

BIOBASED MATERIALEN

HET 100 PROCENT BIOBASED GEBOUW

► **Kun je van innovatie spreken, wanneer je teruggrijpt op grondstoffen en materialen die al millennia in gebruik zijn? De vele ontwikkelingen op het gebied van biobased bouwproducten tonen aan dat dit toch echt het geval is; er liggen de komende tijd grote kansen in het sluiten van de materiaalkringloop. Biobased materialen zijn materialen die afkomstig zijn van nagroeibare grondstoffen. Grondstoffen dus, die opnieuw aangroeien tijdens de functionele levensduur van het materiaal.**

Er wordt hiervoor geen olie opgepompt, geen mijn uitgegraven; de enige ingrediënten zijn natuur, zon en tijd.

Biobased economy

Voor de bouwsector, verantwoordelijk voor een groot deel van de uitputting van grondstoffen, een grote hoeveelheid afval en een significante hoeveelheid materiaalgebonden CO₂-uitstoot, is biobased een bijzonder interessant gegeven. Ook de Nederlandse overheid onderkent de potentie hiervan en heeft zwaar ingezet op de ontwikkeling van de biobased economy. Deze economie omvat een zeer breed veld waarin gewassen en reststromen uit de landbouw en voedingsmiddelenindustrie worden ingezet voor de productie van materialen, chemicaliën, brandstoffen en energie. Ook grondstoffen van dierlijke herkomst komen overigens voor, maar gezien het feit dat dit (nog) een vrij marginale groep is, wordt in dit artikel met name op plantaardige grondstoffen ingegaan.

Stimuleringsprogramma's

Mede door de stimuleringsprogramma's die onderdeel zijn van het biobased economy-beleid zijn er veel biobased productinnovaties te verwachten. Biobased omvat overigens veel meer dan 'traditionele' materialen als hout en stro. Zo kan met de huidige stand van de techniek biomassa goed benut worden als grondstof voor verschillende materialen. Tegen die achtergrond is het vergisten van biomassa ten behoeve van energieproductie vernietiging van bouwstoffen. Je kunt er bioplastics van maken, van 'simpel' wegwerpbestek tot en met hoogwaardige biobased bouwproducten. Koplopers in de productie hebben

reeds de eerste stappen gezet door (een deel van) hun basisgrondstoffen te vervangen door nagroeibare grondstoffen.

Indeling

Om te begrijpen hoe groot de potentie is van biobased materialen in de bouw is het goed om een indeling te maken in vier (toepassings)categorieën:

1. Levende, plantaardige materialen — bomen en planten die in levende toestand een (bouwkundige) functie kunnen vervullen (leilindes als zonwering, groene daken als warmtewering).
2. Planten, bomen of dieren als leveranciers van materialen die op basis van eenvoudige bewerkingen inzetbaar zijn als bouw materiaal (hout, vlas, wol).
3. Stoffen die uit natuurlijk materiaal gewonnen worden en na bewerking als grondstof dienen voor nieuwe materialen (houtlignine voor lijmen, plantaardige oliën voor lijmen, zetmeelplastics).
4. Bouwstenen van natuurlijke herkomst, van planten of dieren, waarbij stoffen tot op moleculair niveau worden afgebroken, waarna ze als basischemicaliën dienen voor de chemische industrie (PLA, matrices voor biobased composieten).

1 Levende plantaardige materialen

Het gebruik van levende planten als 'bouw materiaal' kennen we al heel lang. Voorbeelden zijn leilindes die zomers voor natuurlijke zonwering zorgen, terwijl ze in bladloze toestand 's winters de laagstaande zon doorlaten. Dat 'groen als bouw materiaal' weer volop in de aandacht staat blijkt wel uit de vele groene gevels en daken die de laatste jaren een vast ingredi-

ent lijken te zijn in de architectuurbladen. Naar de functionele en bouwfysische potentie van dit soort toepassingen wordt veel onderzoek gedaan. Groene gevels vormen samen met groene daken het ultieme voorbeeld van biobased materialen: alle fases van de levenscyclus vallen hier samen. Een voorbeeld van een groene gevel is de Wonderwall van NPSP en Copijn. De beplanting is hier opgenomen in modules van 80 x 60 centimeter. Hiermee is een flexibele gevel te realiseren met een grote variëteit aan beplanting. De modules zelf zijn gemaakt van een nature based composite, waarin een deel van de bestanddelen van hergroeiende grondstoffen afkomstig is. Langs



Wonderwall: groene gevel in biobased composit.



