

# Technologie voor gezondheid en milieu



Agenda voor duurzame en gezonde  
industriële toepassingen van  
organische nevenstromen en agro-  
grondstoffen in 2010

SIETZE VELLEMA

BARBARA DE KLERK-ENGELS

## Plaatsing van de studie

### **Strategische heroriëntatie van het beleid inzake hernieuwbare grondstoffen**

Deze nota is onderdeel van de strategische heroriëntatie inzake Hernieuwbare Grondstoffen zoals geïnitieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). Eerder zijn de studies 'Succes- en Faalfactoren van Agrificatie in Nederland' en 'Groene Opties: 8 case-studies van veilige, milieuvriendelijke producten op basis van hernieuwbare grondstoffen' in dit verband uitgevoerd. Deze studies geven met name aan hoe de Nederlandse overheid om kan gaan met stimulering van innovatie en hoe, op de korte termijn, de overheid een rol kan spelen bij de marktintroductie van enkele geselecteerde nieuwe producten. Voor het ontwikkelen van een lange termijn perspectief voor het toepassen van agro-grondstoffen, het onderwerp van deze studie, wil LNV duidelijk hebben welke technologie-ontwikkelingen van dusdanig maatschappelijk belang zijn dat zij door strategische onderzoeksgelden ondersteund zouden moeten worden.

In internationaal perspectief zijn diverse trajecten gericht op een toenemend gebruik van organische reststromen en agro-grondstoffen reeds in gang gezet. In de VS wordt grootschalige teelt van (genetische gemodificeerde) gewassen gekoppeld aan strategieën voor alternatieve energiebronnen en aan de grondstofvoorziening voor de chemische industrie. Biotechnologie speelt in de verwerkingsprocessen van biomassa een cruciale rol. In het Verenigde Koninkrijk staat het ontwikkelen van een nieuwe functionaliteit voor de fijnchemie hoog op de agenda. In Duitsland en Frankrijk bestaan diverse projecten voor duurzame energievoorziening. In deze landen worden lange termijn perspectieven ontwikkeld voor hernieuwbare grondstoffen en is veel aandacht voor korte termijn marktintroductie en demonstratieprojecten. In Europees verband wordt in het kader van het 6<sup>e</sup> kaderprogramma gesproken over de speerpunten 'intelligent materials' en de toekomst van 'life sciences', en er is beleid in ontwikkeling inzake de toevoeging van bio-alcohol aan vloeibare transportbrandstoffen. In Nederland is het afgelopen decennium veel aandacht geweest voor agrificatie. Momenteel bestaat er geen organisatie die zich vanuit de overheid bezig houdt met grondstoffenbeleid in relatie tot hoogwaardige en kennisintensieve industriële activiteiten.

Het Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO) heeft in opdracht van LNV deze verkenningsstudie uitgevoerd. De geformuleerde technologische onderzoeksagenda's zijn getoetst op de maatschappelijke relevantie, met name of het bieden van een oplossing voor gezondheid- of milieuproblemen aannemelijk is. Maatschappelijke problemen, in het bijzonder rond gezondheid en milieu, en technologische mogelijkheden in de toepassing van agro-grondstoffen zijn samen gebracht in een duidelijk gearticuleerde vraag naar technologie. De gehanteerde afbakening is dat het gaat om de bijdrage die agro-grondstoffen kunnen leveren aan duurzame ontwikkeling in niet-voedsel toepassingen.



# Inhoud

<b>1. Inleiding: technologie-agenda voor gezonde en duurzame producten .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Werkwijze: tussen vraag en aanbod.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Maatschappelijke drijfveren in een veranderend landschap.....</b>	<b>6</b>
Consumenten en burgers .....	7
Chemie- en materialenindustrie .....	8
Agro-sector.....	10
Overheid.....	14
Technologieaanbieders .....	15
<b>4. Van maatschappelijke context naar technologie-agenda's.....</b>	<b>16</b>
I. Bouwstenen voor een groene chemie .....	19
II. Natuurlijke complexiteit voor functionaliteit .....	22
III. Sleutels voor groene processen .....	26
<b>5. Technologie voor gezondheid en milieu.....</b>	<b>29</b>
<b>Geraadpleegde literatuur.....</b>	<b>30</b>
 <b>Bijlagen</b>	
Bijlage 1: Leden klankbordgroep.....	34
Bijlage 2: Geïnterviewde experts en sleutelinformanten .....	34
Bijlage 3: Werkwijze en betrokkenheid maatschappelijke partijen .....	35
Bijlage 4: Onderzoeksagenda's gejureerd tijdens workshop.....	37



---

## 1. Inleiding: technologie-agenda voor gezonde en duurzame producten

Het waarom van de studie

Een schoner milieu, veilige en gezonde consumentenproducten en duurzame industriële processen verdienen een prominente plaats in de visievorming over een **duurzame economie**, zowel voor de productie van energie als voedsel- en niet-voedselproducten. In de ontwikkeling van een maatschappelijke relevante technologie-agenda voor niet-voedselproducten staan vragen over de meest geschikte grondstof, efficiënte en kosteneffectieve verwerkingsprocessen en productveiligheid centraal. De uitdaging van deze studie is de identificatie van strategische en maatschappelijk relevante technologie-agenda's die het bedrijven en sectoren beter mogelijk maken om, op duurzame wijze, gezonde en veilige producten te maken. Daarbij dienen wensen vanuit de maatschappij als leidraad.

Stellingname en motto

De agenda die in dit document wordt ontwikkeld streeft naar een balans tussen '**technology push**' en '**technology pull**'. Dit is noodzakelijk omdat er wel degelijk investeringen in technologie ontwikkeling nodig zijn om burgers en consumenten in de toekomst de keuze te bieden uit verschillende opties. Hierbij is het niet de bedoeling om scherp gedefinieerde en strak omliggende kennisthema's van bovenaf vast te stellen. De studie stelt wel vast welke technologiegebieden voor de overheid van strategisch belang zijn. Dit is met name bedoeld om de overheid in staat te stellen innovatieve oplossingsrichtingen en vernieuwende samenwerkingsverbanden te stimuleren op die gebieden.

Ambitie

Hoofddoel van dit visiedocument is het benoemen van prioritaire **technologische onderzoeksagenda's** voor de komende 10 jaar, waarbij de gekozen oriëntatie is gericht op het gebruik van agrogrondstoffen of biomassa. De visie die hier wordt geformuleerd schetst de perspectieven van investeringen door de overheid in maatschappelijk relevante technologiegebieden, in het bijzonder het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Het gebruik of hergebruik van agrogrondstoffen

wordt, in samenhang met vernieuwende procestechologie, gezien als een richting die de maatschappelijke wens voor een gezonde en veilige leefomgeving combineert met een duurzaam producerende industrie.

Perspectief

De uitvoering van een dergelijke visie vereist een aantal grensoverschrijdende stappen, die de noodzakelijke **institutionele** en **technologische veranderingen** bewerkstelligt. De institutionele veranderingen betreffen samenwerking tussen de chemische- en materialenindustrie enerzijds en de landbouw- en voedselsector anderzijds, en nieuwe institutionele verbanden tussen de private en publieke sectoren. Deze studie doet geen uitspraken over de precieze inrichting van de publiek-private samenwerking. Wel werkt de studie vanuit de veronderstelling dat een langetermijnstrategie gericht op duurzaamheid alleen tot stand kan komen in een samenspel tussen industrie, kennisinstellingen, overheden, burgers en consumenten. Vandaar dat bij het identificeren van technologie-agenda's de verschillende maatschappelijke perspectieven en probleemdefinities een belangrijke rol hebben gespeeld. Deze studie legt de nadruk op de technologische stappen, die de integratie van productieprocessen en verwerking van nevenstromen, en de synthese tussen 'life sciences', chemische wetenschappen en procestechologie betreffen.

Technologie agenda

De visie in dit rapport is **agenderend** van aard. Twee gerelateerde vragen staan centraal. Ten eerste, en deze vraag heeft een zeer algemeen karakter, is de Nederlandse samenleving in staat om op termijn gezondheid en duurzaamheid te garanderen en noodzakelijke verbeteringen te realiseren? Ten tweede, en dit is de vraag waar het rapport probeert uitsluitsel over te geven, welke investeringen in technologieontwikkeling zijn hiervoor nodig? Deze studie heeft tot doel bij te dragen aan een verdere afstemming tussen kennisopbouw en economische bedrijvigheid die noodzakelijk is voor de transitie naar een duurzame economie in Nederland.

Leeswijzer

Het rapport laat zich als volgt lezen. In hoofdstuk 2 wordt kort de werkwijze uitgelegd, die is gebaseerd in een interactieve 'technology assessment' benadering waarin zoveel mogelijk maatschappelijke partijen hun visie kunnen

geven op voorgestelde oplossingsrichtingen. Hoofdstuk 3 inventariseert de verschillende probleemdefinities rond gezondheid en milieu in de Nederlandse samenleving; tevens wordt aangegeven op welke wijze consumenten en burgers, industrie, overheid en kennisinstellingen verbonden zijn aan technologieontwikkeling en duurzaam ondernemen. Het uitgangspunt voor de technologie-agenda's in hoofdstuk 4 zijn de maatschappelijke randvoorwaarden die voortkomen uit de analyse in hoofdstuk 3. De technologie-agenda's worden getoetst op de maatschappelijke relevantie, met name of het bieden van een oplossing voor gezondheid- of milieuproblemen in 2010 aannemelijk is. Specifieke overwegingen voor het ministerie van LNV zijn de rol van de agro-sector, als leverancier van groene grondstoffen, en de toenemende stroom van neven- en restproducten in de landbouw en voedingsindustrie. De studie presenteert kennisthema's in de vorm van een 'technology roadmap', die het korte- en langetermijnperspectief van de agenda's verder inhoud geeft.

## 2. Werkwijze: tussen vraag en aanbod

Push en pull

Technologiebeleid ziet zich geconfronteerd met de twee zijden van het 'technology-pull' en het 'technology-push' continuüm. Het Nederlandse technologiebeleid hecht aan de ene kant veel belang aan de promotie van technologische vernieuwing, om economisch concurrerend te blijven en groei mogelijk te maken. Aan de andere kant is er het besef dat het beleid rekening moet houden met de acceptatie van een nieuwe technologie, en met mogelijke effecten van technologie. Er dient dus sprake te zijn van een zekere maatschappelijke sturing in de oplossingsrichting.

Maatschappelijke actoren

Het is de wens en visie van het ministerie van LNV dat technologieontwikkeling tot stand komt in een geïntegreerde benadering, waarin maatschappelijke behoeften, bedrijfsstrategieën en beleid samenkomen. In het kader van deze studie is een inventarisatie gemaakt van de probleemdefiniëring en maatschappelijke doelen op het gebied van



gezondheid en veiligheid, milieu en kwaliteit vanuit het perspectief van verschillende doelgroepen: consument, burger, industrie, overheid en technologie-aanbieders. Al deze groepen geven op een verschillende wijze vorm aan de technologische richting van gebruik en toepassing van agrogrondstoffen. In het kader van deze verkenningsstudie is, in nauwe samenspraak met de klankbordgroep (bijlage 1), op basis van de maatschappelijke probleemdefinities een vertaalslag gemaakt naar maatschappelijke randvoorwaarden waaraan technologie-ontwikkeling in proces en product zou moeten voldoen.

Geïntegreerde  
benadering

Hiermee begeeft deze studie zich op het raakvlak tussen netwerken die het succes van technologie evalueren in termen van winstgevendheid en continuïteit van bedrijven en netwerken die technologie evalueren in termen van consumentenbelangen of publieke belangen zoals veilige producten of milieubehoud. De interactie tussen 'publieke netwerken' en 'intra-firm netwerken' is een wezenlijk onderdeel van het schetsen van technologische toekomst. Toekomstgericht onderzoek dient als onderbouwing van de te voeren discussie en de begeleiding van het afwegen van belangen. Uitkomst is de articulatie van verschillende 'vragen' en 'oplossingsrichtingen' of, in andere woorden, van 'markt' en 'beleid'. Verdere concretisering van de voorgestelde technologie-agenda's zal in een vergelijkbare interactie tot stand moeten komen.

