

# Groene Grondstoffen in productie



Recente ontwikkelingen op de markt

HARRIËTTE BOS

BERT VAN REES

# Groene Grondstoffen in productie

Recente ontwikkelingen op de markt

Harriette Bos  
Bert van Rees

Uitgegeven in de reeks "Groene Grondstoffen".

Eerdere uitgaven:

1. S. Vellema en B. de Klerk-Engels (2003) Technologie voor gezondheid en milieu; agenda voor duurzame en gezonde industriële toepassingen van organische nevenstromen en agro-grondstoffen in 2010.
2. C. Bolck, M. van Alst, K. Molenveld, G. Schennink en M. van der Zee (2003) Nieuwe composteerbare verpakkingsmaterialen voor voedseltoepassingen.
3. S. Vellema (samenstelling) (2003) Markten voor groene opties: ervaringen in verpakkingen, verven en isolatiematerialen.

Meer informatie over het programma Groene Grondstoffen is te vinden op [www.groenegrondstoffen.nl](http://www.groenegrondstoffen.nl)

## **Groene grondstoffen in perspectief**

Groene grondstoffen worden al sinds mensenheugenis gebruikt voor non-food toepassingen. Naast steenkool waren groene grondstoffen tot aan de Tweede Wereldoorlog een belangrijke grondstof voor de industrie, inclusief de chemische industrie. Na de Tweede Wereldoorlog werden zij verdrongen door aardolie. Een geheel nieuwe industrie, de petrochemie, ontstond en het gebruik van groene grondstoffen werd steeds minder, totdat zij nog slechts in een paar toepassingen konden worden gevonden.

De laatste jaren zien we een opleving in het gebruik van groene grondstoffen. Dit komt niet alleen omdat men zich steeds meer zorgen gaat maken over het milieu, maar ook omdat veel landen minder afhankelijk willen worden van aardolie, zowel om economische als om geo-politieke redenen. Overheden stimuleren daarom weer meer en meer ontwikkelingen op gebied van groene grondstoffen. Ook het vervolg van het zogenaamde “agrificatiebeleid” van het ministerie van LNV past hierin. Agrificatie had tot doel om nieuwe landbouwgewassen te vinden voor non-food toepassingen. De laatste jaren is het beleid omgebogen naar het toepassen van groene grondstoffen in veilige en gezonde producten met een hoge toegevoegde waarde.

Mede gestimuleerd door dit beleid kijken ook bedrijven opnieuw, of voor het eerst, naar de toepasbaarheid van groene grondstoffen in hun producten en processen.

Het ontwikkelen van nieuwe producten op basis van groene grondstoffen is echter een proces dat een aantal jaren vergt. Gelukkig is de afgelopen jaren wel degelijk door een aantal spelers energie en tijd gestoken in het ontwikkelen van producten uit groene grondstoffen. De eerste nieuwe producten beginnen nu op de markt te komen, zoals dit boekje laat zien.

Dit boekje heeft tot doel een kort overzicht te geven van het veld rondom groene grondstoffen. Het is daarbij zeker niet volledig. Na de inleiding in hoofdstuk 1 wordt in hoofdstuk 2 een kader geschetst waarin de ontwikkelingen rond groene grondstoffen zijn te plaatsen. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 tot en met 5 aan de hand van dat kader een aantal voorbeelden gepresenteerd van producten die recent op de markt gekomen zijn. In hoofdstuk 6 wordt kort ingegaan op mogelijke consequenties van de verdere ontwikkeling van groene grondstoffen. Hoofdstuk 7 bevat een kort overzicht van aanvullende literatuur.



# Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding.....</b>	<b>7</b>
Groene grondstoffen, ouder dan de weg naar Rome .....	7
De opkomst van de petrochemie .....	8
De verwachte terugkeer van groene grondstoffen .....	8
Nieuwe producten, een lange weg .....	10
<b>2. Groene grondstoffen in de praktijk .....</b>	<b>12</b>
Een breed veld.....	12
Drie groepen .....	12
Samenhang .....	14
<b>3. Groep 1, de plant als leverancier van waardevolle materialen .....</b>	<b>15</b>
Introductie .....	15
Product 1. Isovlas Bouwisolatie van Isovlas Oisterwijk .....	16
Product 2. Houtcomposieten van Tech-Wood .....	17
Product 3. Agrovezelcomposieten voor de auto-industrie .....	18
Product 4. Kapokkussens van Jade .....	19
<b>4. Groep 2, de plant als leverancier van waardevolle stoffen .....</b>	<b>20</b>
Introductie .....	20
Product 5. Solanyl van Rodenburg Biopolymers.....	22
Product 6. Mater-Bi van Novamont .....	23
Product 7. Aquamarijn Natuurverven van Ursa Paint.....	24
Product 8. Paragon van Paragon Products.....	25
Product 9. Biopar van Biopolymer Technologies AG.....	26
<b>5. Groep 3, de plant als leverancier van waardevolle bouwstenen .....</b>	<b>27</b>
Introductie .....	27
Product 10. NatureWorks PLA van Cargill Dow LLC .....	28
Product 11. Furaanproducten van Transfurans Chemicals .....	29
Product 12. Sorona van Dupont .....	30
<b>6. Nawoord, de toekomst voor groene grondstoffen .....</b>	<b>31</b>
<b>7. Meer informatie .....</b>	<b>34</b>



## 1. Inleiding

### Groene grondstoffen, ouder dan de weg naar Rome

Al sinds de allervroegste oudheid gebruikt de mens grondstoffen uit de natuur, groene grondstoffen, voor non-food toepassingen. Denk alleen al aan kleding, die vanaf de prehistorie tot zo'n vijftig jaar geleden altijd uit plantenvezels, dierenhuiden of wol werd gemaakt. Oliën voor bijvoorbeeld cosmetica, smeermiddelen, lampolie of voor bescherming van hout werden al door de Romeinen gebruikt. En papier werd al duizenden jaren geleden in Egypte uit plantaardige vezels gemaakt.

In de loop der eeuwen werd steeds vaker een chemische bewerkingsstap toegepast op groene grondstoffen. Daarmee kwamen nog meer nuttige producten binnen handbereik: zeep en verf werden gemaakt uit olie, lijmen uit beendermeel en geur- en kleurstoffen uit allerlei verschillende grondstoffen. Oorspronkelijk was men zich niet bewust van het feit dat men chemische processen gebruikte. Met de opkomst van de chemische wetenschap in de 19<sup>e</sup> eeuw leerde men de producten uit groene grondstoffen nog gericht te optimaliseren.