Versterkt bamboe als bouw materiaal in het Duitse paviljoen op de Expo Shanghai in 2010.

KOMT STEEDS DICHTER BIJ

snelwegen is het groene geluidsscherm in opkomst. Afhankelijk van locatie, de eigenschappen van het scherm en de eisen van de gewenste beplanting kunnen deze planten naast esthetisch ook functioneel worden ingezet. Met name extra geluidsreductie (diffusering) en afvang van fijnstof trekken hier de aandacht. Bij smalle wegprofielen zijn traditionele schermen vaak niet meer afdoende omdat het geluid simpelweg buiten de bak gekaatst wordt. Beplanting biedt uitkomst doordat het geluid deels geabsorbeerd wordt en bovendien diffuser gereflecteerd wordt. Harde schermen werken bovendien niet voor fijnstofreductie. Wanneer er in het snelwegontwerp voor wordt gezorgd dat er een luchtstroom op de goede snelheid door de beplanting gaat, waarbij bovendien onderdruk en turbulentie opgeheven wordt, kan een aanzienlijke hoeveelheid fijnstof afgevangen worden. Het Duitse architectenbureau Behnisch staat bekend om de wijze waarop groen en daglicht geïntegreerd worden in het architectonisch ontwerp. De atria van het momenteel in aanbouw zijnde Digiteo Labs zijn zullen worden gevuld met diverse soorten planten, met name in de vorm van groene wanden. Naast de esthetische kwaliteiten van deze groenvlakken wordt gepoogd om deze planten een bijdrage te laten leveren aan een prettig micro-klimaat in de atria.

2 Planten, bomen of dieren als leveranciers van materialen

De tweede categorie biobased-materialen zijn materialen waarin de natuurlijke herkomst nog duidelijk herkenbaar is. Het gaat dan om hout, kurk, riet, vlas en wol, materialen die doorgaans rechtstreeks herleid kunnen worden tot de natuur. Een bijzondere plek binnen deze categorie wordt ingenomen door materialen gebaseerd op klei en leem. Strikt genomen vallen ze niet onder de categorie biobased, maar bij gecontroleerde winning kan bijvoorbeeld rivierklei in Nederland wel als 'nagroeibare' grondstof beschouwd worden vanwege de balans in winning en aanvoer.

Zeker wanneer ook deze grondstoffen van minerale oorsprong worden meegenomen, dan is deze categorie vooralsnog veruit het sterkst vertegenwoordigd binnen de biobased materialen. De functie van deze

categorie biobased materialen is direct of indirect gekoppeld aan de natuurlijke materiaaleigenschappen. Wol behoudt in de bouw bijvoorbeeld zijn oorspronkelijke functie: isolatie van een woning verschildt weinig van de wijze waarop een schaap warm blijft. De houtvezels in houtwol daarentegen hebben functioneel weinig meer met bomen te maken. Toch is het een materiaaleigenschap van de grondstof hout (gewicht, structuur) die deze toepassing mogelijk maakt. Juist het herbezinnen op de potentie die natuurlijke grondstoffen bieden, lijkt kansrijk voor innovatie, omdat veel voor de bouw wenselijke eigenschappen mogelijk kant en klaar door de natuur worden aangeboden. Zo wordt lichtgewicht beton mogelijk door een deel van het grind te vervangen door olifantengras en worden sterk geluidswerende composieten mogelijk door natuurlijke vezels als wapening te gebruiken.

Kruislings gelamineerde houtconstructie

Lichtgewicht hout sluit hierbij aan. Wanden opgebouwd uit kruislings gelamineerde platen worden toegepast als dragende wanden en vloeren. Met constructies als deze zijn ondertussen gebouwen gerealiseerd tot acht verdiepingen hoog (Stadthaus London, Waugh Thistleton Architects). Hoewel bouwen met hout al heel lang gebeurt, biedt dit type constructie nu ook voor hogere gebouwen de kans om de relatief hoge CO₂-belasting van traditioneel staal, beton of steen te verlagen.