Technologische  
oplossingsrichtingen

Bovenstaande geeft de functie aan van het consulteren van diverse maatschappelijke actoren in een besluitvormingsproces over noodzakelijke investeringen in technologieontwikkeling. Echter, we moeten ons realiseren dat de complexiteit van technologieën of van technologische innovaties het formuleren van maatschappelijke relevante en gefundeerde besluiten dikwijls bemoeilijkt. Vaak is er geen eenduidig ontwikkelingstraject, en wordt men eerder geconfronteerd met tal van onzekerheden en controversen. Dit benadrukt het belang van empirische kennis over de complexiteit en variëteit van producten en ontwikkelingstrajecten. De 'technologie-aanbieders' spelen daarom een speciale rol in het proces: hun kennis is onontbeerlijk, maar kan

tegelijkertijd de discussie over alternatieven bemoeilijken omdat technologie wordt gezien als een sturende factor. Door middel van literatuurstudie en interviews met wetenschappelijke experts en sleutelinformanten (bijlage 2) zijn technologische barrières en mogelijke oplossingsrichtingen in de toepassing van nevenstromen en agro-grondstoffen in de industrie en energiesector in kaart gebracht.

Consultatief en  
participatief  
proces

Het vaststellen van technologie-agenda's is tegelijkertijd een consultatief en participatief proces geweest (bijlage 3). Op basis van de studie is een aantal agenda's ontwikkeld, die getoetst zijn in een workshop met bijna vijftig participanten (bijlage 4 en 5). De participanten waren afkomstig uit de industrie, kennisinstellingen, overheid en maatschappelijke organisaties. De jurering van de technologie-agenda's tijdens de workshop en de nadere terugkoppeling met de klankbordgroep heeft uiteindelijk geleid tot de visie van de schrijvers over de noodzakelijke technologieontwikkeling voor toepassingen van nevenstromen en agro-grondstoffen als mogelijke oplossing voor milieu- of gezondheidsproblemen in 2005 – 2010 zoals verwoord in dit rapport. De technologie-agenda's zijn verder aangescherpt tijdens een beleidsworkshop met de LNV-directies, Landbouw, Industrie en Handel en Wetenschap en Kennisverdracht.

#### WERKWIJZE TECHNOLOGIE VOOR MAATSCHAPPIJ



### 3. Maatschappelijke drijfveren in een veranderend landschap

Waar ligt het initiatief?

Maatschappelijk verantwoord ondernemen is een leidend beginsel geworden voor menige industrie. De overheid zoekt in toenemende mate naar nieuwe samenwerkingsverbanden met de private sector om te helpen hier verder vorm aan te geven. Wanneer het gaat om technologieontwikkeling en de introductie van nieuwe producten neemt de industrie, in samenspraak met de technologieaanbieders, het voortouw. Steeds vaker probeert het bedrijfsleven technologieën en producten zodanig te ontwikkelen dat deze passen binnen het concept van duurzaamheid of verantwoord ondernemen. Het ontwerpen van duurzame en efficiënte industriële processen en het introduceren van gezonde producten heeft de aandacht van de industrie. Echter, de transitie naar een duurzaam producerende industrie met gezonde en veilige producten is een complex en bij tijden moeizaam proces. De overheid kan echter sectoroverstijgende initiatieven stimuleren, investeren in langetermijntrajecten, en maatschappelijke of publieke doeleinden inbrengen in de besluitvorming en strategiebepaling.

Maatschappelijke perspectieven

Om de verschillende belangen en overwegingen rondom technologieontwikkeling en duurzaam ondernemen in kaart te brengen, zijn de perspectieven van verschillende actoren betrokken bij het opstellen van de technologie-agenda's. Onderstaande geeft een indruk van de probleemdefinities die consumenten en burgers, de industrie (inclusief de landbouw), de overheid en de technologieaanbieders hanteren. Alhoewel de verschillende maatschappelijke actoren hier in algemene zin naar duurzaamheid streven, kunnen de precieze probleemdefinities verschillen. Tevens is de manier waarop actoren betrokken zijn bij duurzaam ondernemen en technologie-ontwikkeling verschillend en aan verandering onderhevig.

---

*MAATSCHAPPELIJKE BETROKKENHEID BIJ DUURZAME TECHNOLOGIE*

<p><b>Burgers willen</b> bescherming en verbetering van gezondheid en leefmilieu en een garantie van welzijn mens, dier en landschap, en <b>consumenten kopen</b> gezonde en betaalbare producten met functionele eigenschappen</p>	<p><b>Overheid faciliteert</b> innovatie voor maatschappelijke problemen door zelfsturend vermogen actoren <b>en ontwikkelt en handhaaft</b> regelgeving ter voorkoming van schadelijke effecten op mens en milieu</p>
<p><b>Industrie (inclusief landbouw) gaat duurzaam ondernemen,</b> waarbij nieuwe synergie tussen de industrie en landbouw leidt tot efficiëntere processen en hoogwaardige productie</p>	<p><b>Technologieaanbieders verrichten</b> verkennend en risicovol onderzoek <b>en werken samen met beleid en industrie</b> voor de vertaling van kennis naar toepassing en praktijk</p>

### Consumenten en burgers

Maatschappelijke  
behoefte

De maatschappelijke behoeften in 2010, zoals geformuleerd door burgers, consumenten en overheid, komen in algemene termen neer op verbetering van **milieu en kwaliteit** en het garanderen van **gezondheid en veiligheid**. De verzameling van deze maatschappelijke behoeften is een doorslaggevend contextueel gegeven voor technologieontwikkeling: immers, door de toenemende macht van de consument en de toenemende interesse in duurzaam geproduceerde consumentenartikelen zal de wens naar een gezonde en veilige leefomgeving in 2010 nog sterker klinken dan nu.

Verantwoord  
ondernemen

De wensen van consumenten en burgers sturen in zekere zin technologie- en productontwikkeling. Burgers verschaffen bedrijven een 'license to produce' en mogelijke effecten van het product of de productie op milieu en gezondheid bepalen tot op zekere hoogte het koopgedrag van de individuele consument. De aanwezigheid van giftige of schadelijke stoffen in producten of de directe leefomgeving is een belangrijke zorg voor burgers. Daarnaast is een toenemende afvalstroom met daaraan gerelateerd de mogelijkheid voor recycling, een onderwerp dat aandacht verdient.

Consumenten- en milieuorganisaties raken steeds directer betrokken bij technologie-ontwikkeling. Met name de recente ontwikkelingen rond genetische modificatie hebben ertoe geleid dat het vertrouwen in wetenschap en industrie aan erosie onderhevig is. De wenselijkheid van technologische ontwikkeling en de effecten van productiewijzen zijn daarom onderdeel van een publieke discussie. Ter illustratie, de Dow Jones Sustainability Index benadrukt eveneens het belang van strategie -en termijndenken in samenhang met transparante communicatie met zowel 'shareholders' als 'stakeholders'.

<b>Milieu en gezondheid: consumenten en burgers</b>	
<b>Probleemdefinities</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimaat / opwarming aarde</li> <li>• Duurzame energie en energiebesparing</li> <li>• Biodiversiteit</li> <li>• Giftige stoffen</li> <li>• Duurzame industrie en landbouw</li> <li>• Recycling</li> <li>• Afvalverwijdering / scheiding</li> <li>• Horizonvervuiling, ruimtebeslag</li> <li>• Geluidsoverlast</li> </ul>	<b>Institutionele veranderingen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 'License to produce'</li> <li>• 'Consumer-driven technology'</li> <li>• Massa individualisering</li> </ul>
	<b>Sturing technologie en innovatie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campagnes en voorlichting</li> <li>• Discussie platforms</li> <li>• Lobby voeren</li> <li>• Opbouwen netwerk</li> <li>• Uitzetten eigen onderzoek</li> </ul>

Bronnen: Greenpeace, Stichting Natuur & Milieu, Milieudefensie, Consumentenbond, Triodos bank, SCPB.

### **Chemie- en materialenindustrie**

Producten uit de chemische - en materialenindustrie zijn niet weg te denken uit het dagelijkse leven. De vraag naar chemische producten en materialen neemt in de nabije toekomst alleen maar toe. Een willekeurige greep uit een Nederlands huishouden geeft een gevarieerd beeld aan chemische producten en materialen: van onderdelen van de woning, de meubels, de elektrische apparaten, auto, fiets, televisie- en stereoapparatuur tot keukengerei, diverse verpakkingen, shampoo, cosmetica en medicijnen.

Van end-of-pipe  
naar integratie

In de jaren 70 leidden vragen en onrust over milieueffecten en schade voor de gezondheid tot een toenemende druk op de chemie- en materialenindustrie om productieprocessen aan te passen en veilige producten op de markt te brengen. De striktere regel- en wetgeving gericht op milieumanagement, die overheden introduceerden in de jaren 80, waren aanleiding voor 'end-of-pipe' oplossingen, veelal gerichte op het verminderen van uitstoot van vervuilende stoffen en afval. Echter, sinds de jaren 90 zijn duurzaam gebruik van grondstoffen en een gezonde en milieuvriendelijke productie een essentieel onderdeel geworden van technologische en commerciële ontwikkelingen in de industrie.

Duurzaamheid en  
groene chemie

Dus, de chemische industrie houdt zich bezig met een herinrichting van industriële processen. De veiligheids-, gezondheids- en milieuaspecten van chemicaliën spelen hierin een rol. Daarnaast zijn een hogere efficiëntie van processen en een reductie van het gebruik van grondstoffen belangrijke kwesties. Tenslotte, het reduceren van vervuiling en afval en het behoud van schoon water en gezonde lucht zijn zaken die de industrie tot haar verantwoordelijkheid rekent. Voor duurzaam ondernemen zoekt de industrie nieuwe technologische wegen en combinaties, waarvoor intensief wordt samengewerkt met bedrijven, overheden en kennisinstellingen in (internationale) innovatienetwerken. Communicatie met stakeholders is tevens een wezenlijk onderdeel van duurzaam ondernemen.

Hernieuwbare  
grondstoffen

De chemische industrie bezint zich wereldwijd op het gebruik van hernieuwbare grondstoffen. Dit past in een het streven naar een duurzame productie en de verantwoording die de bedrijfstak wil afleggen aan consumenten en aandeelhouders. Daarbij (her)ontdekt de industrie de variatie in eigenschappen en de specifieke functionaliteit die hernieuwbare grondstoffen bezitten. Deze bieden een kans aan de vraag te voldoen van steeds specifiekere eisen aan het eindproduct. De opgebouwde kennis over de bestaande industriële toepassingen en de omvangrijke infrastructuur maken een omschakeling naar een alternatieve grondstof van de ene op de andere dag onmogelijk. De toenemende aandacht voor het gebruik van rest- en

nevenstromen uit de voedingsmiddelenindustrie laat zien dat nieuwe samenwerking tussen bestaande economische clusters nieuwe perspectieven biedt.