Naast groene grondstoffen werd vanaf 1860 steenkool een belangrijke grondstof voor de industrie, niet alleen voor energie, maar ook als grondstof voor producten. Reeds vanaf het eind van de 19<sup>e</sup> eeuw werd hierdoor een deel van de tot dan toe gebruikte groene grondstoffen vervangen door een niet-hernieuwbare grondstof, steenkool.

#### *Linoleum*

#### *vloerbedekking*

*Linoleum vloerbedekking wordt nog altijd veel toegepast. Het wordt gemaakt via een milieuvriendelijk proces uit de natuurlijke materialen: lijnolie, pijnboomhars, houtmeel, fijngemalen kalk en jute. Het materiaal is sterk, anti-statisch, er groeien geen bacteriën op en het is biologisch afbreekbaar. Meer informatie is onder andere te vinden op: [www.forbo-linoleum.nl](http://www.forbo-linoleum.nl).*



## De opkomst van de petrochemie

Na de Tweede Wereldoorlog kwam de petrochemische industrie sterk op en verving de op steenkool gebaseerde industrie. Hierdoor verdween wederom een belangrijk deel van de non-food toepassingen van groene grondstoffen. Deze werden vervangen door nieuwe producten uit aardolie: nieuwe kunststoffen voor kleding, allerhande consumentenartikelen, verpakkingen en auto-onderdelen, nieuwe grondstoffen voor lijmen, verven, coatings en noem maar op. De nieuwe materialen beschikten over het algemeen over betere mechanische eigenschappen en waren minder gevoelig voor vocht en schimmels, waardoor ze veel langer mee gingen. Door de enorme schaalvergroting in de petrochemische industrie van de afgelopen tientallen jaren werden de nieuwe materialen ook nog eens veel goedkoper dan de materialen uit groene grondstoffen, waardoor deze nog verder werden verdrongen.

Alleen natuurlijke materialen die een specifiek voordeel bieden waarvoor geen petrochemisch alternatief bestaat, blijven in bepaalde toepassingen overeind, zoals de voorbeelden in de boxen laten zien. Maar omdat deze materialen relatief duur zijn, blijft men proberen om synthetische alternatieven te ontwikkelen die hetzelfde kunnen voor een lagere prijs.

### *Leer*

*Leer is nog steeds onovertroffen voor de productie van schoenen. De vochtregulerende eigenschappen samen met de sterkte, soepelheid en goede slijtage en vermoeiingseigenschappen (vaak kunnen buigen zonder dat het stuk gaat) zijn nog niet door een synthetisch product geëvenaard, ondanks verscheidene pogingen daartoe.*

## De verwachte terugkeer van groene grondstoffen

Op verschillende plekken in de samenleving groeit de wens om minder afhankelijk te worden van aardolie. Aanvankelijk werd deze wens altijd ingegeven door zorgen omtrent milieuvuiling. De laatste tijd echter liggen ook economische en geo-politieke redenen er aan ten grondslag, zoals de groeiende onzekerheid rond de olieprijs en een mogelijk toenemende instabiliteit in een aantal olieproducerende landen. Bovendien draagt het gebruik van aardolie sterk bij aan de uitstoot van het broeikasgas CO<sub>2</sub> en dus aan de klimaatverandering, terwijl het gebruik van groene grondstoffen in principe CO<sub>2</sub>-neutraal is.

Als gevolg van deze trends hebben verschillende overheden de laatste tijd initiatieven ontplooid om ontwikkelingen rondom groene grondstoffen te stimuleren.

In de Verenigde Staten is in 2002 de Roadmap for Biomass Technologies uitgebracht, waarin beschreven staat hoe de Verenigde Staten de omkeer naar een biobased economy wil gaan maken. De drijvende krachten achter het uitbrengen van deze roadmap waren de wens om onafhankelijker te worden van aardolie en een sterke lobby van Amerikaanse boeren. In de VS worden ontwikkelingen rondom het gebruik van biomassa nu sterk gestimuleerd.

In juni 2004 heeft Duitsland, mede namens Polen, Frankrijk en Oostenrijk, een notitie aangeboden aan de Raad Landbouw en Visserij van de Europese Unie, waarin gevraagd wordt ontwikkelingen op het gebied van groene grondstoffen te stimuleren.

In Nederland stimuleert het ministerie van LNV al vele jaren de ontwikkeling van nieuwe non-food toepassingen voor groene grondstoffen gestimuleerd. Aanvankelijk betrof dit een zoektocht naar nieuwe gewassen, maar nu streeft het ministerie vooral naar toepassingen met een hoge toegevoegde waarde.

In 2003 startte het ministerie van EZ de 'Transitie Biomassa', waarbinnen men nieuwe ontwikkelingen van het gebruik van biomassa voor energie en materialen stimuleert. De

### *Caseïnelijmen*

*Caseïnelijmen worden gemaakt van caseïne uit melk. Caseïnelijmen worden gebruikt voor het lijmen van etiketten op bierflesjes: ze zijn watervast, zodat je de flesjes in water kunt koelen zonder dat het etiket er afspoelt, maar in loog lossen ze snel op, zodat de etiketten eenvoudig te verwijderen zijn. Dit is een groot voordeel bij het recyclen van de flesjes. De belangrijkste reden echter om caseïnelijmen te gebruiken is dat ze uitstekend werken bij de hoge machinesnelheden van de huidige etiketteermachines, er is geen beter alternatief beschikbaar.*

### *Katoen en linnen*

*Van linnen wordt al sinds de prehistorie kleding gemaakt. Tegenwoordig is vooral katoen een zeer veel gebruikte groene grondstof voor kleding. Hoewel er een breed scala aan aardolie-gebaseerde textielvezels op de markt is, zoals nylon en polyester, hebben de natuurlijke vezels nog steeds een groot marktaandeel door hun goede draagcomfort.*

achtergrond van deze ontwikkeling is de Kyoto afspraak om de CO<sub>2</sub>-uitstoot terug te dringen.

Ook een toenemend aantal bedrijven, onder andere uit de hoek van de petrochemie is zich aan het oriënteren op het gebruik van alternatieve grondstoffen. De verwachting is dat groene grondstoffen hier een belangrijke rol zullen gaan spelen.

Daarnaast zijn de laatste jaren nieuwe bedrijven ontstaan die recent ontwikkelde producten uit groene grondstoffen vermarkten.

