



## Innovatie- Netwerk

InnovatieNetwerk genereert grensverleggende vernieuwingen in landbouw, agribusiness, voeding en groene ruimte en zorgt ervoor dat die door belanghebbenden in de praktijk worden gebracht.

➤ Meer informatie over  
InnovatieNetwerk:  
[www.innovatienetwerk.org](http://www.innovatienetwerk.org)

Een Conceptwijzer informeert u over beslissende momenten in de ontwikkeling van een grensverleggend concept. Bijvoorbeeld als het concept rijp is om in discussie te brengen. Of als realisatie in de praktijk in zicht is. Maar ook als een concept wordt afgesloten.



➤ Wilt u meer weten over dit onderwerp, dan kunt u contact opnemen met Jan de Wilt van InnovatieNetwerk (tel. 070-3784774/06-48131103; e-mail [j.g.de.wilt@innonet.agro.nl](mailto:j.g.de.wilt@innonet.agro.nl)).

## EcOPYRAMIDE: haal uit biomassa wat er in zit

### Biomassa als het groene goud

De Europese Unie en de nationale overheid wil de afhankelijkheid van dure fossiele brandstof verminderen en de broeikasproblematiek een halt toe roepen. Daarbij is een belangrijke rol toebedacht aan biomassa als vervangende grondstof. Men spreekt ook wel van “het groene goud”. Biomassa, mits duurzaam geproduceerd, biedt inderdaad kansen, maar dan moeten we er wel uithalen wat erin zit. Meervoudig gebruik ervan en het benutten van nevenproducten zijn cruciaal. De Ecopyramide geeft hiertoe praktische handvaten.

### Duurzaam gebruik van biomassa

Voor een duurzame inzet van biomassa, “het groene goud”, moeten we gebruik maken van fundamentele fysische wetten. Biomassa is zonne-energie opgeslagen in geordende organische moleculen die op

verschillende manieren kunnen worden benut. De ordening van de organische moleculen geeft extra exergotische waarde aan de grondstof, en het is zonde om die thermisch of biochemisch te kraken zonder de toegevoegde waarde van die moleculaire ordening eerst te gebruiken voor specifieke toepassingen. Diamanten moet je ook niet verstoken in een kolencentrale. Het omzetten van zonne-energie in biomassa is bovendien een proces met een laag rendement; voor energietoepassingen sec zijn zonnecellen of windmolens efficiënter.

### Het principe van de Ecopyramide

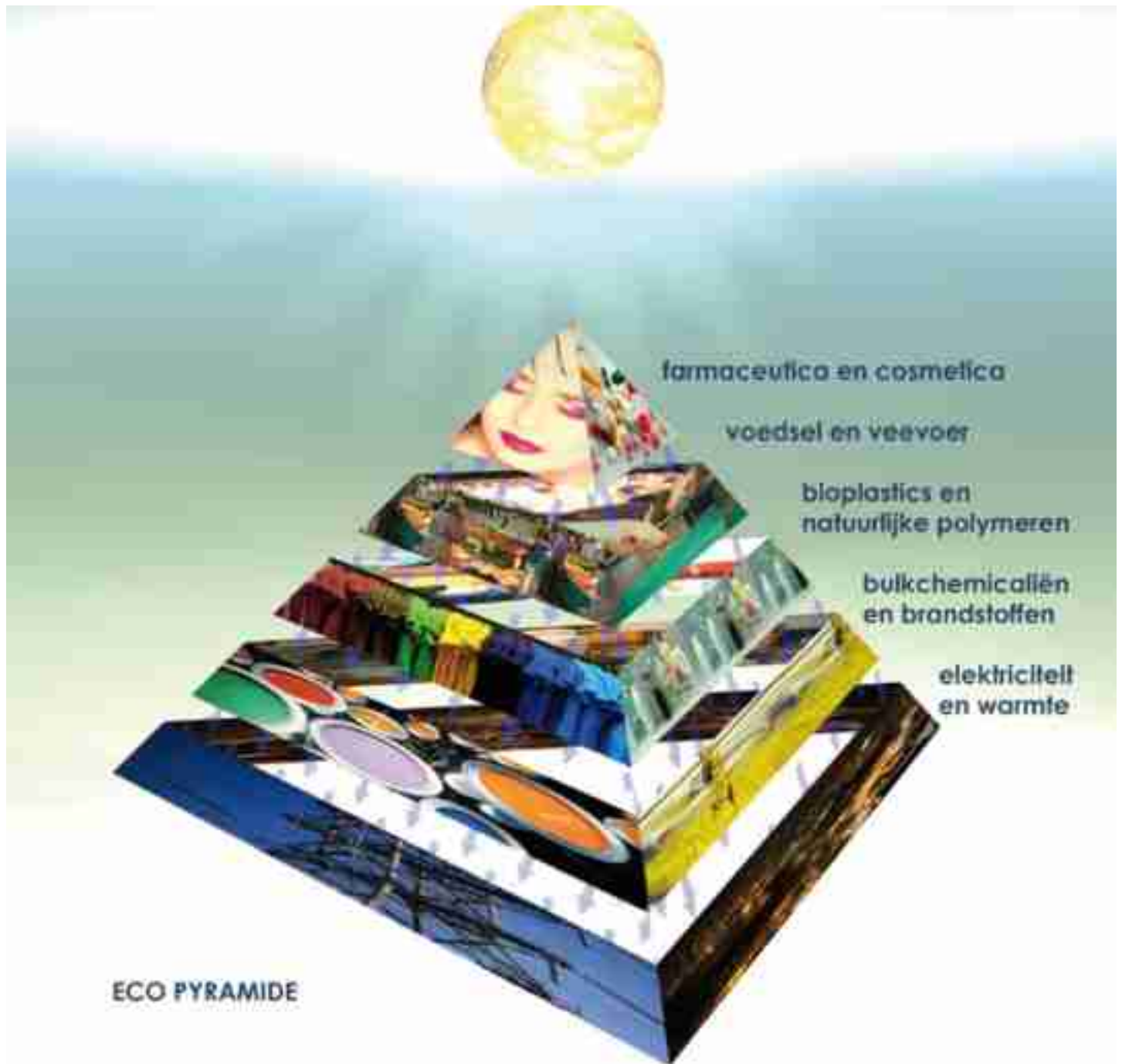
Pyramide, van het Griekse woord *pyramis* betekent ‘vuur in het midden’ (pýr = vuur, méso = midden). In de Ecopyramide ligt dus vuur (van de zon) opgeslagen in de vorm van biomassa. Stoffen hoog in de pyramide hebben een hoge waarde, maar zijn slechts in beperkte hoeveelheden