### **Agro-sector**

Biomassa  
intensiteit

De Nederlandse agro-sector kenmerkt zich niet alleen door primaire productie, maar profileert zich minstens net zo sterk in verwerking, handel en transport van grote stromen grondstoffen en nevenstromen. Zowel voor voedsel- en niet-voedseldoeleinden. De voedselverwerkende industrie in Nederland is omvangrijk. De zetmeelindustrie, de suikerindustrie, de margarine-, vetten- en oliënindustrie, de mengvoerindustrie, en de voedingsmiddelenindustrie betrekken naast grondstoffen uit Nederland veel van haar grondstoffen uit andere landen. Voor deze industrieën is de combinatie en nabijheid van primaire productie, import via Rotterdam en verwerking van reststromen een erkend vestigingsvoordeel. De import van grondstoffen door de aanwezige verwerkende industrie maakt dat de biomassa-intensiteit in Nederland zeer hoog is. Voor het ontwikkelen van een perspectief op duurzaam ondernemen is het belang te weten waar in de toekomst de benodigde grondstoffen vandaan moeten komen en op welke wijze de beschikbare grondstoffen ingepast kunnen worden in bestaande of nieuwe industriële processen.

Absorptie van  
nevenstromen

Een uniek maar cruciaal aspect van de Nederlandse agrosector en verwerkingsindustrie is de mogelijkheid om nevenproducten af te zetten in Nederland zelf. Het gebruik van nevenproducten biedt kansen voor het ontwikkelen van een gesloten kringloop. Een recente studie van Rabobank International (2001) over de Nederlandse akkerbouwkolom laat zien dat zonder de absorptie van nevenproducten en reststromen, door de veehouderij en mengvoerindustrie en voor een deel door de alcoholproducerende industrie, de continuïteit van de verwerkingsindustrie zwaar onder vuur komt te liggen.

Afzet  
nevenstromen

Tot nog toe vinden de meeste nevenproducten uit de verwerkingsindustrie hun weg naar de veevoerindustrie. De vraag is hoe lang dit nog het geval zal zijn. Door een aantal schandalen is de samenstelling en oorsprong van veevoer in de intensieve veehouderij in een kwaad daglicht komen te staan. De Nederlandse overheid stelt als reactie hierop strengere eisen aan de samenstelling van veevoer. Verder ligt het in de lijn der verwachtingen dat op termijn de veesector in Nederland zal krimpen, en dat heeft een effect op de omvang van de mengvoerindustrie. Resultaat van deze ontwikkelingen is het op termijn wegvallen van een afzetmarkt voor nevenproducten uit de verwerkingsindustrie. Dit zet de verwerkingsindustrie in Nederland onder druk en kan haar continuïteit in gevaar brengen. Het ontwikkelen van nieuwe niet-voedseltoepassingen van nevenstromen en agro-grondstoffen biedt een oplossing voor problemen van de verwerkende industrie. Het strategische vraagstuk dat zich aandient is in welke markten de verwerkingsindustrie en de agrosector een groeiend volume organische neven- en reststromen af kunnen zetten als deze in mindere mate bruikbaar zijn voor gebruik in de mengvoerindustrie.

Nieuwe markten  
voor reststromen

Kan hergebruik van biomassa, eventueel in combinatie met productie van agro-grondstoffen, geïntegreerd worden met de ontwikkeling van nieuwe, hoogwaardige markten voor duurzame en gezonde producten? De Minister van Landbouw presenteerde zijn visie op dit vraagstuk naar aanleiding van de presentatie van het Rabobank-rapport over de Nederlandse akkerbouwkolom (2001). De Minister stelt dat de Nederlandse akkerbouwkolom moet kijken naar: "(..) mogelijke verbindingen met de chemische industrie (..) inzet van biobased grondstoffen (..) nieuwe unieke mogelijkheden om nevenstromen uit de agrosector in te zetten als hoogwaardige grondstof in de chemie."

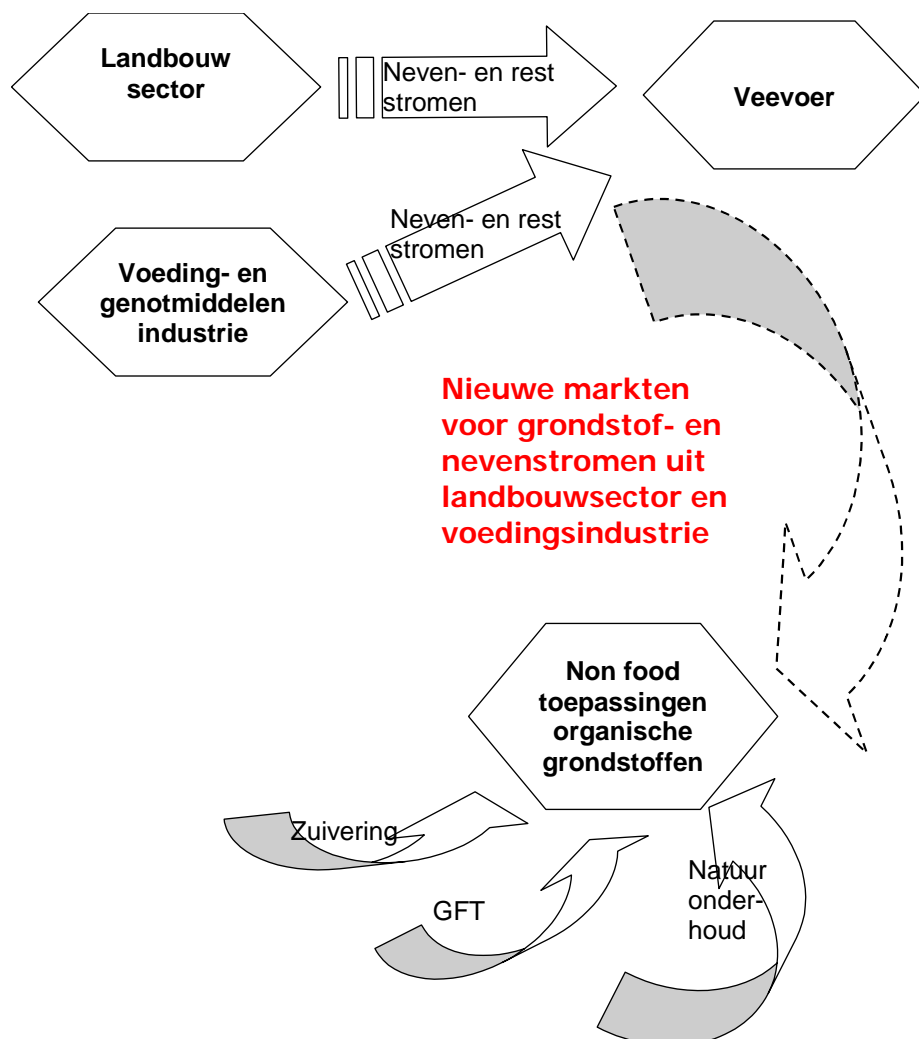
Markt voor  
niet-voedsel

De markt voor niet-voedseltoepassingen van biomassa kan grofweg onderverdeeld worden in de markt voor energie, bulkchemicaliën, constructiematerialen, fijn-chemicaliën en farmaceutische producten waarbij in zijn algemeenheid een oplopende toegevoegde waarde gecreëerd wordt. Het aanbod in duurzame grondstoffen qua type, prijs, kwaliteit en kwantiteit dient



afgestemd te worden aan deze markten. Daarbij is het van belang om vanuit de vraag terug te redeneren naar het gewenste type grondstof, de gewenste grondstofverwerking (chemisch, fysisch en/of biotechnologisch) en van daaruit naar duurzame teelt en landinrichting. Deze niet-voedselproducten bestaan nu voor een zeer groot deel uit grondstoffen afkomstig van eindige voorraden, zoals zand, grint, erts en producten uit ruwe aardolie. Dit hoeft echter niet het geval te zijn: vaak is er een alternatief of kan er middels onderzoek en ontwikkeling een alternatief gevonden worden voor de specifieke *functie* die het product vervult.

*DE AANWENDING VAN ORGANISCHE GRONDSTOFFEN IN NIET-VOEDSEL SECTOREN*



Op het gebied van materialen en niet-voedselproducten kunnen de agro- en de chemiesectoren een grote slag maken indien zij met elkaar in zee gaan. De geformuleerde technologie agenda's streven ernaar om bruggen te bouwen tussen de agro-sector en de chemische industrie. Het doel van het aanboren van nieuwe markten voor agro-grondstoffen en nevenstromen en van het initiëren van sectoroverstijgende samenwerking is om op termijn de maatschappelijke wens voor duurzame materialen, minder afval, veilige en gezonde producten, en milieuvriendelijke processen dichterbij te brengen. De Nederlandse landbouw is kennisintensief en heeft een goede traditie in kennisopbouw en verspreiding. De chemische industrie is sterk vertegenwoordigd in Nederland en voor haar innovatieve activiteiten is de sector goed ingebed in de Nederlandse infrastructuur.

<b>Milieu en bedrijfsvoering: industrie</b>	
<p><b>Probleemdefinities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veiligheid-, gezondheid- en milieu-aspecten van chemicaliën</li> <li>• Imago van de industrie</li> <li>• Energie-efficiency (CO<sub>2</sub>-reductie)</li> <li>• Reductie gebruik grondstoffen in combinatie met kostenverlaging.</li> <li>• Vermindering vervuiling en afval</li> <li>• Beschikbaarheid van lucht en water</li> <li>• Behoud van natuur en biodiversiteit</li> <li>• Uitstoot van CO<sub>2</sub> en andere gassen</li> <li>• Vervuiling van grond</li> <li>• Verwerkingen neven- en reststromen</li> <li>• Internationale concurrentiepositie</li> </ul>	<p><b>Institutionele veranderingen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maatschappelijk / duurzaam ondernemen</li> <li>• Communicatie met 'stakeholders'</li> <li>• Industriële netwerken/ internationalisering</li> <li>• Intensieve samenwerking tussen bedrijven, overheid en financiële instellingen</li> </ul> <p><b>Sturing technologie en innovatie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie strategie; herinrichting industriële processen en concurrentie</li> <li>• Producten met functionele voordelen</li> <li>• Combinatie van technologische competenties (intern / extern)</li> <li>• Coördinatie en overdracht kennis</li> </ul>

Bronnen: CEFIC, VNCI, SMO, WBCSD, grote petrochemische industrieën als Du Pont, Dow Chemicals, DSM, AKZONobel, en Shell, Rabobank International, Aracadis, ATO, Avebe, Cosun, Cebeco.

Duurzaam  
ondernemen

Omdat zowel de landbouw als chemie- en materialenindustrie onder toenemende maatschappelijke druk staan om bij te dragen aan antwoorden op toekomstige milieu- en gezondheidsproblemen, is een ontwikkeling richting maatschappelijk verantwoord ondernemen onvermijdelijk. Duurzaamheid of duurzaam ondernemen wordt steeds belangrijker in de bedrijfsstrategie van veel bedrijven. Echter, een dergelijke strategische koerswijziging behoeft afstemming met de opbouw en handhaving van technologische competentie in verschillen bedrijfstakken.

### **Overheid**

Rol van de  
overheid

De Nederlandse overheid zoekt adequate antwoorden op bestaande en nieuwe milieu- en gezondheidsproblemen, en draagt hier onder andere aan bij door middel van regelgeving en stimulering van innovatie door maatschappelijke partijen. In het kader van duurzaam ondernemen fungeert de overheid zowel als beschermer van gezondheid- en milieubelangen als promotor van duurzame ontwikkeling. In haar rol als promotor stelt de overheid belang in vernieuwende productieprocessen en technologieën die beter omgaan met natuurlijke hulpbronnen, zo min mogelijk vervuilen en bijdragen aan een gezond en veilig leef- en werkmilieu. Het is een uitdaging voor de overheid om reeds nu impulsen voor kennisontwikkeling te geven. Deze kennis is op de middellangetermijn noodzakelijk om overheid én bedrijfsleven verder te helpen bij concrete vraagstukken rond gezondheid en milieu.