### **Nieuwe producten, een lange weg**

Uit de petrochemie is bekend dat het ontwikkelen van een nieuw materiaal tot het punt waarop het winstgevend wordt minstens tien jaar in beslag neemt. Voor de nieuwe materialen uit groene grondstoffen geldt dit niet anders. De R&D-inspanning op het gebied van groene grondstoffen is echter tot nu toe veel beperkter geweest dan op het gebied van de petrochemie. Toch werpen ook deze inspanningen hun vruchten af. De nieuwe toepassingen van groene grondstoffen die nu de markt betreden zijn het resultaat van het onderzoek van de afgelopen jaren. In hoofdstuk drie tot en met vijf wordt een overzicht gegeven van een aantal nieuwe ontwikkelingen op het gebied van groene grondstoffen. Het gebruik van groene

#### *Zetmeel*

*Zetmeel wordt zeer veel gebruikt in de papierindustrie. Het wordt toegepast om de sterkte en stijfheid van papier en karton te verhogen of de bedrukbaarheid te verbeteren. Ook wordt het gebruikt voor het lijmen van golfkarton. Zetmeel is goedkoop en biedt voor deze toepassingen de optimale combinatie van eigenschappen.*

#### *Natuurrubber*

*Natuurrubber wordt gemaakt uit de latex van de rubberboom. Ten opzichte van synthetische rubbers is natuurrubber superieur op het gebied van scheursterkte, elasticiteit en dynamisch gedrag (weinig opwarming tijdens belasting). Circa 60% van de natuurrubber wordt daarom gebruikt voor banden, vooral voor de zwaarder belaste banden. Natuurrubber wordt ook veel gebruikt voor medische handschoenen en condooms. Voor deze producten is vooral de hoge sterkte en flexibiliteit van het materiaal samen met de goede barrière-eigenschappen tegen virussen en bacteriën de reden om voor natuurrubber te kiezen. Meer info op: [www.rubber-stichting.ind.tno.nl](http://www.rubber-stichting.ind.tno.nl).*

grondstoffen omspannt een zeer breed gebied, van het gebruik van vlas als isolatiemateriaal in de bouw tot het maken van T-shirts uit maïs. Als leidraad voor het overzicht wordt in hoofdstuk twee een model gepresenteerd waarbij de ontwikkelingen op het gebied van groene grondstoffen ingedeeld zijn in een drietal goed onderscheidbare groepen. Ten grondslag aan dit model ligt de mate waarin en de manier waarop de chemie een rol speelt bij het omzetten van de groene grondstof tot een product. Elk van de hoofdstukken drie tot en met vijf belicht een aparte groep.

### *Papier*

*Papier wordt al duizenden jaren geproduceerd. De eerste grondstoffen voor papier waren de vezels uit de papyrusplant. Later werden linnen van textiel gebruikt. Tegenwoordig worden meestal houtvezels gebruikt. In de laatste eeuw is het productieproces sterk veranderd en opgeschaald. Papier kent een enorm breed scala aan toepassingen. Alleen al in Nederland wordt zo'n 3,3 miljoen ton papier en karton per jaar geproduceerd.*

## 2. Groene grondstoffen in de praktijk

### Een breed veld

Groene grondstoffen kunnen op veel verschillende manieren worden toegepast. In sommige gevallen wordt de gehele plant gebruikt in een product, in andere gevallen worden bepaalde stoffen uit de plant gewonnen en toegepast en soms ook worden de stoffen uit de plant eerst afgebroken tot kleine moleculen waaruit dan nieuwe stoffen worden gemaakt. In dit hoofdstuk presenteren we een kader waarin toepassingen van groene grondstoffen in producten te plaatsen zijn. Omdat de meeste industrieel toegepaste groene grondstoffen van plantaardige oorsprong zijn leggen we in de indeling hier de nadruk op.

### Drie groepen

De basis van de indeling is de manier waarop de groene grondstof wordt omgezet tot een halffabrikaat of materiaal. De belangrijkste criteria die hierbij een rol spelen zijn:

- de manier waarop de plant als grondstof dient
- de rol en complexiteit van chemie bij de omzetting
- de hoeveelheid aan toepassingsmogelijkheden

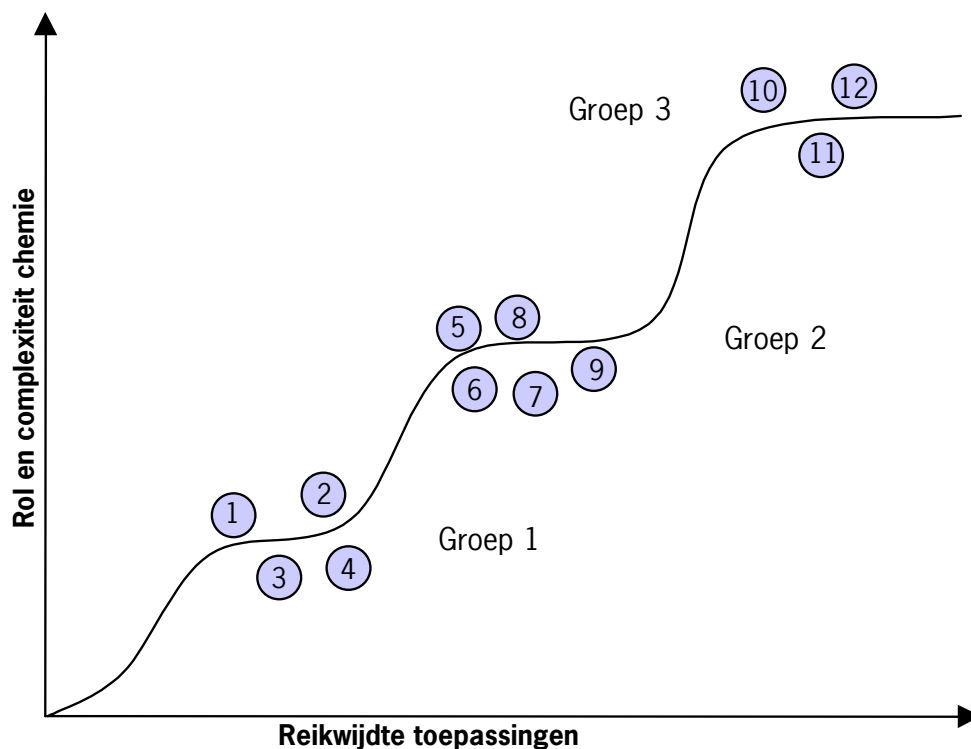
Globaal kunnen we de toepassing van groene grondstoffen zo in drie groepen indelen die een toenemende rol en complexiteit van de chemie en een toenemende hoeveelheid aan toepassingsmogelijkheden laten zien (zie ook figuur 1).