Zelfgroeiend isolatiemateriaal

Door middel van een gecontroleerd proces van natuurlijke groei kunnen isolatieplaten worden 'gekweekt' van schimmel. Ondanks het feit dat bouwen met schimmels voor mensen in de bouw 'contra-intuïtief' zal klinken, zal iedereen het erover eens zijn dat een dergelijke natuurlijke productiemethode zeer interessant is. Door dehydratatie en verhitting wordt het groeiproces volledig gestopt op het moment dat de plaat 'volgroeid' is. Wanneer het materiaal aan de elementen blootgesteld wordt aan het einde van de levensduur zal het echter wel volledig composteren. Het materiaal is nog maar net uit de experimentele fase en er zijn nog zeker aanpassingen nodig om het als volwaardig bouw materiaal te kunnen beschouwen. ►

TOEPASSING

Riet



De wijze waarop riet is toegepast in Villa Sterksel, Arches architecten (2011), laat goed de hernieuwde interesse in traditionele biobased materialen zien. Hollandse molens kenmerken zich door grote verticale rieten delen en ook in deze woning zet een rieten kap aan de onderzijde door een rieten gevel. Wat wel verschilt is dat vroeger alleen met Hollands riet werd gedekt, terwijl tegenwoordig 60 procent van het riet wordt geïmporteerd. In Nederland wordt simpelweg niet voldoende riet geoogst om aan de vraag te kunnen voldoen. Hier ligt een mooie innovatiekans om cycli te sluiten; riet is een goede waterzuiveraar in heleofytenfilters. Dit riet moet jaarlijks geoogst worden en kan vervolgens worden gebruikt om prachtige neo-Amsterdamse school architectuur te realiseren



BIOBASED MATERIALEN

MDF-vezelplaten uit agrarisch afval

Dit plaatmateriaal wordt gemaakt van tot vlokken vermaalde 'agri-fibres' en zijn een volwaardig alternatief voor reguliere producten als MDF of OSB. Op het gebied van brandbestendigheid, waterdichtheid en schroefvastheid worden door de fabrikant zelfs aanzienlijk betere prestaties geclaimd. Als binder wordt ► in dit type platen een slechts kleine hoeveelheid hars gebruikt die formaldehyde-vrij is, in plaats van de gebruikelijke toxische lijmen in veel samengestelde houtplaten.

Biobased dakbedekking

Derbipure is een witte dakbedekking waarin het bitumen is vervangen door natuurlijke grondstoffen, terwijl het gewoon verwerkt kan worden zoals reguliere bitumineuze dakbedekkingen. Het resultaat is een product dat voor 80 tot 90 procent bestaat uit natuurlijke grondstoffen. Het interessante hieraan is bovendien dat één van die ingrediënten een afvalproduct is afkomstig uit het productieproces van papier.

3 Planten (of dieren) als leveranciers van waardevolle stoffen

Wanneer een molecuul opgedeeld wordt in nog kleinere deeltjes dan veranderen de chemische eigenschappen van de betreffende 'materie'. Bij de derde categorie biobased materialen, planten (of dieren) als leveranciers van waardevolle stoffen, is dit echter niet het geval. Deze categorie bevat materialen waarin stoffen uit de natuur zijn opgenomen met behoud van de originele chemische samenstelling. Lignine en cellulose zijn bijvoorbeeld stoffen die in nagenoeg alle natuurlijke vezels voorkomen en die relatief eenvoudig gewonnen kunnen worden. Het zijn grondstoffen voor tal van materialen zoals karton, celluloseplastic en lijn.

In de bouw is linoleum een voorbeeld van een product waarin naast natuurlijke materialen ook uit de natuur gewonnen stoffen, zoals lijnolie een belangrijk bestanddeel vormen.

Er is wereldwijd grote belangstelling voor het gebruik van dit type natuurlijke grondstoffen. De bekendheid

met dit type materialen is in de bouw echter nog beperkt. Reden hiervoor zal onder andere zijn dat dit type biobased materialen niet herkenbaar zijn als 'natuurlijk' materialen. Bovendien komen deze groene grondstoffen vaak terecht in composieten, waarin (het nog) niet altijd mogelijk is alle bestanddelen van de composiet te vervangen door groene grondstoffen. Innovaties in deze hoek resulteren dan ook vaak niet in geheel nieuwe, natuurlijke producten, maar eerder in producten met een groter aandeel van biobased grondstoffen dan voorheen.