Het publieke belang:  
gezondheid en  
kwaliteit

Naast het stimuleren van duurzame ontwikkeling heeft de overheid een grote verantwoordelijkheid voor het beheersen van gezondheidsrisico voor burgers en het waarborgen van een veilige en aantrekkelijke leefomgeving. Met name op het gebied van gezondheid is regelgeving een belangrijke instrument. Dit blijkt uit het voeren van een actief beleid inzake gevaarlijke stoffen en het beperken van geluidshinder en luchtverontreiniging. Langetermijnproblemen, zoals klimaatverandering, uitputting van fossiele grondstoffen of verlies aan biodiversiteit, zijn zaken waar de overheid, vaak in

internationaal verband, greep op probeert te krijgen. Dit kan resulteren in het initiëren van convenanten, het bouwen een kennisinfrastructuur, of het geven van ruimte aan innovatieve bedrijven.

<b>Aandachtspunten in beleid: overheid</b>	
<b>Probleemdefinities</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beheersing gezondheidsrisico's</li> <li>• Duurzame economie en welvaartsgroei</li> <li>• Duurzaam voorzien in de energie- en mobiliteitsbehoefte</li> <li>• Hoogwaardige leefomgeving en duurzame landbouw in harmonie met natuur en biodiversiteit</li> <li>• Emissie broeikasgassen (met name CO<sub>2</sub>) en energie</li> <li>• Uitputting fossiele en minerale grondstoffen, zoals zand en grint.</li> </ul>	<b>Institutionele veranderingen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terugtrekkende overheid</li> <li>• Eenwording Europa</li> <li>• Internationalisering</li> <li>• Liberalisering handel</li> </ul>
	<b>Sturing technologie en innovatie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegingsvrijheid ondernemingen</li> <li>• Co-innovatie en kennis infrastructuur</li> <li>• Regelgeving (milieu en gezondheid)</li> <li>• Duurzaamheidsstrategieën</li> <li>• Convenanten</li> </ul>

Bronnen: NMP4, LNV-beleidsprogramma, VWS, OECD, WHO, NRLO, SMO.

### Technologieaanbieders

Technologie-ontwikkelaars en onderzoekers zoeken naar een nieuwe synthese om 'life sciences' en chemie te combineren. Met name van technologische mogelijkheden in de 'life sciences' wordt verwacht dat in de toekomst minder beslag wordt gelegd op milieu en schaarse hulpbronnen en dat processen efficiënter ingericht kunnen worden. Vernieuwbare energiedragers, hernieuwbare grondstoffen voor chemicaliën en polymeren, en verminderd gebruik van materialen zonder verlies van prestatie zijn belangrijke aandachtsgebieden. In kennisnetwerken werken technologie-aanbieders in toenemende mate samen met marktpartijen. Daarnaast is er sprake van internationalisering van kennisontwikkeling. Technologie-aanbieders zoeken naar maatschappelijk relevante onderzoeksstrategieën die zich richten op langetermijnontwikkelingen of risicovolle vraagstukken, daartoe mede gestimuleerd door overheidsgelden.

Anticipatie door gedurfd en lange termijnonderzoek

<b>Kennis en duurzaamheid: technologie-aanbieders</b>	
<b>Probleemdefinities</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Integratie economie en ecologie</li> <li>▪ Technologische oplossingen voor maatschappelijke ontwikkelingen</li> <li>▪ Terugdringen beslag op milieu en schaarse hulpbronnen</li> <li>▪ Zorg voor vernieuwbare en hanteerbare energiedragers en voor geschikte en vernieuwbare grondstoffen voor chemicaliën en polymeren.</li> </ul>	<b>Institutionele veranderingen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluctuerende financiering en privatisering onderzoek</li> <li>• Maatschappelijk relevant onderzoek</li> <li>• Internationalisering kennisontwikkeling</li> <li>• Toenemende synthese tussen technologie gebieden (in life sciences) en disciplines (beta-gamma)</li> </ul>
	<b>Sturing technologie en innovatie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie verkenningen,</li> <li>• Selectie van innovatie trajecten</li> <li>• Advies en beleid</li> <li>• Langetermijnonderzoek</li> </ul>

Bronnen: AWT, CPB, DCO, KLICT, WUR, Nuffield Foundation, Rathenau Instituut, RMNO, SER, Un. Twente, WRR, Cordis, AER.

#### 4. Van maatschappelijke context naar technologie-agenda's

Technologie  
en duurzaam  
ondernemen

In de afgelopen jaren heeft duurzaam ondernemen een prominente plaats verworven op de agenda van alle industriële sectoren, inclusief de landbouw. Het voorgaande hoofdstuk maakt duidelijk dat maatschappelijke verantwoord ondernemen nauw verbonden is met de ontwikkeling en realisatie van duurzame agro-industriële processen en de introductie van gezonde en veilige producten. Op basis van deze discussie zijn de volgende maatschappelijke randvoorwaarden geformuleerd voor technologie-ontwikkeling op het gebied van duurzaam ondernemen:

- Technologie-ontwikkeling moet industrieën in staat stellen reststromen en emissies te verminderen; hergebruik van producten en nevenstromen is hierin een centraal element;

- 
- Technologie-ontwikkeling is ondersteunend voor de ontwikkeling van veilige producten met verbeterde eigenschappen, geproduceerd met processen die geen schadelijke stoffen opleveren;
  - Technologie-ontwikkeling is gericht op een verhoogde energie- en materiaalefficiëntie in product en proces en maakt het mogelijk om alternatieve, hernieuwbare grondstoffen te gebruiken in plaats van fossiele stoffen, mineralen en metalen.

Deze maatschappelijke randvoorwaarden zijn een doorslaggevend contextueel gegeven voor de inrichting van de toekomstige samenleving en de wijze waarop productie plaatsvindt. De randvoorwaarden maken het mogelijk het algemene vraagstuk rond duurzaam ondernemen en de gewenste verbetering van **milieu en kwaliteit** en **gezondheid en veiligheid** te vertalen naar keuzes voor technologie en materiaal.

Drie technologie-agenda's zijn het resultaat van onderzoek en discussie:

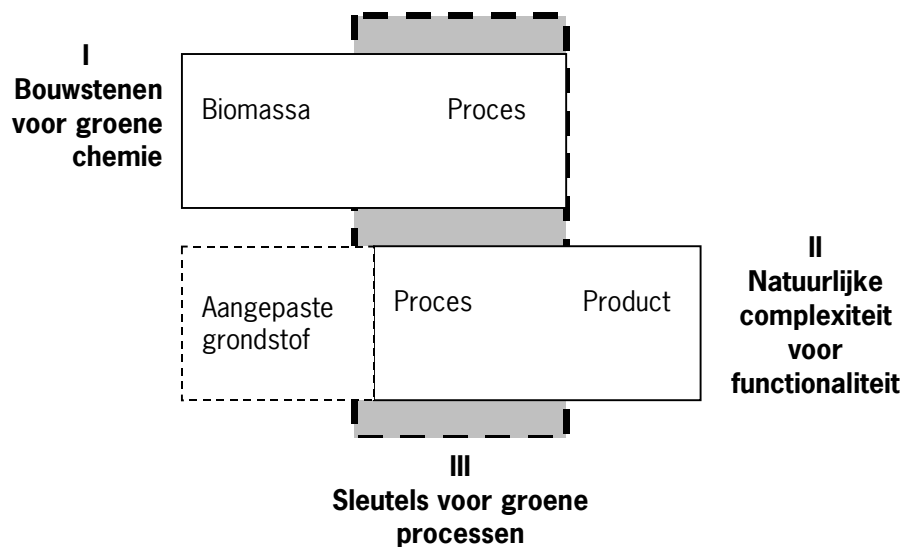
- I.      Bouwstenen voor een groene chemie
- II.     Natuurlijke complexiteit voor functionaliteit
- III.    Sleutels voor groene processen

Technologie  
agenda's

De drie technologie-agenda's zijn schematisch in de onderstaande figuur weergegeven. Gezien het onderwerp van deze studie, organische nevenstromen en agrogrondstoffen, richten de hier geformuleerde technologie-agenda's richten zich op de raakvlakken tussen grondstof en proces, en op die tussen proces en product. Dit is met name van betekenis voor de agrarische productie en verwerking, en voor de chemie- en materialenindustrie. De voorgestelde technologie-agenda's moeten leiden tot valorisatie van nevenstromen uit de (voedsel)industrie, inrichting van

processen waarin agrogrondstoffen als bouwstenen dienen voor de chemische industrie, en de productie van hoogwaardige en functionele producten op basis van plantaardige of dierlijke grondstoffen. De verdere uitwerking van de agenda's hanteert een kortetermijnperspectief, dat bouwt op bestaande sterktes, en een langetermijnperspectief, dat investeringen in nieuwe vermogens ondersteunend voor een toekomstige transitie vraagt. Beide perspectieven zijn samengebracht in een 'technology roadmap' aan het einde van dit hoofdstuk.

*DRIE TECHNOLOGIE-AGENDA'S VOOR DUURZAME EN VEILIGE TOEPASSINGEN VAN GROENE GRONDSTOFFEN*



## I. Bouwstenen voor een groene chemie

- Duurzame industriële processen; minder CO<sub>2</sub> uitstoot
- Reductie rest- en nevenstromen

### Maatschappelijke randvoorwaarden

CO<sub>2</sub>-uitstoot

De Nederlandse industrie is energie-intensief. Een belangrijk ongewenst effect in de huidige economie daarvan is een overmatige CO<sub>2</sub>-emissie. De Nederlandse overheid streeft, in overeenstemming met de Kyoto/Bonn-afspraken, naar een sterke vermindering van CO<sub>2</sub>-emissie. Herinrichting van het industriële proces zal moeten leiden tot een verminderde uitstoot en minder afval. Benutting van biomassa kan leiden tot reductie van CO<sub>2</sub>-emissie (en daarmee reductie van CO<sub>2</sub>-taxen) in diverse sectoren van onze samenleving. Immers, bij het gebruik van *hernieuwbare* grondstoffen of nevenstromen vanuit de agrosector komt uiteindelijk alleen CO<sub>2</sub> vrij dat eerder door de plant zelf is vastgelegd. Minder uitstoot en minder schadelijke bijproducten hebben ook een positief gezondheidseffect.

Groene  
grondstoffen

Het verwerken van rest- en nevenstromen uit andere sectoren of uit het eigen productiesysteem verhoogt eveneens de milieuefficiëntie. Bovendien vormt afval in veel industrieën een aanzienlijke kostenpost. Aanwending van nevenstromen en grondstoffen uit de landbouw en de verwerkingsindustrie, als groene grondstoffen, is een wezenlijk onderdeel van duurzaam ondernemen. Om dit te realiseren dienen productiesystemen die nu grotendeels gescheiden zijn, zowel in als buiten de landbouw, deels of geheel worden geïntegreerd. Technologie-ontwikkeling moet het mogelijk maken dat gewenste en ongewenste bijproducten van het ene systeem worden (her)gebruikt in een ander productiesysteem. Zowel primaire als secundaire biomassastromen (locaal geproduceerd of geïmporteerd), worden optimaal benut als de deelcomponenten goed onsloten worden en geherformuleerd worden voor specifieke toepassingen.