#### *Groep 1, de plant als leverancier van waardevolle materialen*

Van oudsher zijn producten uit de natuur in hun geheel of na eenvoudige mechanische isolatie gebruikt, bijvoorbeeld hout voor de bouw of plantenvezels voor kunststofcomposieten. Chemische omzettingen spelen hierbij nauwelijks een rol. De reikwijdte van de toepassingen is beperkt, van één natuurproduct maak je een beperkt aantal toepassingen.

#### *Groep 2, plant als leverancier van waardevolle stoffen*

Sinds het eind van de Middeleeuwen zijn waardevolle stoffen uit planten gewonnen en verder verwerkt tot materialen, waarbij men bewust of onbewust gebruik maakte van



*Figuur 1. De drie groepen toepassingen van groene grondstoffen. De nummers verwijzen naar de voorbeelden die in hoofdstuk 3 tot en met 5 worden behandeld.*

chemische omzettingen, zoals bijvoorbeeld bij het gebruik van drogende plantaardige oliën voor verf. De reikwijdte van de toepassing van de plantaardige grondstof is hierbij groter dan in groep 1: uit plantaardige oliën maak je niet alleen verf, maar ook zeep of bindmiddelen en harsen.

#### *Groep 3, plant als leverancier van waardevolle bouwstenen*

Nu men op zoek gaat naar een alternatief voor aardolie worden de stoffen uit planten ook (bio)chemisch afgebroken tot kleine moleculen, waar dan vervolgens nieuwe materialen mee worden gemaakt. De reikwijdte van dit soort toepassingen is nog veel groter dan bij groep 2: de kleine moleculen (bijvoorbeeld ethanol) kunnen voor enorm veel producten als basis worden

gebruikt. Een voorbeeld van toepassing uit deze groep is polymelkzuur (een plastic) gemaakt uit maïs.

## **Samenhang**

De overgangsgebieden tussen de drie groepen zijn niet haarscherp te definiëren, want er zijn ontwikkelingen aan te wijzen die op de grens zitten tussen twee groepen. Toch geeft de gepresenteerde indeling een goed houvast in het positioneren van de hele breedte aan ontwikkelingen op het gebied van groene grondstoffen.

De indeling is ook te zien als een historisch overzicht waarbij de eerste groep de toepassingswijzen bevat die ook al in de oudheid gebruikt werden. De tweede groep bevat toepassingen die na de Middeleeuwen zijn opgekomen en groot werden met de opkomst van de chemische industrie. De derde groep bevat de eerste toepassingen van de nieuwste technologische ontwikkelingen.

De drie toepassingsgroepen zijn na elkaar ontstaan, maar hebben elkaar niet verdrongen. Ze bestaan nu naast elkaar en binnen alle groepen vinden nieuwe ontwikkelingen plaats.

De essentie van elk van de drie groepen wordt in de volgende drie hoofdstukken uitgebreider behandeld. Vervolgens wordt van elk van de drie groepen een aantal voordelen behandeld van producten. Daarbij is vooral gekozen voor materialen en producten die de laatste jaren nieuw ontwikkeld of sterk verbeterd zijn.

### **3. Groep 1, de plant als leverancier van waardevolle materialen**

#### **Introductie**

Ontwikkelingen uit groep 1 maken gebruik van een deel van de plant dat van de rest van de plant wordt gescheiden op meestal mechanische wijze, bijvoorbeeld een vezel uit de stengel van de plant. Dit materiaal uit de plant wordt vervolgens bewerkt en in een product gebruikt. Er wordt soms nog een beperkte chemische stap uitgevoerd (bijvoorbeeld bleken, kleuren of het opbrengen van een beschermende laag of brandvertrager). Oude en nieuwe voorbeelden van dit soort toepassingen zijn:

- Hout als bouw materiaal
- Katoen of vlas (linnen) voor kleding
- Compositiematerialen van agrovezels (vlas, jute, hennep, etc.) en kunststof, voor de automobielindustrie of de bouw
- Isolatie dekens uit vlas of hennep voor de bouw

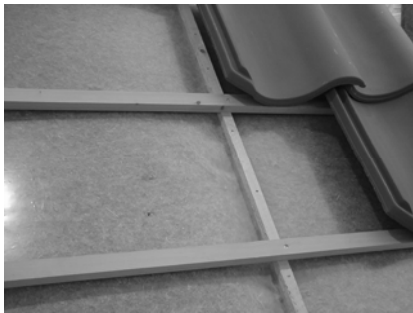
Ondanks dat de oudste toepassingen van groene grondstoffen in deze groep vallen, hebben op dit gebied de laatste jaren ook innovaties plaatsgevonden. Voorbeelden zijn de agrovezel-compositiematerialen en de isolatie dekens uit vlas of hennep. Bij deze nieuwe toepassingen worden de groene grondstoffen toegepast omdat ze een functioneel voordeel geven wat met andere grondstoffen niet voor dezelfde prijs kan worden bereikt. Dit voordeel heeft lang niet altijd te maken met het feit dat de grondstoffen van natuurlijke oorsprong zijn: bijvoorbeeld het gebruik van agrovezels in de automobielindustrie is vooral ingegeven door gewichtsbesparing –de vezels combineren een hoge stijfheid met een laag gewicht– en minder door het groene karakter van de vezels.



## **Product 1. Isovlas Bouwisolatie van Isovlas Oisterwijk**

### **Product en grondstof**

Voor isolatie in gebouwen kan, in plaats van het reguliere steen- of glaswol, ook vlaswol worden gebruikt. Vlaswol is zowel akoestisch als thermisch isolerend. Vlasvezels vertragen de doorgifte van warmte en koude viermaal meer dan de gebruikelijke isolatiematerialen.



Hierdoor blijven met vlas geïsoleerde gebouwen in de zomer koeler en in de winter warmer. Daarnaast reguleren de vlasplaten de luchtvochtigheid in gebouwen beter dan reguliere isolatiematerialen.

### **Voordelen voor milieu en gezondheid**

Isolatieplaten van vlaswol worden geheel uit groene grondstoffen gemaakt. Gebruik van vlaswol isolatie leidt tot een lager energiegebruik dan de gebruikelijke isolatiematerialen, door het vertragende effect op de warmtedoorgifte. Vlaswol veroorzaakt, in tegenstelling tot steenwol, geen huidirritaties bij het aanbrengen.