### Exergie

Energie is meer dan een hoeveelheid calorieën of joules. Van belang is ook de kwaliteit, de **exergie**, want die bepaalt de toepassingsmogelijkheden. Zo heeft een hoeveelheid warmte van 1000 °C een hoger exergieniveau dan diezelfde hoeveelheid bij een temperatuur van 90 °C. Met warmte van 1000 °C kunnen aluminium en brons worden gesmolten en kan elektriciteit worden opgewekt. Met warmte van 90 °C kun je slechts de kamer of het badwater verwarmen. Energie gaat niet verloren (eerste hoofdwet van de thermodynamica); wat verloren gaat is exergie, de kwaliteit van de energie. Het exergieprincipe zegt dat in de integrale keten het maken van wanorde (i.c. entropie door omzetting van geordende lange moleculen in gasvormige deelcomponenten) zolang mogelijk moet worden uitgesteld. De moleculen (en hun ordening) moeten altijd eerst “als moleculen” worden gebruikt alvorens deze te converteren in warmte of elektriciteit. Dit principe wordt vaak met voeten getreden, bijvoorbeeld door van biomassa in één stap laagwaardige warmte te maken. Dat is zondigen tegen de fundamentele regels van de natuur.



## Conceptwijzer September 2008



*Ecopyramide: Eerst hoogwaardige toepassingen, dan laagwaardige.*

nodig. Onderin de pyramide is de waarde lager, maar de markt groter. Door biomassa eerst te benutten voor hoogwaardige toepassingen wordt het rendement van de totale biomassaketen sterk vergroot. In de top van de Ecopyramide bevinden zich kostbare producten zoals medicijnen en cosmetica. Daaronder de voeding van mens

en dier, gevolgd door biomaterialen, zoals verpakkingen, kleding. Daaronder komen de chemische grondstoffen en transportbrandstoffen. Pas in de onderste laag is het gebruik van biomassa voor opwekking van elektriciteit en het hergebruik van de vrijkomende restwarmte aan de orde. We lopen de Ecopyramide even langs.

### **De stappen van de Ecopyramide**

#### **Het topsegment: de farmaceutica en cosmetica**

In de top van de Ecopyramide staan de meest waardevolle producten met de hoogste exergie (zie kader) en hoogste



## Conceptwijzer September 2008

economische waarde. De cascadegedachte zegt dat we die eerst moeten onttrekken. Het gaat hier bijvoorbeeld om grondstoffen voor de farmaceutische industrie, om cosmetica en om geur-, kleur- en smaakstoffen. Dit zijn natuurlijke grondstoffen die middels organisch chemische syntheses vaak niet of slechts met veel moeite te maken zijn. Hun volume is gering, maar hun economische marge is hoog en daarom zijn ze interessant voor de economie van de biomassaketen.

### Het hoge segment: voedsel en veevoer

In het hoge segment van de Ecopyramide staat het gebruik van biomassa als voeding voor mensen en dieren centraal. De voorrang van voedsel boven energie berust niet alleen op morele maar ook op economische motieven; voedsel brengt in het algemeen meer op dan energie. Bovendien hebben de reststromen uit de voedingssector en de mest als onverteerd restproduct exergisch nog een hoge waarde. De mest kan op dezelfde wijze via de Ecopyramide worden behandeld als de originele biomassa maar het begint als het ware één stapje lager, bijvoorbeeld als voedsel voor planten of bacteriën.