<p><b>Burgers en consumenten</b>  Verminderen broeikaseffect  Verminderen uitstoot, vervuiling en afval  Voorkomen schadelijke ingrediënten  Uitputting grondstoffen / CO<sub>2</sub> neutrale brandstoffen en chemicaliën</p>	<p><b>Overheid</b>  Nakomen afspraken in het kader klimaatconferenties  Levensvatbaarheid maakindustrie  <b>Regulatie</b>  Emissie en afval</p>
<p><b>Industrie (inclusief landbouw)</b>  Verwerking neven- en reststromen  Synergie tussen agro- en chemie-sector  Goedkope groene grondstoffen  Efficiënte en goedkope processen</p>	<p><b>Technologieaanbieders</b>  Verbinden life sciences en chemische kennis  Verbinden van traditioneel sterke chemie sector en verwerkingscapaciteit in agro-sector</p>

### Kortetermijneffect

Goedkope  
grondstoffen

Het denken over een herinrichting van de bulkchemie wordt onder andere aangedreven door de wens fossiele bouwstenen te vervangen door hernieuwbare grondstoffen. In de bulkchemie is de grondstofprijs van doorslaggevend belang. Hernieuwbare grondstoffen, die nog veel moeilijk verwerkbaar cellulose, hemi-cellulose of lignine bevatten, zijn goedkoop. De aanwezigheid van deze moeilijk te verwerken bestanddelen stelt echter nieuwe eisen aan het omzetten van grondstoffen inbruikbare suikers. Het verlagen van de kosten en het verhogen van de kwaliteit van het substraat voor biotechnologische processen schept de mogelijkheid kosten voor productwinning te verlagen.

Rest- en  
nevenstromen

Daarnaast wordt de vraag gesteld of de groeiende diverse soorten rest- en nevenstromen, met name in de voedingsmiddelenindustrie, niet als bron voor moleculaire bouwstenen in de chemische industrie kunnen dienen. Het is de verwachting dat de organische nevenstromen toenemen in volume. Echter, de samenstelling van de grondstofstroom is minder controleerbaar en voorspelbaar dan van de huidige fossiele grondstoffen. Daarom dienen industriële processen zo ingericht te zijn dat een variërende, natte en

---

onzuivere aanvoer van biomassa omgezet kan worden in bouwstenen voor de chemie.

### **Langetermijneffect**

Schone  
processen

De industrie heeft vergroting van de markt, kostenbesparing én de wens tot duurzame productie als drijfveren tot vernieuwing. De industrie moet het zich mogelijk maken om goedkope groene grondstoffen of nevenstromen te gaan gebruiken. Het transitieproces richt zich op de vernieuwing van het productieproces zelf. Belasting van het milieu kan omlaag door het aantal stappen in het productieproces te verminderen en door minder extreme omstandigheden, zoals hoge temperaturen of hoge druk, toe te passen. Ook kunnen nieuwe processen de uitstoot van schadelijke bijproducten voorkomen. Door een geïntegreerde aanpak van product- en procesontwikkeling kan een grotere milieuwinst gerealiseerd worden terwijl de kostprijs van het product daalt.

Veilige  
hulpstoffen

Of een gedeeltelijke en gehele substitutie van fossiele door biologische bouwstenen een haalbare kaart is, moet blijken. Een meer afgebakende aanpak kan zich richten op het produceren van vriendelijkere en gezondere hulpstoffen, uitgaande van bestaande plantaardige of dierlijke stoffen. Dit zou betekenen dat de omschakeling naar agro-grondstoffen niet botst met de lage prijs van fossiele bouwstenen omdat men zich richt op niche markten waar milieu- en gezondheidscriteria doorslaggevend kunnen worden, zoals vulstoffen, weekmakers, of oplosmiddelen.

## II. Natuurlijke complexiteit voor functionaliteit

- Veilige en duurzame producten
- Hergebruik van materialen en grondstoffen

### Maatschappelijke randvoorwaarden

Veilige  
producten

Veilige producten en materialen op basis van nieuwe functionele grondstoffen zijn aantrekkelijk in de ogen van consumenten en vormen nichemarkten voor de voedselindustrie, de farmaceutische industrie en de fijnchemie. Daarnaast stelt de overheid strikte eisen wat betreft de veiligheid van materialen en chemicaliën. Bedrijven worden daardoor aangemoedigd nieuwe opties op de plank te hebben., Tegelijkertijd moeten bedrijven in staat zijn de samenstelling en effecten van materialen en chemicaliën te meten. Het leefklimaat van burgers verbetert als gevolg van het gebruik van gezonde materialen met stabiele eigenschappen.

Verduurzaming  
materialen

Duurzame productie en/of hergebruik van consumptieproducten met functionele eigenschappen is mogelijk door winning van complexe moleculen uit hernieuwbare grondstoffen. Een dergelijke productie legt doorgaans weinig beslag op de beschikbare ruimte als bedrijven in staat zijn functionaliteit en grondstof koppelen en de grondstoffen over niet al te lange afstanden vervoerd moeten worden. Dit kan door gedetailleerde kennis over de uitgangsmaterialen en/of gerichte aanpassing van het proces.

Gebruikerseisen  
aan grondstof

Voor het introduceren van hoogwaardige en kennisintensieve producten, met duidelijke functionele eigenschappen, is het van belang de aanwezige kennis en kunde bij de industrie, inclusief landbouw, en ontwerpers van consumentenproducten samen te brengen. Op die wijze kunnen materiaal- en proceseigenschappen gekoppeld worden aan gebruikerseisen ten aanzien van duurzaamheid en veiligheid van het uiteindelijke product. Op basis van nieuwe ontwerpen kunnen nieuwe eisen worden geformuleerd voor plantaardig uitgangsmateriaal of voor de verwerking van nevenstromen, zodanig dat de

Nieuwe markt -  
segmenten

toepassingen van groene grondstoffen beter voldoen aan de eisen van de samenleving. Koppeling van functionaliteit van duurzame en gezonde producten aan kennis over samenstelling en verwerking van groene grondstoffen maakt het mogelijk door nieuwe syntheses meerdere en verschillende marktsegmenten te bedienen. Intensieve samenwerking tussen bedrijfsleven en technologieaanbieders legt de basis voor een kennisintensieve en hoogwaardige industrie.

*MAATSCHAPPELIJKE DRIJVEREN NATUURLIJKE COMPLEXITEIT VOOR FUNCTIONALITEIT*

<p><b>Burgers en consumenten</b> Hergebruik en verduurzaming materialen en chemicaliën. Voorkomen schadelijke ingrediënten in gebruiksproducten Aantrekkelijke duurzame producten.</p>	<p><b>Overheid</b> Innovatief klimaat rond duurzaam ondernemen. Hergebruik materialen Uitputting bouwmaterialen <b>Regulatie</b> Schadelijke stoffen</p>
<p><b>Industrie (inclusief landbouw)</b> Niche markten voor innovatieve duurzame producten. Kennisintensieve ondernemingen. Samenwerking tussen bedrijven die verschillende marktsegmenten bedienen</p>	<p><b>Technologieaanbieders</b> Gerichte kennis voor midden- en kleinbedrijf. Publiek-private samenwerking in op duurzaamheid gerichte innovatietrajecten.</p>

**Kortetermijneffect**

Functie en  
structuur van  
complexiteit

De complexiteit van natuurlijke grondstoffen kan zowel een nadeel als een voordeel zijn. De 'life sciences' zijn steeds beter in staat de functie en de structuur van deze complexiteit te doorgronden. De technologische vraag die zich dan aandient is wat te doen met het bestaan van complexe moleculen en processen in levende materie. Men kan kiezen voor een vermindering van de complexiteit door bijvoorbeeld door vergassing of pyrolyse. Ook kan men besluiten juist gebruik maken van de complexiteit. Uitgaan van natuurlijke complexiteit ten behoeve van de ontwikkeling van nieuwe producten is afgestemd op een gering ruimtegebruik voor de uiteindelijke gewasproductie.

In één gewas worden dan namelijk verschillende grondstoffen geherbergt. Het gaat om de toegevoegde waarde die nieuwe grondstoffen op kunnen leveren: de prijs van de grondstof en zelfs van het uiteindelijke product kan dan minder doorslaggevend zijn.

Van kennis naar  
eigenschap

Het is wel noodzakelijk dat de voedselindustrie, de farmaceutische industrie en de materialensector geholpen worden om de gewenste functionaliteit te definiëren. Daarmee wordt de vraag gearticuleerd naar de gewenste verwerking en productie van geselecteerde agro-grondstoffen. Het vertalen van specificaties voor functie en gebruik naar gereedschappen voor biochemici en moleculair biologen heeft de eerste prioriteit. Daarna kunnen vervolgstappen ervoor zorgen dat functionaliteit en grondstof dichterbijeen worden gebracht, bijvoorbeeld door het vermogen van zuiveren en isoleren te verhogen, en dat de mogelijkheden van agro-grondstoffen verder benut kunnen worden, bijvoorbeeld in de productie van polymeren. Het voorkomen van grote afvalstromen verdient aandacht in dit proces; afval zelf dient een bron van complexe moleculen te zijn voor verder gebruik.

Gebruikseisen  
en stabiliteit

Een wezenlijk technologisch struikelblok voor het gebruiken van agro-grondstoffen in de industrie zijn de strikte gebruikseisen, ofwel specificaties, die gesteld worden, zeker als wordt geprobeerd een nieuwe en unieke functionaliteit van plant of bijproduct te benutten. Het ontwikkelen van kennis over de functionaliteit en gebruikswaarde van in plant of biomassa aanwezige complexe moleculen kan bijdragen aan een oplossing voor dit probleem. Daarnaast is het vaststellen van de stabiliteit van eigenschappen belangrijk vanuit het perspectief van het ontwerp. Dit vergt een verfijning van de meet- en analysetechnieken, zodat de positieve en mogelijk schadelijke eigenschappen van de complexe ruwe natuurlijke grondstoffen in kaart kunnen worden gebracht.

Materialen  
tailor-made

Materialen met nieuwe maar stabiele eigenschappen kunnen ook aftrek vinden in andere marktsegmenten dan de voedingsmiddelen- of farmaceutische industrie. Onder andere de bouwwereld en de papier- en materialenindustrie hebben belang bij materiaal met 'tailor-made'

---

eigenschappen. Kennis van de moleculaire architectuur en nanotechnologie maken het mogelijk de specifieke kenmerken van natuurlijke materialen te kennen of deze nieuwe, aangepaste eigenschappen mee te geven. Kennisopbouw moet resulteren in verdere synthese tussen proces en ontwerp.

### **Langetermijneffect**

Aanpassen  
grondstof, of...

Het aanpassen of modificeren van het plantaardige uitgangsmateriaal aan de gebruik- en proceseisen is een mogelijkheid de functionaliteit te realiseren. Onderzoek kan op termijn resulteren in het vermogen de grondstof of het gewas aan te passen aan de gewenste functionaliteit. Naast kennis over complexe processen in de plant, met name met betrekking tot secundaire metabolieten, kan genetische modificatie een belangrijk gereedschap zijn voor het verhogen van het deel bruikbare stoffen.

.. verfijnen van  
het proces

Echter, vanuit het gewenste product streven naar een verbetering van het proces, met name middels 'zachte' synthese of een schoon proces, is een richting die de aard van het natuurlijk materiaal intact laat. Nieuwe technieken voor chemische synthese, onder andere voor het verbinden van organische en synthetische materialen, moeten worden ontwikkeld. Deze richting vraagt om een verdere zoektocht naar in de natuur aanwezige processen en grondstoffen, daarbij gebruikmakend van de beschikbare biodiversiteit.

### III. Sleutels voor groene processen

- Groene chemische processen
- Ontsluiten nevenstromen en agro-grondstoffen

#### Maatschappelijke randvoorwaarden

Zowel voor het ontwerpen van duurzame agro-industriële systemen als voor het ontwikkelen van milieuvriendelijke en gezonde producten ligt een belangrijke sleutel voor de technologieontwikkeling in het proces. De twee voorgaande technologie-agenda's benoemen al een aantal eisen die aan groene processen wordt gesteld. Ten eerste, processen moeten efficiënter en duurzamer ingericht worden, dus minder processtappen en minder extreme condities, en gesloten systemen met minder uitstoot. Ten tweede, processen moeten in staat zijn variërende en onzuivere grondstofstromen te verwerken tot bruikbare bouwstenen, halffabrikaten of producten door isolatie en scheiding van gezonde en veilige bruikbare ingrediënten uit natuurlijke materialen.