### **Producent**

Isovlas Oisterwijk, opgericht in 2002, is marktleider in de ontwikkeling en productie van vlas-isolatieproducten. Meer informatie is te verkrijgen op [www.isovlas.nl](http://www.isovlas.nl).

---

## Product 2. Houtcomposieten van Tech-Wood

### Product en grondstof

Gevels van gebouwen, beschoeiingen en dekdelen zoals vlonders hebben veel te lijden onder de invloed van het weer. Daarom worden deze vaak gemaakt van tropisch hardhout of



duurzaam kunststof. Tech-Wood heeft een alternatief ontwikkeld dat even duurzaam is als tropisch hardhout en niet gevoelig is voor schimmelvorming. Het product wordt uit restproducten die ontstaan tijdens de verwerking van Europese naaldhoutbomen. De houtvezels worden samen met polypropyleen (uit aardolie) verwerkt tot profielen die als plaatmateriaal verder zijn te verwerken.

### Voordelen voor milieu

Tech-Wood geeft geen schadelijke stoffen af in contact met water. De houtcomposieten kunnen de druk op het tropisch regenwoud verlichten en aardolie-gebaseerde kunststoffen grotendeels vervangen. Ten opzichte van ander houtcomposieten heeft Tech-Wood het voordeel dat polypropyleen recycling niet in de weg staat. Dit in tegenstelling tot het gebruikelijke formaldehyde dat bovendien giftig is.

### Producent

Tech-Wood Nederland B.V. is een Nederlandse producent en levert sinds 1996 houtcomposieten. Het bedrijf is gevestigd in Rijssen en telt 35 medewerkers. Meer informatie is te verkrijgen op [www.tech-wood.com](http://www.tech-wood.com).

### **Product 3. Agrovezelcomposieten voor de auto-industrie**

#### **Product en grondstof**

Door vezels te verwerken in plastic ontstaan vezelcomposieten, stevige materialen die bruikbaar zijn voor tal van toepassingen. De automobiellindustrie verwerkt deze plastics onder andere in deurpanelen, hoedenplanken en dashboards. Vaak worden hiervoor glasvezels gebruikt, maar een aantal autofabrikanten passen sinds 1996 composieten toe op basis van agrovezels zoals vlas, hennep, jute, sisal of kenaf.



#### **Voordelen voor milieu en gezondheid**

De agrovezelcomposieten zijn lichter van gewicht. Dit maakt auto's zuiniger in het verbruik van brandstof. Bij een ongeval versplinteren de composieten niet waardoor de auto veiliger is voor de inzittenden.

#### **Producent**

Mercedes Benz was de eerste autoproducent die op grote schaal agrovezelcomposieten ging gebruiken. Op dit moment verwerken ook BMW, Audi, Ford en Renault agrovezelcomposieten in hun modellen.

---

## Product 4. Kapokkussens van Jade

### Product en grondstof

Kapok wordt gewonnen uit de noten van de kapokboom die in tropische streken voorkomt. Op Java wordt, wereldwijd gezien, de beste kapok geproduceerd. De vezels worden als geheel toegepast als vulmateriaal. Kapok beschikt over goede isolerende en veerkrachtige eigenschappen en is daarmee een uitstekende grondstof voor hoofdkussens. Een recente technologische ontwikkeling heeft ertoe geleid dat de kwaliteit van de hoofdkussens sterk is verbeterd, waardoor de afzet flink is toegenomen.



### Voordeel voor milieu

Kapok is een groene grondstof en vervangt synthetische, op aardolie gebaseerde, vezels.

### Producent

Jade BV is sinds 1936 leverancier van hoofdkussens en (later ook) van dekbedden. Naast synthetische kussens, bestaat de omzet voor een groot deel ook uit de productie van kapok kussens. Meer informatie is te verkrijgen op [www.jade.nl](http://www.jade.nl).

## 4. Groep 2, de plant als leverancier van waardevolle stoffen

### Introductie

Ontwikkelingen die in de tweede groep vallen maken gebruik van chemische stoffen die in de plant zitten. De stoffen worden uit de plant geïsoleerd en vervolgens chemisch (of soms fysisch) gemodificeerd, waarna ze op uiteenlopende gebieden kunnen worden toegepast.

Voorbeelden van deze toepassingen zijn:

- Plantaardige oliën voor verven en lijmen bijvoorbeeld als vervanger van vluchtige oplosmiddelen
- Zetmeelplastics voor een scala aan toepassingen: bloempotjes, slokdarmafsluiters voor geslacht vee, verpakkingsfolies
- PUR (polyurethaan) harsen of schuimen uit suikers en oliën
- Harsen uit sojaolie die nu in de VS op de markt komen
- Smeermiddelen uit vetzuren

Ook deze ontwikkelingen zijn lang niet allemaal nieuw, het gebruik van lijnolie in verven is al vele eeuwen oud en ook beenderlijm wordt al zeer lang toegepast. Met de opkomst van de industriële chemie ontstonden er nieuwe en/of verbeterde technische toepassingen voor groene grondstoffen. Celluloseacetaat (uit hout en azijnzuur) was één van de eerste thermoplastische polymeren die werd ontwikkeld. Dit materiaal vindt ook nu nog brede toepassing voor brilmonturen, sigarettenfilters, handvatten van schroevendraaiers, cellofaan en voeringstof. Ook de eerste kunstharsen (ook wel thermoharders genoemd) werden uit groene grondstoffen gemaakt, bijvoorbeeld uit caseïne (melkeiwit) met formaldehyde.

Ook nu al zitten in veel petrochemische plastics en harsen hulpstoffen gemaakt uit groene grondstoffen. Voorbeelden zijn suikerderivaten als stabilisator of als één van de meereagerende stoffen in moderne harssystemen. Ook een product als linoleum bestaat, naast krijt, volledig uit groene grondstoffen.

De laatste jaren is op dit gebied veel onderzoek gedaan en er zitten vele nieuwe ontwikkelingen in het verschiet. Een aantal voorbeelden van ontwikkelingsprojecten die op dit moment lopen, is:

- Nieuwe weekmakers uit sorbitol voor onder andere PVC, ter vervanging van de ftalaten

- Rubbers gemaakt uit oliën via fermentatie
- Nieuwe harsen uit suikers, oliën en/of lignine

Veel van de nieuwe ontwikkelingen zijn gericht op het verhogen van de fractie groene grondstoffen in een product of materiaal. Omdat innovatie een grillig proces is, is het niet waarschijnlijk dat al deze ontwikkelingen uiteindelijk ook tot nieuwe materialen in de markt leiden. Maar gezien de wereldwijde belangstelling en inzet zullen langzamerhand toch steeds meer groene grondstoffen worden toegepast in verschillende producten.