Spuitgietbaar hout

Spuitgietbaar hout is een 100 procent hernieuwbaar materiaal dat ontwikkeld is binnen Ecobinders, een Europees onderzoeksproject waarin is gewerkt aan milieuvriendelijke, emissievrije, waterbestendige en 100 procent hernieuwbare bindmiddelen op basis biobased grondstoffen. Met name het gebruik van (agrarische) restproducten stond hier centraal. Voor wat betreft spuitgietbaar hout heeft dit project onder meer geresulteerd in een bindmiddel uit lignine afkomstig als restproduct uit de papierindustrie. De lignine functioneert als matrix voor een vulling van houtvezels. Spuitgietbaar hout is door de lage krimp goed te verwerken in producten zoals dashboards en handvatten. Voor de bouw kan gedacht worden aan toepassingen zoals shingles, vloerdelen en behuizingen voor contactdozen.

Natuurlijk zetmeel uit gewassen als maïs en tarwe, kan verwerkt worden tot thermoplastisch zetmeel (TPS), een halffabrikaat, TPS lijkt qua verwerkbaarheid sterk op bulkplastics en is te verwerken tot plastic eindproducten. TPS heeft een relatief lage doorlaatbaarheid voor CO₂ en zuurstof en een hoge doorlaatbaarheid voor waterdamp. Deze eigenschap maakt zetmeelplastic zeer geschikt voor bijvoorbeeld verpakkingsmateriaal van vers voedsel. TPS is echter gevoelig voor water, relatief zachter dan traditionele plastics en niet volledig transparant (eerder melkachtig), waardoor er nog weinig hoogwaardige toepassingen voor het materiaal zijn.

4. Planten (of dieren) als leveranciers van waardevolle bouwstenen

Wanneer plantaardig materiaal volledig wordt afgebroken door middel van (bio)raffinage worden elementaire bouwstenen geproduceerd. Omdat dit proces in de basis nieuwe bio-grondstoffen oplevert, resulteert dit in grote hoeveelheden toepassingsmogelijkheden, van brandstoffen tot hoogwaardige kunststoffen. Voor de bouw moet binnen deze categorie dan ook vooral gedacht worden aan allerlei soorten bioplastics. Voor de jaarlijkse wereldproductie van synthetische polymeren (250 miljoen ton/jaar) is momenteel circa 10 procent van het wereldwijde verbruik van fossiele brandstoffen nodig (grondstof





Stedelijk Museum Amsterdam. Gevel gemaakt van een composiet van aramidevezels Twaron en koolstofvezels Tenax.

plus energie voor productie). Hoewel voor de energiecomponent tal van alternatieven beschikbaar zijn, zijn voor deze fossiele grondstoffen alleen biologische grondstoffen een duurzaam alternatief. Technisch gezien kan met de huidige stand van de techniek 85-90 procent van de huidige synthetische plastics en vezels worden vervangen door hun minimaal gelijkwaardige biobased tegenhangers. Een belangrijk aspect van dit type biobased materialen is het gegeven dat de herkomst van de grondstof weinig uitmaakt. Zo kunnen voedselproductie en grondstofwinning samengaan, doordat alleen het restafval bij het oogsten ingezet wordt als grondstof. Ook kan meer land benut worden omdat veel 'laagwaardige' en snelgroeiende gewassen niet verbouwd hoeven te worden op hoogwaardige landbouwgrond.

Biofoam

Biofoam is een biobased-ervanger van piepschuim, gebaseerd op polymelkzuur (PLA). Voor de productie van PLA worden suikers gefermenteerd tot melkzuur waaruit vervolgens het polymeer wordt gemaakt. PLA is biologisch afbreekbaar, industrieel composteerbaar en transparant, waardoor het voor veel toepassingen een interessante alternatieve grondstof kan zijn. PLA is op dit moment één van de goedkoopste biobased bulkplastics.

Opmerkelijk is het feit dat voor het opschuimen van de grondstof CO₂ gebruikt wordt. Bij regulier EPS wordt hiervoor toxisch materiaal verbrand, terwijl biofoam in wezen CO₂ opslaat dat anders rechtstreeks de schoorsteen van een energiecentrale uitvliegt.