Procesgericht  
denken

#### MAATSCHAPPELIJKE DRIJVEREN SLEUTELS VOOR GROENE PROCESSEN

<p><b>Burgers en consumenten</b>            Verminderen broeikaseffect            Verminderen vervuiling en afval            Voorkomen schadelijke ingrediënten            Uitputting grondstoffen            Aanwending biotechnologie</p>	<p><b>Overheid</b>            Sleuteltechnologie is basis voor duurzaam ondernemen.            Reduceren afhankelijkheid fossiele grondstoffen            Internationale concurrentie positie</p>
<p><b>Industrie (inclusief landbouw)</b>            Nieuwe basis voor verwerking agro-grondstoffen en neven stromen uit voedingsindustrie (agenda I en II)            Goedkope grondstoffen en processen            Europese perspectief voor synergie agro en chemie            Aansluiten bij innovatie in energiesector</p>	<p><b>Technologieaanbieders</b>            Toekomst life sciences vergt synthese tussen disciplines            Transitie management en innovatie            Vermogen aansturen biologische processen</p>

Technologische  
basis voor  
duurzaamheid

Deze derde technologie-agenda reflecteert met name procesgericht denken in plaats van productgericht denken. De agenda gaat daarmee niet voorbij aan bestaande kortetermijnverbeteringen, zoals optimalisatie en kostenbesparingen, maar benadrukt het belang van het investeren in nieuwe vermogens voor de lange termijn. De 'life sciences' zijn in staat nieuwe gereedschappen te ontwikkelen die industrie en technologieaanbieders kunnen benutten voor nieuwe biologische processen en voor het isoleren en scheiden van gewenste stoffen uit een ongedifferentieerd uitgangsmateriaal. Hiervoor is veel kennis in Nederland aanwezig, maar deze is gefragmenteerd en niet in altijd direct toepasbaar op biomassa als grondstof.

### **Langetermijneffect**

Onsluiten van  
biomassa

Met nieuwe concepten voor ontsluiting en verdere verwerking, zoals fractionering en specifieke fermentaties kunnen de biomassastromen worden geherformuleerd tot waardevolle halffabrikaten of consumentenproducten. Veel plantaardige materialen uit de landbouw en de voedingsindustrie bevatten interessante hoeveelheden eiwitten en vezels. Dit betreft onder andere gras maar ook loofresten van diverse gewassen zoals aardappels en bieten. Deze componenten kunnen van elkaar gescheiden en gezuiverd worden in een proces van bioraffinage. Dit vergt echter verdere investeringen in bijvoorbeeld isolatie- of scheidingstechnieken in de verwerking van complexe en diverse grondstof- en reststromen. Selectieve biokatalysatoren kunnen de snelheid van het proces verhogen en de kosten verlagen, en tevens de eigenschappen van het uitgangsmateriaal aanpassen aan de beoogde functionaliteit. Het benutten van procesvermogen aanwezig in de natuur vereist het vermogen micro-organismen aan te sturen. Dit is een belangrijke randvoorwaarde bij een nieuwe inrichting van agro-industriële processen. Daarnaast kunnen verbeterde analysetechnieken industrieën in staat stellen producten te maken die in voldoende mate aan vergaande specificaties voldoen. Het leveren van maatwerk voor de fabricage van chemicaliën en materialen is een mogelijkheid die de 'life sciences' verder exploreert.

Aansturen  
biologische  
processen

Analyse  
technieken



### Korte Termijn Effect

Bouwen op huidige sterktes  
(5-10 jaar)

### Lange Termijn Effect

Investeren in nieuwe vermogens  
(5-15 jaar)

#### I. Bouwstenen voor groene chemie

- Substitutie grondstof en de-bottlenecking van hetzelfde proces
- Verwerking goedkope grondstof, bijv. (hemi-) cellulose en lignine, of halffabrikaat
- Verwerken van rest- of nevenstromen

- **Transitie proces:** minder stappen en minder extreme omstandigheden in proces
- Verwerken van gevarieerde en ongedifferentieerde grondstofstromen uit landbouw en voedingindustrie

#### II. Natuurlijke complexiteit voor functionaliteit

- Complexe moleculen in bestaande grondstoffen
- Verfijnen isolatie- en scheidingsproces
- Verbeterde meet- en analyse technieken
- Stabiliteit eigenschappen natuurlijke materialen

- **Transitie proces:** Proces en synthese voor nieuwe materialen
- Aanpassen grondstof aan gewenste functionaliteit

#### III. Sleutels voor groene processen

- **Transitie proces:** Scheidingstechnologie voor complexe grondstofstromen en nieuwe syntheses
- Aansturen en controleren van biologische processen.
- Analysemethoden en meettechnieken

---

## 5. Technologie voor gezondheid en milieu

Markt en strategie

Een transitie naar duurzaam ondernemen biedt de mogelijkheid om marktgestuurde productontwikkeling samen te laten gaan met het strategische dirigeren van technologieontwikkeling. In de jaren 90 uitten veel bedrijven twijfels over de radicale ommekeer naar 'market-driven R&D' in de jaren 80 (Coombs 1995). Voor innovatie en vernieuwing bleef de noodzaak synergie tussen verschillende onderdelen van het bedrijf of zelfs tussen bedrijven of sectoren onderling te creëren. Gezien de tijdshorizon van veel bedrijven (2-5 jaar voor strategische ontwikkelingen) is het van groot belang dat technologieaanbieders de op termijn noodzakelijke technologie competenties opbouwen en behouden. Alleen dan kan Nederland als vestigingsplaats voor zowel de agro-sector als de chemie- en materialenindustrie interessant blijven.

Transitie: korte en lange termijn

De in dit rapport gepresenteerde visie staat een gefaseerde ontwikkeling van de technologie-agenda's voor. De 'technology roadmap' brengt, in de context van de gewenste publiek-private samenwerking, technologische competenties in kaart te brengen en hoopt zo bij te dragen aan het samenstellen van een technologieportfolio die duurzaam ondernemen in Nederland mogelijk maakt. De tijdshorizon van het transitieproces is 10-15 jaar. Vanuit het perspectief van transitie management zullen langetermijndoelen en grotere systeemveranderingen mede vorm krijgen vanuit kleinschalige initiatieven en optimalisatieprocessen, waarvoor doorgaans de economische wetten gelden. Het leren van marktintroducties en van concrete samenwerkingsverbanden tussen bedrijven en sectoren is cruciaal voor het vormgeven van een verandering op termijn.

$\gamma$ -aspecten van systeem innovaties

Wellicht ten overvloede wijzen de schrijvers op het feit dat hier nadrukkelijk de technologie-agenda centraal staat. Bij implementatie van de voorgestelde agenda's spelen naast de technologische aspecten sociaal-economische en institutionele aspecten van innovatie een rol. Deze  $\gamma$ -aspecten zullen in wisselwerking met de technologie vormgeven aan de beoogde transitie.

## Geraadpleegde literatuur

- Abma, A. J. (1999). *Science of Fiction; Visie op duurzame ontwikkeling van Noord Nederland tot 2015*. Groningen, Ministerie van LNV, Rijksuniversiteit Groningen.
- Akker, H. v. d. (2001). Groene Manifest: op weg naar een groene procestechnologie. *NPT procestechnologie*. **5**: 5-6.
- American Chemical Society. (1996). *Technology Vision 2020. The US Chemical Industry*. Washington DC.
- Andersen, B., Walsh, V. (1999). *Co-evolution within chemical technology systems: a competence bloc approach*. Manchester, Centre for research on innovation and competition: 50.
- Arentsen, M. J., Altena, H.W. van, Vries, P. de (1997). *Een verkenning van institutionele arrangementen. Achtergrondstudie voor de verkenning hulpstoffen en energie in landbouwsystemen in 2015*. Den Haag, NRL0.
- Association of Plastics manufacturers in Europe (2001). *Plastics; At work for a sustainable future*.
- Bachmann, R., Bastianelli, E., Riese, J., Schlenka, W. (2000). "Using plants as plants". *The McKinsey Quarterly*. (5).
- Bertelsen, D. G., M. V. K. Haugaard, et al. (2000). *Biobased Packaging Materials for the food industry*, KVL Department of Dairy and Food Science, Rolighedsvej 30, Frederiksberg Denmark.
- Boatman, N., Stoate C., Gooch, R., Rio Carvalho, C., Borralho, R., Snoo, G. de, Eden, P. (1999). *The environmental impact of arable crop production in the European Union: practical options for improvement*, Loddington.
- Brouwer, F. M. e. a. (2002). *Transities en klimaat voor voedsel en groen*. Den Haag, LEI, Innovatienetwerk, IVM, RIVM.
- Butter, M., Hoorn, T. van, Tukker, A. (2000). *Van duizend bloemen naar één boeket. Technologische innovaties voor milieu en economie*. Delft, TNO - STB.
- Cahill, E., Scapolo, F. e.a. (1999). *The futures project, Technology Map*. Sevilla, IPTS (Joint Research Centre, European Commission).
- Capelle, P. D. A. (1998). *Non food use of agricultural products 'the growing solution'*. Wageningen, Landbouwniversiteit Wageningen.
- DCO (1999). *Sustainable Technological Development in Chemistry*. Wageningen.
- DOE. (1998). *Plant/crop-based renewable resources 2020. A vision to enhance U.S. economic security through renewable plant/crop-based resource use*. US Dept. of Energy.
- DOE, U. (1999). *The technology roadmap for plant/crop-based renewable resources 2020. research priorities for fulfilling a vision to enhance U.S. economic security through renewable plant/crop-based resource use*. US Dept. of Energy.
- DTO (1997). *Chemie. Zon en biomassa: bronnen van de toekomst*. Den Haag, DTO.
- EET (2000). *Doorbreken naar duurzaam*. Utrecht.
- ESTO (2000). *Eco-design: European state of the art*. Brussel.
- EZ (1999). *Workshop verslag 'Composieten en lichtgewicht constructies'*. Den Haag, Ministerie van Economische Zaken, directie Algemeen Technologiebeleid.
- EZ (1999). *Workshop verslag 'Katalyse'*. Den Haag, Ministerie van Economische Zaken.
- EZ (1999). *Workshop verslag 'Scheidingstechnologie'*. Den Haag, Ministerie van Economische Zaken.
- EZ (2001). *Technology Roadmap Catalysis. Catalysis, key to sustainability*. Den Haag, Ministerie van Economische Zaken.
- European Polymer Federation (2001). "Polymers in Europe; Quo vadis?" *European Polymer Federation & AIM Magazine*: 76.
- Foresight, UK (2000). *Chemicals Panel: Consultation Paper, A catalyst for change?*, Foresight UK.