## Product 5. Solanyl van Rodenburg Biopolymers

### Product en grondstof

Solanyl wordt gemaakt uit aardappelzetmeel wat gewonnen wordt uit restproducten van de aardappelverwerkende industrie. Solanyl is een biologisch afbreekbare plastic dat qua overige eigenschappen vergelijkbaar is met, het op aardolie gebaseerd, polyethyleen of polystyreen. Het wordt onder andere toegepast in biologisch afbreekbare bloempotten voor grote



kwekerijen en tuincentra. Andere toepassingen op het gebied van verpakkingen en pet food worden ontwikkeld.

### Voordeel voor milieu en gezondheid

Solanyl is biologisch afbreekbaar. Tijdens de productie ervan wordt 40% minder energie verbruikt bij de productie van bijvoorbeeld polyethyleen. Solanyl kan op aardolie gebaseerde producten vervangen. Daarnaast draagt de stof bij aan een oplossing voor de steeds strenger wordende regels omtrent benutting van reststromen in de diervoedingsindustrie.

### Producent

Rodenburg Biopolymers verwerkt aardappelbijproducten tot Solanyl. Het is onderdeel van Rodenburg Groep die zich richt op alle soorten van restproductenverwerking uit de aardappelindustrie. Meer informatie is te verkrijgen op [www.solanyl.nl](http://www.solanyl.nl).

## Product 6. Mater-Bi van Novamont

### Product en grondstof

Mater-Bi wordt gemaakt uit maïs-, graan- en aardappelzetmeel. Uit deze zetmelen kunnen biopolymeren worden geproduceerd die vergelijkbare eigenschappen hebben als traditionele, op aardolie gebaseerde plastics. Mater-Bi kan worden toegepast als verpakkingsmateriaal, loose fill, pet food, catering-artikelen en in hygiëne-artikelen.



### Voordelen voor milieu

In tegenstelling tot de traditionele plastics draagt Mater-Bi niet bij aan het broeikaseffect en kan het een deel van de op aardolie gebaseerde plastics vervangen.

### Producent

Novamont is in 1990 opgericht met als doel het ontwikkelen en op de markt brengen van chemische producten met een lage milieu-impact. Alle producten van Novamont worden geproduceerd op basis van groene grondstoffen. Mater-Bi is één van de materialen van Novamont.



## **Product 7. Aquamarijn Natuurverven van Ursa Paint**

### **Product en grondstof**

Aquamarijn verven worden gemaakt op basis van lijnolie wat gewonnen wordt uit vlaszaden. De verven zijn geschikt voor binnen- en buitentoepassingen. In alle Aquamarijn producten worden natuurlijke, plantaardige en minerale grondstoffen gebruikt en er wordt naar gestreefd oplosmiddelvrije en/of watergedragen producten te ontwikkelen.

### **Voordelen voor milieu en gezondheid**

Aquamarijn verven leggen minder beslag op fossiele grondstoffen en zijn door het oplosmiddelvrije karakter beter voor de gezondheid van de mens.

### **Producent**

Ursa Paint richt zich op de ontwikkeling van milieusparende, oplosmiddelarme of -vrije en watergedragen systemen. Onder de naam Aquamarijn Natuurverven brengt Ursa Paint een reeks verven op basis van lijnolie op de markt. Meer informatie is te verkrijgen op [www.ursapaint.com/aquamarijn](http://www.ursapaint.com/aquamarijn).



## **Product 8. Paragon van Paragon Products**

### **Product en grondstof**

Paragon wordt geproduceerd uit aardappelzetmeel en is een grondstof voor biologisch



afbrekbare verpakkingen, hondenkluibotten, pet food en slokdarmafsluiters voor te slachten vee. Paragon is biologisch afbreekbaar.

### **Voordeel voor milieu**

Paragon kan een deel van de op aardolie gebaseerde producten vervangen.

### **Producent**

Paragon Products is een verzelfstandigd onderdeel van aardappelzetmeelproducent Avebe. Het bedrijf richt zich op de ontwikkeling en verkoop van non-food toepassingen op basis van Paragon.

## Product 9. Biopar van Biopolymer Technologies AG

### Product en grondstof

Biopar bestaat tot voor 70% uit polymeren uit aardappelzetmeel. Afhankelijk van de gewenste eigenschappen van de uiteindelijke toepassingen worden andere grondstoffen bij de polymeren gevoegd. Biopar werd als eerste in Nederland door supermarkten verkocht in



biologisch afbreekbare GFT-zakken. Daarnaast wordt Biopar ook toegepast in landbouwfolie en in laminaten.

### Voordeel voor milieu

Biopar is biologisch afbreekbaar en kan een deel van de traditionele op aardolie gebaseerde producten vervangen.

### Producent

Biopolymer Technologies AG is een Duitse onderneming die in november 2002 met BioPar op de markt is gekomen. Het bedrijf richt zich uitsluitend op de ontwikkeling en productie van biopolymeren. Meer informatie is te verkrijgen op [www.biopag.de](http://www.biopag.de).

## 5. Groep 3, de plant als leverancier van waardevolle bouwstenen

### Introductie

De derde groep toepassingen van groene grondstoffen richt zich op het gebruik van groene grondstoffen als basis-chemicaliën voor de chemische industrie. Hiervoor worden de stoffen uit de plant, bijvoorbeeld zetmeel, eerst afgebroken/gekraakt tot kleinere moleculen of bouwstenen, die vervolgens worden gebruikt voor de productie van nieuwe stoffen, materialen, en producten. Voorbeelden van ontwikkelingen in deze groep zijn:

- Polymelkzuur, een doorzichtig polymeer met goede eigenschappen geproduceerd door onder andere Cargill Dow LLC uit maïsstengels of uit biomassa door het aanwezige zetmeel en suikers te fermenteren tot melkzuur en dit vervolgens te polymeriseren.
- Propaandiol: Dupont gaat in 2006 de belangrijkste grondstof van haar materiaal Sorona (1,3-propaandiol, wat nu nog uit aardolie wordt gemaakt) via fermentatie produceren uit maïssuikers.