Biobased-polyethyleen

Polyethyleen (PE) is de meest gebruikte kunststof ter wereld met een marktaandeel van bijna 30 procent. Biobased polyethyleen (BioPE) kan worden gemaakt uit bio-ethanol. De exacte productiestroom ziet er als volgt uit: suikers worden gefermenteerd tot bio-ethanol. Na dehydratatie hiervan wordt bio-etheen verkregen en polymerisatie hiervan leidt vervolgens tot BioPE. Bio-etheen is moleculair gezien dezelfde stof als fossiel etheen; Biobased PE heeft dan ook exact dezelfde chemische, fysische en mechanische eigenschappen als petrochemische PE. Voor biopolyethyleen (BioPE) wordt momenteel een com-

merciële fabriek gebouwd door Braskem in Brazilië. Met de Amsterdam Arena is door Braskem recent een afspraak gemaakt dat een aantal tribunestoeltjes vervangen zullen worden door stoeltjes gemaakt van 100 procent biologisch afbreekbaar groen plastic.

Biobased polypropyleen

Er wordt momenteel grootschalig gewerkt aan ontwikkelingen van polymeren op basis van biobased grondstoffen. Zo wordt gekeken naar de productie van biobased polypropyleen (PP) en biobased polyvinylchloride (PVC) waarbij propyleen en vinyl chloride (PVC) geproduceerd wordt uit bio-ethyleen.

100 procent biobased woning

Met een combinatie van biobased bouwmaterialen uit de vier hierboven genoemde categorieën komt het 100 procent biobased gebouw steeds dichterbij. Dat is toch een briljante gedachte; dat we letterlijk in staat zullen zijn om onze gebouwde omgeving natuurlijk te laten groeien!? Met allerlei keuzeopties, zoals houten kozijnen of kunststof kozijnen die net zo biobased zijn. Om bij het voorbeeld van het kozijn te blijven, is het goed te realiseren dat we in de bouw zullen moeten gaan nadenken over methoden om biobased materialen te combineren met reguliere materialen. Voor glas zal bijvoorbeeld niet snel een even hoogwaardig alternatief gevonden worden. Wanneer er bij het ontwerp echter rekening gehouden wordt met het feit dat het ene materiaal gerecycled moet worden, terwijl het andere materiaal kan composteren, dan zijn hybride oplossingen geen enkel probleem. Intelligent en verantwoord nadenken over onze (biobased) materialenkringloop zal dan ook meer en meer een drijvende kracht achter innovatie worden. ◀

Auteur: Atto Harsta is directeur van Aldus Bouwinnovatie en Stichting Living Daylights

TOEPASSING

Versterkt bamboe



Licht, elastisch en in staat om lasten te dragen zes keer zwaarder dan staal kan: bamboe heeft als bouw materiaal potentie. Met polyurethaanbars en een speciale betonreceptuur wisten ingenieurs van de TU Darmstadt de draagkracht van bamboestructies aanzienlijk te verbeteren. Eerste toepassing: het Duitse paviljoen op de Expo Shanghai in 2010. Bamboe is de snelst groeiende grondstof ter wereld. Dat het zich goed leent als bouw materiaal, is alom bekend. Probleem was echter altijd het samenvoegen van meerdere bamboebuizen: de draagkracht is gering. Dat probleem is door de TU Darmstadt aangepakt in het Duitse paviljoen op de Expo in Shanghai. De bamboebuizen in het twee bouwlagen hoge paviljoen werden op de koppen aan de binnenzijde voorzien van een laag polyurethaanbars en een laag in polyurethaanbars gedompeld steengranulaat, om het materiaal waterdicht te maken. De polyurethaanbars verbeterde ook de hechting van het beton waarmee de uiteinden van het bamboe vervolgens gevuld werden - een bijzonder beton met een hoog aandeel vliegias, om vervormingen in het beton tegen te gaan. In het beton werden ook de staalementen van de verbindingconstructie al aangebracht. Zo ontstonden herbruikbare 'prefab' bamboebuizen, eenvoudig te monteren en demonteren. De geprepareerde bamboebuizen uit Darmstadt, toegepast in het Duitse paviljoen in Shanghai zijn verenigd door stalen knopen, met gevels van lichtgewicht ETFE-folie. Het paviljoen is het resultaat een Duits-Chinese samenwerking rond het thema 'sustainable urbanisation'.