- Foresight, UK (2000). *A chemicals renaissance*, Foresight UK.
- Foresight, UK (2000). *Construction associate programme. Building our future. A consultation document of the Built Environment and Transport Panel*. UK, Foresight UK.
- Foresight, UK (2000). *Energy & natural environment panel. A way to go*, Foresight.
- Foresight, UK (2000). *Materials Panel*, Foresight UK.
- Foresight, UK (2000). *Energy futures task force. Fuelling the future*, Foresight.
- Foresight, UK (2000). *Food chain and crops for industry panel*, Foresight.
- Foresight, UK (2000). *Materials priorities in Japan*, Foresight UK.
- Foster, C., Green, K. (2000). "Greening the innovation process." *Business strategy and the environment* 9: 287-303.
- Gonggrijp, H. *Beleid is georganiseerde kennis; Duurzame landbouw: vraag en aanbod ten aanzien van milieu*. Den Haag, Expertisecentrum LNV.
- Greenpeace (1996). *Building the future: a guide to building without PVC*.
- Greenpeace (2001). *PVC free solutions*.
- Groot, W., Hendriks, J., Koopmans, C. (1997). *energy and emissions*. Den Haag, Cultureel Planbureau (CPB).
- Holswilder, H. (2001). *Inventarisatie van Eco-Indicatoren ter ondersteuning van de Strategische Besluitvorming*. Delft, TNO Strategie, Technologie en Beleid.
- Imoboden, D. M., Jaeger, C.C. (1998). *Towards a sustainable energy future*. OECD conference "energy: the next fifty years", Paris.
- IPTS (1999). *Life sciences and the frontier of life panel report*. Brussel.
- IPTS (1999). *On science and precaution in the management of technological risk*. Brussel.
- IPTS (2000). *Regulation and innovation in the recycling industry*. Brussel.
- Johansson, D. (2000). *Renewable raw materials*, DG Enterprise.
- Jorritsma, A. (1999). *Ruimte voor industriële vernieuwing. Agenda voor het industrie- en dienstenbeleid*, Ministerie van Economische Zaken.
- Lindqvist, O. e. a. (2002). *Technology and policy for sustainable development*. Göteborg, Centre for Environment and Sustainability at Chalmers University and Göteborg University.
- LNV (1999). *Kracht en kwaliteit*. Den Haag, Ministerie van LNV.
- LNV (2000). *Voedsel en groen. Het Nederlandse agro-foodcomplex in perspectief*. Den Haag, Ministerie van LNV.
- Matlack, A. S. (2001). *Introduction to green chemistry*. Newark, Delaware, University of Delaware.
- McMeekin, A. (2000). *Shaping the selection environment: 'Chlorine in the dock'*. Manchester, University of Manchester & UMIST.
- Minne, B. (1998). *R&D performing giants*. Den Haag, Cultureel Planbureau (CPB).
- Minne, B., Rensman, M. (2001). *R&D-strategie van de Nederlandse chemische industrie*. Den Haag, Cultureel Planbureau (CPB).
- Moorcroft, D., Koch, J., Kummer, K. (2000). *Clean development mechanism*, World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).
- Mulderink, J. J. M. e. a. (1997). *Duurzame technologische ontwikkeling chemie*. Den Haag, Willems & Van den Wildenberg.
- National Research Council (2000). *Biobased industrial products: priorities for research and commercialization*. Washington DC, National Academy Press, Washington.
- Novem (2000). *Energie van eigen bodem. Een nieuwe kans voor landelijk Nederland*. Utrecht, Novem.
- Novem (2000). *GAVE. Solid shape for gas and liquid*. Utrecht, Novem.
- NWO (2000). *NWO programme IBOS: Integration of Biosynthesis and Organic Synthesis. A new future for synthesis.*, NWO.
- OECD (1996). *OECD programme on sustainable consumption and production. Workshop on improving the environmental performance of government*. Paris, OECD.
- OECD (1998). *Biotechnology for clean industrial products and processes*. Paris, OECD.
- OECD (1998). *Industrial sustainability through biotechnology*. Paris, OECD.

- 
- OECD (2000). *The OECD initiative on sustainable development*. Paris, OECD.
- OECD (2001). *The application of biotechnology to industrial sustainability*. Paris, OECD.
- OECD (2002). *Governance for Sustainable Development*. Paris, OECD.
- Put, J. (2001). "Business in polymeric materials, quo vadis?" *DSM Research*: 8.
- Rabobank International (2001). *De Nederlandse akkerbouwkolom*. Utrecht.
- Remmen, A. (1995). "Pollution prevention, cleaner technologies and industry". *Managing technology in society: the approach of constructive technology assessment*. A. Rip, . Th.J. Misa, J. Schot (eds). London, Pinter Publishers: 199-222.
- Riele, H. , Elburg, M. van, Kemma, R. (2000). *Dematerialisatie, Minder helder dan het lijkt*. Den Haag, Ministerie van VROM.
- RIVM (2000). *Nationale Milieuverkenning 2000 - 2030*. Den Haag, RIVM.
- RMNO (1996). *Ruimte voor ecologische modernisering. Meerjarenvisie 1996*. Rijswijk: 20.
- RMNO (1997). *Industriële ecologie*. Rijswijk.
- RMNO (1999). *Kennis voor een duurzame economie*. Rijswijk.
- Scott, E. (2001). From plant to plastic, Renewables are fantastic. *Green Chemistry*.
- Simons, L. P. (2000). *The Fourth Generation; New strategies call for new eco-indicators*. TNO STB: Delft.
- Smith, A., Watson, J. (2002). The renewables obligation: can it deliver? *Tyndall Briefing Note*. 4: 5.
- Struik, P., Rabbinge, R., Kemenade, T. van. (2001). "Naar efficiënte ketens van biomassa". *Chemisch2Weekblad*. 16.
- Swink, D., Carra, J. (1999). *Workshop report on Alternative Media, Conditions and Raw Materials*. Washington, U.S. Department of energy.
- Tickner, J. (1999). *A review of the availability of plastic substitutes for soft PVC in toys*. Lowell, University of Massachusetts, USA`.
- Tienen, E. T. v., Simons, A.E., Stijnen, D.A.J.M. (1997). *Ontwikkelingen in wetenschap en technologie; kansen voor verwerking en distributie*. Den Haag/Wageningen, NRLO en ATO-DLO.
- VROM (1997). *Nota Milieu en Economie*. Den Haag, Ministeries van VROM, V&W, Economische Zaken, LNV.
- VROM (2001). *Nationaal Milieubeleidsplan 4 (NMP 4)*. Den Haag, Ministerie van VROM.
- VROM (2001). *Op weg naar duurzaam ondernemen. Milieu en bedrijven*. Den Haag, Ministerie van VROM.
- VROM Raad (2000). *Op weg naar het NMP4. Advies over de agenda van het NMP4*. Den Haag, VROMraad.
- Willems & Van den Wildenberg (2001). *Horizonverkenning programma E.E.T.*
- Wit, J. d. (2000). *Industriële research als paradox*, Oratie Katholieke Universiteit Nijmegen.
- WRR (2002). *Duurzame ontwikkeling. Bestuurlijke voorwaarden voor een mobiliserend bedrijf*. Den Haag, Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR).
- Wyk, J. P. H. v. (2001). "Biotechnology and the utilization of biowaste as a resource for bioproduct development." *TRENDS in biotechnology* 19(5): 172-176.

# Bijlagen

## Bijlage 1: Leden klankbordgroep

Klankbordgroep
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begeleidingscommissie:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– dhr J. Cornelese (LNV-DWK, opdrachtgever)</li> <li>– dhr G. Westenbrink (LNV-IH)</li> <li>– dhr H. Huizing (Innovatienetwerk)</li> </ul> </li> <li>• Klankbordgroep:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– dhr L. Jansen (DTO-KOV)</li> <li>– dhr B. Veltman (AWT)</li> <li>– dhr H. Derksen (SHR)</li> <li>– dhr A. Schoof (Ministerie van EZ)</li> <li>– dhr F. Vollenbroek (Ministerie van VROM)</li> </ul> </li> </ul>


## Bijlage 2: Geïnterviewde experts en sleutelinformanten

Technische experts	Sleutelinformanten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. P.C. Struik (WUR): Gewas- en Onkruidecologie</li> <li>• Prof. W.P.M. van Swaaij (UTwente): Chemische Technologie</li> <li>• Dr. A.P.M. Weterings (TNO-MEP)</li> <li>• Drs. L.J. Halvers (STW)</li> <li>• Dr. Michiel van Drunen (VU- IVM):</li> <li>• Prof. R. Rabbinge (WUR): Plantaardige Productiesystemen</li> <li>• Prof. Kristinsson (TU Delft) Ecologische stad</li> <li>• Prof. J.G. Keunen, Prof. van Loosdrecht, Prof. Sheldon Kluyver Laboratory for Biotechnology/BSL (TU Delft)</li> <li>• Dr. Ir. W. Willeboer (Essent)</li> <li>• Dr. J. Stuip (CUR)</li> <li>• Dr. P. Nossin (DSM)</li> <li>• Dr. H. Vooy's (Proterra)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dhr. A. Schoof (EZ)</li> <li>• Dhr. F. Vollenbroek (VROM)</li> <li>• Dhr. D. Jung (VROM)</li> <li>• Dhr H. de Jong (LNV)</li> <li>• Dhr. H. Paul (LNV)</li> <li>• Dhr. S.C.de Hoo (Rabobank)</li> <li>• Dhr G. van der Veen (ATO/ex-EET)</li> </ul>
	

---

### **Bijlage 3: Werkwijze en betrokkenheid maatschappelijke partijen**

De werkwijze voor deze studie is een afgeleide van de *Interactieve Technology Assessment* (ITA) waarvoor termen en procedures zijn uiteengezet in het Rathenau werkdocument 57 (1997). Technologisering, verwijzend naar de voortschrijdende technologie en haar (dikwijls onvoorspelbare) invloed op de maatschappij (NRLO 1997), is regelmatig geproblematiseerd. Dit verklaart de aandacht voor sturing en keuzeprocessen in innovatie waarbij deelname van diverse maatschappelijke betrokkenen (de markt in brede zin) een centraal element is. Gebruikers en betroffen consumenten worden geacht een actievere rol te spelen in besluitvormingsprocessen met betrekking tot productinnovatie en technologieontwikkeling. Het hanteren van TA berust op twee fundamentele aannames (Coombs 1995). De eerste aanname is dat technologieontwikkeling niet een uitkomst is van een autonoom proces gedreven door een wetenschappelijke logica, nog dat het louter een resultaat is van de werking van markt mechanismen. Deze aanname laat ruimte voor maatschappelijke keuzes en beleid. De tweede aanname is dat deze mogelijkheid gelegenheid biedt voor dialoog en (tijdelijke) consensus over oordelen met betrekking tot technologische keuzes. Sturing is onder andere mogelijk vanuit een discussie over de vraag 'waar willen we staan in (bijvoorbeeld) 2010'.

Crux van Technology Assessment (TA) is de procedure om te komen tot aanvaardbare oplossingsrichtingen. TA houdt zoveel mogelijk rekening met en biedt inzicht in de mate waarin bepaalde ontwikkelingstrajecten door alle betrokkenen als zinvol worden gezien. Dit maakt het mogelijk te komen tot een gemeenschappelijke constructie, een synthese tussen de verschillende opvattingen van de deelnemers. Om de verschillende belangen en overwegingen in kaart te brengen worden actoren, die zijn geselecteerd op basis van een 'sociale kaart', betrokken bij het opstellen van een technologie-agenda. Daarbij wordt gelet op de volgende actoren (Rathenau 1997): producenten en verkopers van de technologie en actoren binnen het grotere systeem waartoe die technologie behoort, zoals gebruikers en beleidsmakers.

Een inhoudelijke afbakening, in dit geval de toepassingen van agro-grondstoffen, maakt een verdere beperking van deelnemers mogelijk. Het is van belang dat deelnemers in staat en bereid zijn om een creatieve en innovatieve bijdrage te leveren, en open staan voor de inbreng van anderen. Aanbieders/technologieontwikkelaars, sponsors/financiers, inbedders/beleidsmakers, gebruikers, en betroffenen (geen directe sturing) worden geacht te komen tot een uitwisseling van argumenten en oordelen. Vroeger stonden gebruikers en betroffenen vaak centraal in TA, vanwege de nadruk op effecten, tegenwoordig worden technologieaanbieders en beleidsmakers er actief bij betrokken. Het onderstaande overzicht geeft aan welke maatschappelijke partijen in deze studie betrokken zijn geweest bij de beoordeling en jurering van de technologische onderzoekagenda's.