Ook de ontwikkelingen in deze groep zijn niet allemaal nieuw; tussen beide wereldoorlogen werden in Duitsland uit suikers de basis-chemicaliën aceton, butanol en ethanol via het zogenoemde ABE-proces geproduceerd. Na de Tweede Wereldoorlog is dit proces om bedrijfseconomische redenen gestaakt, maar nu is er weer een hernieuwde belangstelling voor verdere ontwikkeling van het proces. In Brazilië wordt al jaren ethanol gemaakt voor autobrandstof uit suiker uit de suikerrietplant.

Omdat de producten uit groep drie basis-chemicaliën zijn, zijn de toepassingsmogelijkheden legio, en is de reikwijdte van deze groep nog veel groter dan die van de eerste en tweede groep.

## Product 10. NatureWorks PLA van Cargill Dow LLC

### Product en grondstof

NatureWorks PLA wordt uit maïs geproduceerd. Het maïszetmeel tijdens de productie afgebroken tot suikers. Vanuit deze suikers wordt door middel van verschillende technologieën polymelkzuur gemaakt. NatureWorks PLA is toegelaten voor gebruik als voedselverpakking. Er kunnen folies van gemaakt worden, maar ook bijvoorbeeld plastic eetgerei en andere consumentenproducten. Daarnaast is Natureworks PLA geschikt voor de productie van (textiel)vezels.



### Voordeel voor milieu

NatureWorks PLA vervangt op aardolie gebaseerde plastics.

### Producent

Cargill Dow LLC is een joint venture van Cargill, een multinational op het gebied van voeding, en Dow, een multinational op het gebied van chemie. Eén van de activiteiten van Cargill Dow LLC is de productie van polymelkzuur. Meer informatie is te verkrijgen op [www.cargilldow.com](http://www.cargilldow.com).

## Product 11. Furaanproducten van Transfurans Chemicals

### Product en grondstof

Bij de productie van rietsuiker ontstaat een reststroom waaruit furfural wordt gewonnen dat verder bewerkt kan worden tot furaanalcohol. Dit vormt weer de grondstof voor furaanharsen.



De harsen worden van oudsher toegepast in mallen in ijzergieterijen, maar momenteel worden nieuwe toepassingen ontwikkeld waarbij men gebruik maakt van de zeer lage emissie van vluchtige stoffen uit de harsen. Een nieuwe watergedragen hars is onlangs op de markt gekomen als milieuvriendelijk houtverduurzamingsmiddel.

### Voordeel voor milieu en gezondheid

Lage emissies van vluchtige stoffen zijn beter voor de gezondheid en geven ook een verminderde milieubelasting. De nieuwe

furaan-producten kunnen bestaande producten die op aardolie gebaseerd zijn wellicht vervangen.

### Producent

Transfurans Chemicals is een Belgisch MKB-bedrijf dat furaanalcohol produceert uit furfural. Meer informatie is te verkrijgen op [www.transfurans.be](http://www.transfurans.be).

## Product 12. Sorona van Dupont

### Product en grondstof

PDO (1,3 propaandiol) wordt op dit moment geproduceerd uit aardolie. PDO is de belangrijkste bouwsteen voor Sorona. Sorona is, vergeleken met polyester en nylon, vlekafstotend, zacht, rekbaar en bestand tegen UV-straling en chloor. Sorona vormt de basis



voor textielen en verpakkingen. Dupont ontwikkelt een nieuw productieproces dat Sorona gaat maken uit een groene grondstof.

### Voordelen voor milieu

De nieuwe technologie maakt niet alleen gebruik van groene grondstoffen, maar kost ook minder energie.

### Producent

Dupont is actief in 70 landen en levert stoffen en materialen voor voeding, gezondheid, veiligheid, transport, electronica en constructies. Dupont produceert onder andere de vezel Sorona. Samen met Tate & Lyle wordt een fabriek gebouwd die in 2006 de grondstof PDO voor Sorona uit groene grondstoffen produceert. Meer informatie is te verkrijgen op [www.dupont.com](http://www.dupont.com).

---

## 6. Nawoord, de toekomst voor groene grondstoffen

Groene grondstoffen vormen het meest voor de hand liggende alternatief voor aardolie als basis voor materialen en chemicaliën, omdat zij een goed toegankelijke en onuitputtelijke koolstofbron zijn. De aardolieprijs is al enige tijd aan het stijgen. Wellicht is deze ontwikkeling structureel omdat de reserves steeds moeilijker te winnen zijn en de vraag nog steeds stijgt. Door een structureel hogere olieprijs ontstaat er ruimte om met groene grondstoffen op prijs te gaan concurreren. Dit zal innovaties rondom groene grondstoffen verder stimuleren<sup>i</sup>. Omdat de schaal waarop geproduceerd wordt nu nog veel kleiner is en ook de technologie nog minder ver is ontwikkeld zijn groene grondstoffen vaak duurder dan petrochemische grondstoffen. Maar nieuwe technologische ontwikkelingen zullen de productieprijzen van producten uit groene grondstoffen doen dalen, waardoor de prijs van groene en petrochemische grondstoffen nog dichter bij elkaar komt te liggen. Wij denken dat toepassing van groene grondstoffen in de industrie hierdoor meer en meer ingang zal vinden, en op de voorgaande bladzijden worden al tal van verschillende nieuwe ontwikkelingen getoond.

Zoals we in dit boekje laten zien zijn de toepassingsmogelijkheden voor groene grondstoffen zeer breed en zijn deze globaal in te delen in drie groepen: groene grondstoffen als leverancier van materialen, van stoffen en van bouwstenen. De drie groepen worden door verschillende spelers bemand, wat voornamelijk wordt veroorzaakt door het verschil in schaal en complexiteit van de technologie. Er zijn daardoor voor elk van de drie groepen ook verschillende toekomstperspectieven en strategieën:

In de eerste groep zijn veel MKB-bedrijven actief. Deze bedrijven zijn er in geslaagd om met behulp van redelijk eenvoudige technologie de voordelen van een groene grondstof om te zetten in een marktvoordeel. Wanneer de relatieve prijs van groene grondstoffen lager wordt zullen hier nieuwe bedrijven kunnen ontstaan die nieuwe marktsegmenten kunnen bedienen.

In de tweede groep zijn veel middelgrote chemische bedrijven actief. Deze bedrijven zijn al gewend om met groene grondstoffen te werken en kunnen gebruik maken van het momentum om hun activiteiten te verbreden en hun marktaandeel te vergroten.

