wordt en het pas verbrand wordt als andere functies niet meer mogelijk zijn.
Voor andere biobased materialen geldt dat hun toepassing nu nog erg klein is en dus aanzienlijke opschalingen nodig zijn om het aandeel in de bouw te vergroten. Deze opschaling is qua aanbod goed mogelijk, maar vergt voornamelijk een investering in de productiecapaciteit.
Een ander aspect dat opschaling van biobased materialen in de weg staat, is dat de Nederlandse bouwbranche niet gewend is met deze materialen te werken. Bouwmethodes met de gangbare materialen zijn geoptimaliseerd en de onbekendheid van andere materialen maakt deze simpelweg duurder.
De meerwaarde van een lagere $CO_2$-uitstoot is (nog) niet vertaald in financiële waarde en wordt dus (nog) niet meegenomen in de prijsvorming. Een versnelling hierin vanuit de overheid lijkt nodig om het beschikbare potentieel effectief en op tijd te kunnen ontsluiten.

Afsluitend hebben wij twee scenario's uitgewerkt waarin we laten zien hoeveel $CO_2$-reductie er te bereiken valt als wordt gebouwd met biobased materiaal.

- 2030: een ambitieus maar realistisch scenario. Hiermee zou een jaarlijkse reductie van 359 kton $CO_2$-uitstoot worden bereikt.
- 2050: wat als het volledig technisch potentieel zou worden bereikt? Hiermee zou een jaarlijkse reductie van 3,5 Mton $CO_2$-uitstoot worden bereikt.

De gemaakte berekeningen betreffen nieuwbouw. Eén van de grote onderhoudsopgaven die ons te wachten staat is het isoleren van bestaande woningen: hiervoor is drie keer zo veel isolatiemateriaal nodig als voor nieuwbouw de komende jaren.

# VERWIJZINGEN


1. **van Hoek, Taco.** *Opgaven, materiaalbehoefte en circulariteit in de bouw.* Symposium Primair Circulair, Den Haag : Economisch Instituut voor de Bouw, 9 Oktober 2018.

2. **Bijleveld, M.M., et al.** *Meten is weten in de Nederlandse bouw.* Delft : CE Delft, 2015.

3. **CREM BV.** *International market assessment industrialized bamboo products.* Amsterdam : CREM BV, 2016.

4. **Mensvoort, Rogier.** *Persoonlijk contact Isovlas.* Mei 2019.

5. **Horlings, Henk.** *Persoonlijk contact Vakfederatie Rietdekkers.* Mei 2019.

6. **Klijn, Wouter.** *Persoonlijk contact Strobouw.* Maart 2019.

7. **Böttger, Willem.** *Persoonlijk contact NPSP.* April 2019.

8. **Wichmann, Sabine en Köbbing, Jan Felix.** *Common reed for thatching - A first review of the European market.* Universiteit van Greifswald, Duitsland : Industrial Crops and Products, 2015. Vol. 2015.

9. **Oldenburger, Jan, et al.** *Duurzaam geproduceerd hout op de Nederlandse markt in 2015.* Wageningen : Stichting Probos, 2016.

10. **Lichtenberg, Jos.** *Persoonlijk contact VHSB.* Maart 2019.

11. **Oldenburger, Jan, Winterink, Annemieke en de Groot, Casper.** *Duurzaam geproduceerd hout op de Nederlandse markt in 2011.* Wageningen : Stichting Probos, 2014.

12. **Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.** *Marktinformatie isolatiematerialen, isolatieglas en HR-ketels 2010-2016.* Utrecht : RVO, 2018.

13. **Oldenburger, Jan.** *Persoonlijk contact met Probos.* Mei 2019.

14. **van Dam, Jan en van den Oever, Martien.** *Catalogus biobased bouwmaterialen 2019.* Wageningen : Wageningen Food & Biobased Research, 2019.

15. **Centraal Bureau voor de Statistiek.** Voorraad woningen en niet-woningen; mutaties, gebruiksfunctie, Nederland, 2018. [Online] April 2019. https://opendata.cbs.nl/statline.

16. —. Voorraad woningen; gemiddeld oppervlak; woningtype, bouwjaarklasse, regio. [Online] Februari 2019. https://opendata.cbs.nl/statline.

17. **Graaf, Piet de.** *Persoonlijk contact SKH.* Mei 2019.

18. **de Munck, Eric.** *Persoonlijk contact Centrum Hout.* Juni 2019.

19. **Leeuwen, M.L.J. van en Beijnum, G.J. van.** *Circulaire Innovaties GWW.* sl : NIBE, 2018.

20. **Bouwcampus.** Verslag oogstbijeenkomst circulaire infra community. [Online] 25 Juni 2018. https://debouwcampus.nl/actueel/nieuws/verslag-oogstbijeenkomst-circulaire-infra-community.

21. **Beijnum, G.J. van.** *CE/VE verkenning Balgzandbrug.* sl : NIBE, 2018.

22. **Rijkswaterstaat, DG.** *Houten innovaties langs de snelweg.* sl : Rijkswaterstaat, 2003.

23. **van dam, Jan, et al.** *Lignine, groene grondstof voor chemicalien en materialen.* sl : WUR, 2016.

24. **Algemene Vereniging Inlands Hout et al.** *Actieplan bos en hout.* sl : Platform Hout, Natuur & Milieu en VBNE, 2016.

25. **Nabuurs, G. J., et al.** *Nederlands bosbeheer en bos- en houtsector in de bio-economie.* Wageningen : Wageningen University & Research, 2016.




nibe

26. **FSC.** Tropisch hout: Q&A. *FSC Nederland*. [Online] [Citaat van: 9 mei 2019.] http://www.fsc.nl/nl-nl/fsc/fsc-nederland/resultaten/kiestropisch/waarom-tropisch-hout/tropisch-hout-q-a.

27. **Probos.** Inzet energiehout voor duurzame energie. *Kerngegevens bos en hout in Nederland*. [Online] Probos, 2017. [Citaat van: 9 mei 2019.] http://www.bosenhoutcijfers.nl/de-houtmarkt/houtproducten/energiehout/.

28. **Voncken, Fons en Oldenburger, Jan.** *De Nederlandse rondhoutzagerijsector*. Wageningen : Stichting Probos, 2017.

29. **Spekreijse, Jurjen, et al.** *Insights into the European market for bio-based chemicals*. sl : Joined Research Centre EC, 2019.

30. **PlasticsEurope.** Kunststoffen in de bouwsector. *https://www.plasticseurope.org/nl/about-plastics/building-construction*. [Online]

31. **Lichtenberg, Jos.** Aaien. 'Mooi' versterkt de aantrekkingskracht en dus de relatie. *NBvT*. [Online] 25 September 2015. https://nbvt.nl/blog/25-09-2015/aaien-mooi-versterkt-de-aantrekkingskracht-en-dus-de-relatie.