## Bijlage 4: Maatschappelijke actoren betrokken bij jurering onderzoeksagenda's

### *Technologieaanbieders:*

- Universiteiten; TUDelft (2x), WUR (2x), UU
- Kennisinstellingen: TNO-MEP, TNO-Bouw, PRI, ECN, ATO (2x)
- Bedrijven: Shell, DSM, Acordis, PGI Nonwovens,
- Midden- en kleinbedrijf: BTG, BioTop Consultancy

### *Sponsors/financiers:*

- Banken en private financiers: -
- Publieke financieringsorganisatie: Nido, Novem (2x)

### *Beleidsmakers:*

- Verschillende ministeries: LNV-DWK, LNV-IH, LNV-Noord, VROM, EZ
- Inbedders:* platform Hernieuwbare grondstoffen, Innovatienetwerk, AWT, Provincie Zuid-Holland, DCO (2x), Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam, Kennisstad Wageningen

### *Gebruikers:*

- Chemische industrie: DSM
- Plaat- en houtindustrie: SHR
- Verwerkende industrie van agrogrondstoffen: AVEBE, Cosun, Karvo commercie Rodenburg Biopolymers,
- Energiebedrijven Shell
- Aannemers/Ingenieursbureau's : BTG
- *Afvalverwerkingsbedrijven*
- Papier en karton/verpakkingsindustrie Proterra

### *Consument:*

- Consumenten-organisaties SWOKA

### *Burgers (indirect betroffenen):*

- Milieu-organisaties: Stichting Natuur & Milieu, Stichting Milieukeur
- Duurzaam Bouwen Projecten: Rijkswaterstaat
- Landbouworganisaties onderzoek NLTO, Vereniging Dollard Tauwe karwij-

## Bijlage 5: Onderzoeksagenda's gejureerd tijdens workshop

	Thema	Maatschappelijke relevantie	Kritische technische barrières / Onderzoeksagenda's				Gekoppelde beleidskeuzes
			Biomassa	Proces	Product	Aanverwant	
A	Verwerken van reststromen tot hoogwaardige en afbreekbare producten  <b>Afval en recycling</b>	Aanpak leidt tot vermindering van dierlijke, plantaardige en stedelijke afvalstromen. Recycling van producten en emissie-verlaging bij processen. Ook dematerialisatie en behoud van huidige biodiversiteit zijn positieve bijdragen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opslag en voorbehandeling afval (omgaan met multi-input)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwerkings-technologie voor multi-input (biokatalyse, scheiding, en zuivering)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Applicatie-technologie (toepassing zo hoogwaardig mogelijk)</li> <li>Materiaal technologie (afbreekbaarheid)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geen gebruik van primaire landbouw</li> <li>Maatschappelijk gericht lange termijn onderzoek ('pakt op wat markt-economie helaas laat liggen')</li> <li>Marktpush van zo hoogwaardig mogelijke producten via sturing en stimulering</li> <li>GM micro-organismen of enzymen nodig</li> </ul>
B	Integratie van aanvoer biomassa, verwerkings-proces, en product ontwikkeling voor bulkchemie en bio-energie/H <sub>2</sub>  <b>Bouwsteen voor bulk</b>	Draagt bij aan verbeterde energie- en materiaal efficiëntie in product, en tot reductie van schadelijke stoffen in product en/of proces. Voorwaarde is dat agro-grondstoffen zo competitief, innovatief en grootschalig mogelijk worden ingezet om maatschappelijke meerwaarde te vervullen: Om dit te bereiken moet uit worden gegaan van goedkope grondstof en duurzaam proces.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantkunde / gewas-analyse</li> <li>Veredeling / GM</li> <li>Optimalisatie van oogst, opslag en compactering van biomassa</li> <li>Voorbehandeling biomassa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwerkings-technologie (m.n. cellulose)</li> <li>Processingapparatuur</li> <li>Procescontrole</li> <li>Verbranding- en vergassing-technologieën voor productie van elektriciteit en H<sub>2</sub> / synthesesgas</li> <li>Effectieve waterstofproductie door electrolyse</li> <li>Opslag H<sub>2</sub> en bouwsteen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiaaltechnologie</li> <li>Energietechnologie (transport-biobrandstoffen)</li> <li>Diversificatie gebruik bouwstenen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keteninfrastructuur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grootschalige, extensieve landbouw leverancier biomassa.</li> <li>Import van biomassa is waarschijnlijk vanwege hoge grondprijs in NL. Mogelijke keuze voor bulkverwerking in NL</li> <li>Marktpull van producten</li> <li>GM micro-organismen en enzymen nodig</li> <li>Lange termijn onderzoek inzetten tbv van chemische industrie en energiesector</li> <li>Lange termijn onderzoek voor internationale samenwerking (o.a. biodiversiteit en voedsel voorziening).</li> </ul>

	Thema	Maatschappelijke relevantie	Kritische technische barrières / Onderzoeksagenda's				Gekoppelde beleidskeuzes
			Biomassa	Proces	Product	Aanverwant	
C	Integreren ontwerp en producteisen in kennis over uitgangsmateriaal.  <b>Bouwsteen voor materialen</b>	Inzet is om milieubelastende en schadelijke materialen te vervangen. Daarnaast wordt hergebruik en het sluiten van kringlopen nagestreefd. Optimale benutting van intrinsieke functionaliteit van hernieuwbare en natuurlijke grondstof voor ontwikkeling hoogwaardige en afbreekbare producten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Structuur-functie relatie</li> <li>▪ Plantkunde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proces ontwerp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definiëren materiaaleisen vanuit ontwerp</li> <li>▪ Materiaaltechnologie (stabiliteit van eigenschappen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Terugkoppeling mechanismen vanuit toepassing (bv. bouw en constructie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hoge prijs product: kan concurreren door subsidiering of eco-tax op niet RR-producten (push/pull)</li> <li>▪ GM-gewassen en GM micro-organismen en enzymen niet noodzakelijk</li> </ul>
D	Biocascadering en energieteelt  <b>Multifunctioneel gebruik van gewassen</b>	Verwerking en gebruik van totale gewas en reststroom voor scala van producten met verschillende economische en recreatieve waarde. Gewasteelt voor duurzame energie in combinatie met recreatie en natuurbeleving., Efficiënt restlandgebruik. Nieuwe impuls voor verduurzaming landbouwsector.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gewas-analyse / agronomie</li> <li>▪ Voorbehandeling biomassa</li> <li>▪ Veredeling op verhouding gewenste grondstof</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verwerkings-technologie (conversie, scheiding)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Applicatie-technologie voor push-producten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keteninfrastructuur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hoogwaardige (pull) en laagwaardige (push) producten voor chemie én energie op middelgrote schaal.</li> <li>▪ Regionale of lokale verwerking; bijvoorbeeld <i>in situ</i> energievoorziening</li> <li>▪ Indien grootschalig productie dan combinatie industriële gewasteelt en natuurbeleving</li> </ul>
E	<b>Complexe moleculen onttrekken uit planten.</b>  <b>Hoogwaardige natuurchemie</b>	Verminderen afhankelijkheid van uitputbare hulpbronnen. Fijnchemische en farmaceutische stoffen die natuurlijke functionaliteiten benutten. De ontwikkeling van rendabele landbouwproducten met behoud van huidige biodiversiteit	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plantkunde tbv secundaire metabolieten</li> <li>▪ Combinatie van GM-gewassen en plantenveredeling</li> <li>▪ Teeltoptimalisatie en duurzame productie-methoden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verwerkings-technologie</li> <li>▪ (o.a. scheiding en zuivering)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Markt-gerichte overheid (pull),</li> <li>▪ GM-gewassen waarschijnlijk noodzakelijk</li> <li>▪ Kleinschalige teelt</li> <li>▪ Alleen hoogwaardige fijnchemie</li> </ul>

	Thema	Maatschappelijke relevantie	Kritische technische barrières / Onderzoeksagenda's				Gekoppelde beleidskeuzes
			Biomassa	Proces	Product	Aanverwant	
F	<p>Gezondheidseffecten en milieurendement van agro-grondstoffen als integraal element in productontwikkeling en procesinrichting</p> <p><b>Evaluatie en monitoring van niet-duurzame neveneffecten</b></p>	<p>Het voorkomen van schadelijke effecten van agro-grondstoffen bij gebruik in proces en product. Materiaaleigenschappen bij toepassing door industrie in kaart brengen.</p> <p>Het evalueren van de bijdrage aan duurzame ontwikkeling van agro-grondstoffen door het meten en monitoren van energie- en materiaal efficiëntie in product, afvalstromen en emissie bij proces, en behoud biodiversiteit.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kennisontwikkeling over grondstof</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kennisontwikkeling over emissies en milieurendement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kennisontwikkeling over negatieve stof- en product eigenschappen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Invoeren evaluatie op systeemniveau</li> <li>▪ Uitwisselen van informatie door de hele keten</li> <li>▪ Onderhouden databases</li> <li>▪ Life Cycle Analyse bij product ontwikkeling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Overheid beoordeelt of markt-pull producten voldoen aan milieu- en gezondheidsnormen</li> <li>▪ Maatschappelijk gericht lange-termijn onderzoek tbv overheid die opereert via regelgeving en wetgeving</li> <li>▪ Kan leiden tot strikte keuzes, bijv. alleen kleinschalige locale teelt en verwerking, of alleen import, alleen hoogwaardige fijnchemie, wel of geen GM-gewassen</li> </ul>
G	<p><b>Institutionele innovatie en kennisnetwerken kunnen niet technologische barrières wegnemen.</b></p> <p><b>Marktintroductie van duurzame producten</b></p>	<p>De introductie van duurzame producten wordt gehinderd door problemen in de markt of in de keten. Ontwikkeling marktgerichte productinnovaties op basis van huidige beschikbare technologie door markt als innovator te laten optreden. Afstemming in de keten zal introductie bevorderen en duurzame producten voor consumenten beschikbaar maken. Er is geen lange termijn fundamenteel technisch onderzoek in kader van hernieuwbare grondstoffen meer nodig ("we kunnen voldoende spelen met de C'tjes en H'tjes uit biomassa").</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opschaling en demonstratie</li> <li>▪ Nieuwe functionaliteiten in product-innovatie (bijv. met behulp van genomics of metabolomics)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Markt- en consumenten onderzoek</li> <li>▪ Ketenmanagement.</li> <li>▪ Beleidsonderzoek en regelgeving ter ondersteuning van duurzame producten.</li> <li>▪ Innovatieplatform en Technology Assessment</li> <li>▪ Ondersteuning van netwerk tussen kennisinstellingen en industrie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Er is geen reden voor ondersteuning van technologieontwikkeling door de overheid.</li> <li>▪ Marktgerichte overheid (marktpull); rol overheid ligt in ondersteuning marktintroductie van duurzame producten op niet-technische wijze</li> <li>▪ Keuze voor Europees of internationaal perspectief.</li> </ul>

## Colofon

### **Technologie voor gezondheid en milieu Agenda voor duurzame en gezonde industriële toepassingen van organische nevenstromen en agro-grondstoffen in 2010**

Dr. ir. Sietze Vellema

Dr. Barbara de Klerk-Engels

2003

© ATO Wageningen

ISBN 90-6754-710-7

Foto cover: Lineair Fotoarchief

Druk: Proress, Wageningen

**ATO B.V.**  
**Agrotechnologisch Onderzoeksinstituut**  
**Wageningen University and Research Center**

Bornsesteeg 59  
Postbus 17  
6700 AA Wageningen  
Internet: [www.ato.wur.nl](http://www.ato.wur.nl)  
E-mail: [info.ato@wur.nl](mailto:info.ato@wur.nl)



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

De verkennende studie is uitgevoerd in opdracht van de directie Wetenschap en Kennisoverdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van de Strategische Heroriëntatie Beleid Hernieuwbare Grondstoffen. De publikatie is mogelijk gemaakt door het onderzoeksprogramma Groene Grondstoffen, gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en is de eerste van een reeks publikaties over het gebruik van agrogrondstoffen en nevenstromen in veilige en gezonde producten voor consumenten- en industriële markten.