---

<sup>i</sup> Bij een grootschalige overgang naar een andere energiedrager dan aardolie kan aardolie als grondstof voor de chemische industrie weer aantrekkelijker worden. Door het verdwijnen van de schaalvoordelen is het echter ook mogelijk dat aardolie structureel duurder wordt waardoor groene grondstoffen een serieus alternatief vormen.



In de derde groep zullen de petrochemische bedrijven actief gaan worden, mogelijk in samenwerking met bedrijven uit de voedingsmiddelenbranche. Deze trend is nu al zichtbaar: Dow Chemical en Cargill maken in een joint venture NatureWorks PLA (product 10), DSM heeft een aantal jaren geleden Gist-Brocades overgenomen met als doel biotechnologie en chemie te integreren.

Wij denken dat in de derde groep de consequenties veel groter zullen zijn dan in de eerste twee groepen. Groene grondstoffen kunnen juist in deze groep de rol van aardolie deels gaan overnemen. Door de schaalgrootte van de productie van deze bedrijven heeft dit grote invloed op de infrastructuur. De grondstofstroom zal veel gevarieerder worden dan bij aardolie, wat andere vervoers- en opslagcapaciteit vraagt. Maar waar petrochemie zich over het algemeen in de buurt van een zeehaven afspeelt, zullen fabrieken die producten uit de derde groep maken zich misschien wel juist in landbouwgebieden vestigen en wellicht in heel andere landen. De aanmaak van de grondstof is bovendien geen constante omdat groene grondstoffen een groeiseizoen kennen en ook nog van jaar tot jaar in kwaliteit verschillen. Dit stelt extra eisen aan de planning en coördinatie van economische activiteiten. In de levensmiddelenindustrie is men hier aan gewend, maar de schaal van de petrochemische industrie is veel groter, waardoor er een grote logistieke uitdaging ontstaat. Ook de primaire agrosector, de boeren, zullen zich moeten oriënteren op de veranderingen die een dergelijke ontwikkeling voor hen met zich mee kan brengen.

In dit boekje wijzen we op de milieu- en gezondheidsvoordelen van groene grondstoffen, maar groene grondstoffen zijn niet per definitie goed voor het milieu. De omzetting van grondstof naar product vraagt soms nog veel energie of chemicaliënverbruik. Dit wordt deels veroorzaakt doordat de verwerkingstechnologie verouderd is. Nieuwe technologische ontwikkelingen waarbij nieuwe processen worden gecombineerd met nieuwe grondstoffen kunnen de milieu- en gezondheidsvoordelen van groene grondstoffen aanmerkelijk verhogen. Ook deze trend zien wij inmiddels optreden: in een aanzienlijk deel van de chemische industrie vindt op dit moment een integratie plaats tussen chemie en biotechnologie, die in Nederland witte biotechnologie (of industriële biotechnologie) wordt genoemd. Witte biotechnologie is de combinatie van het gebruik van groene grondstoffen en de toepassing van alternatieve processen zoals bijvoorbeeld biokatalyse om deze processen energiezuiniger en efficiënter te maken. NatureWorks PLA is één van de eerste producten die uit deze ontwikkeling is voortgekomen.

Wij concluderen dat op termijn groene grondstoffen een vervanging zullen vormen voor aardolie. Een grootschalige omslag naar het gebruik van groene grondstoffen brengt een systeeminnovatie of transitie teweeg, dat wil zeggen een verandering van regels, instituties en infrastructuur. Dit brengt naast kansen, zoals het oplossen van klimaatproblemen ook nieuwe problemen met zich mee, zoals wellicht andere vormen van milieuvervuiling (denk aan vermesting door kunstmest) of een aantasting van biodiversiteit. De kunst is om een dergelijke transitie te bewerkstelligen zonder nieuwe problemen te veroorzaken. Voordat groene grondstoffen grootschalig op een duurzame wijze kunnen worden toegepast moet eerst de technologie hiervoor op een hoger niveau worden gebracht. Een combinatie van gericht overheidsbeleid en nieuwe concrete ontwikkelingen binnen bedrijven en kennisinstellingen zal hiervoor de weg moeten bereiden. Wetgeving en stimulering via accijnzen kan de economische balans laten doorslaan in de richting van een bredere toepassing van groene grondstoffen. De overheid kan hier een duidelijke rol spelen, zoals nu al blijkt uit de gevolgen van de Europese richtlijn voor het bijmengen van biobrandstoffen in transportbrandstoffen.

## 7. Meer informatie

- Roadmap for Biomass Technologies in the United States, december 2002, [www.bioproducts-bioenergy.gov/pdfs/FinalBiomassRoadmap.pdf](http://www.bioproducts-bioenergy.gov/pdfs/FinalBiomassRoadmap.pdf)
- Startnotitie van de Transitie naar een duurzame chemie, TNO-MEP, 13-5-2004, [www.kncvdebat.nl/leestafel.asp](http://www.kncvdebat.nl/leestafel.asp)
- Transitie duurzame energiehuishouding, transitiepad groene grondstoffen, informatie in de Nieuwsbrief Energietransitie en Energieonderzoek via [www.minez.nl](http://www.minez.nl)
- H. van Bekkum, Kansen voor duurzame grondstoffen en processen, InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster, Rapportnr. 90-5059-160-4, Den Haag, 2003
- Industrial (White) Biotechnology, An Effective Route to Increase EU Innovation and Sustainable Growth. Uitgave van DSM, te verkrijgen via DSM Corporate Communications Department, telefoon: 045-5782421
- The National Non-food Crops Centre in Engeland: [www.nfccc.co.uk](http://www.nfccc.co.uk)



## **Colofon**

### **Groene Grondstoffen in productie Recente ontwikkelingen op de markt**

Dr. Harriëtte Bos  
Bert van Rees

2004  
© Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen  
ISBN 90-6754-845-6

Druk: Propress, Wageningen

Agrotechnology & Food Innovations B.V.  
Wageningen University and Research Centre  
Bornsesteeg 59  
Postbus 17  
6700 AA Wageningen  
Internet: [www.agrotechnologyandfood.wur.nl](http://www.agrotechnologyandfood.wur.nl)  
E-mail: [info.agrotechnologyandfood@wur.nl](mailto:info.agrotechnologyandfood@wur.nl)

**Zijn er relaties die u met dit boek een plezier kunt doen  
dan zouden we dat graag van u vernemen.**

De publicatie is mogelijk gemaakt door het onderzoeksprogramma Groene Grondstoffen, gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en is de vierde in een reeks publicaties over het gebruik van agrogrondstoffen en nevenstromen in veilige en gezonde producten voor consumenten- en industriële markten.