### Het middensegment: bioplastics en de natuurlijke polymeren

De natuur levert een aantal materialen die al kant en klaar zijn, zoals hout voor bouwmaterialen, linnen voor kleding, rubber voor autobanden, papier voor kranten en karton voor verpakking. Ze vragen nog een geringe bewerking met betrekkelijk weinig energie en eenvoudige technologieën, een reden waarom ze reeds lang bestaan. Uitgangspunt bij deze stap in de Ecopyramide zijn dus de natuurlijke producteigenschappen van de biomassa polymeren. Hun functionele eigenschappen zijn zodanig dat zij de huidige synthetische grondstoffen kunnen vervangen.

### Het basissegment: bulkchemicaliën en brandstoffen

In de volgende stap van de Ecopyramide komt de productie van bulkchemicaliën en brandstoffen aan de orde. De techniek voor het maken van polymeren is vooral gebaseerd op de vergassingstechniek voor het produceren van CO en H<sub>2</sub>. Met deze twee verbindingen in handen kunnen we verschillende chemicaliën en brandstoffen maken. Daarbij wordt gelijktijdig energie opgewekt, die zoveel mogelijk lokaal moet worden benut.

### Het bodemsegment: duurzame energie

Reststromen uit de voorgaande stappen van de Ecopyramide moeten eerst worden omgezet in hoogwaardige energiedragers, zoals elektriciteit. De vrijkomende warmte dient te worden benut, bijvoorbeeld voor stadsverwarming of het klimatiseren van kassen. In het laatste geval kan ook de bij elektriciteitsproductie vrijkomende CO<sub>2</sub> worden gebruikt.

## Enkele voorbeelden

### Grasraffinage

De Ecopyramide leert ons dat wijze waarop biomassa wordt verwerkt – geraffineerd – essentieel is voor het rendement van de totale keten. Een voorbeeld is de verwerking van gras tot vlees, melk, mest en andere producten met de koe als natuurlijke bioraffinaderij. De koe benut de aangevoerde biomassa (voornamelijk gras) slechts voor 14 %. Als we de keten analyseren langs de lijnen van de Ecopyramide kan het rendement flink worden opgevoerd. Gras bevat een aantal bestanddelen, zoals oligosacchariden, vetten en organische zuren, die als grondstoffen een waarde vertegenwoordigen van € 700 per ton in plaats van de huidige € 50-70 per ton. Het loont om die stoffen eruit te halen voordat het gras in de koeienmaag belandt. Ook aan de andere kant van de koe valt winst te behalen; het rendement wordt meer dan verdubbeld (tot 43 %)



Raffinage van gras leidt tot betere benutting.



*Biomassa verwerken tot bio-ethanol, kunstmest, veevoer en bulkchemicaliën.*

als de mest wordt omgezet in methaan (via vergisting) of in ethanol en dieselolie (via vergassen). Zelfs de lichaamswarmte van de koe kan nuttig worden gebruikt door er in de winter een tuinbouwkas mee te verwarmen.

#### **Powerfarms**

Een ander voorbeeld van Ecopyramidaal denken is het kweken van algen, waarbij gebruik wordt gemaakt van mineralen uit mest en de bij vergisting van mest vrijkomende CO<sub>2</sub> en warmte. Algen zetten, net als planten, zonlicht om in biomassa, maar dan twee tot vijf maal zo efficiënt. Hun biomassa bevat hoogwaardige componenten die bruikbaar zijn als ingrediënten in voedingsmiddelen (omega 3-vetzuren) en als grondstof voor geneesmiddelen, cosmetica en andere producten met een hoge toegevoegde waarde. De eiwitrijke bestanddelen zijn te

benutten als veevoer, terwijl de olie (tot 40 % van het drooggewicht) bruikbaar is als dieselolie.

#### **Bioport**

Als geen ander land heeft Nederland marktkanalen opgebouwd om de restproducten uit de levensmiddelenindustrie af te zetten in de mengvoederindustrie. Volgens de Ecopyramide is het echter aantrekkelijker om de ontstane reststromen in drie componenten uiteen te rafelen: lignocellulose, eiwit en mineralen. Een voor de hand liggende toepassing van lignocellulose is bijstook in een energiecentrale, maar op termijn (3-5 jaar) is de verwerking tot bio-ethanol interessanter. De mineralen, met name kalium en fosfaat, dienen als grondstof voor de kunstmestindustrie. Het verwijderen van de lignocellulose en de mineralen leidt

niet alleen tot een hogere waarde, maar vermindert ook het mestprobleem. De overblijvende eiwitfractie uit de reststromen zal in eerste instantie zijn weg vinden naar de mengvoederindustrie. In de toekomst kan het eiwit worden gesplitst in verschillende aminozuren, die ook als grondstof in de chemie zijn te gebruiken.

#### **Nieuw perspectief**

De Ecopyramide staat voor het optimaal benutten van biomassa – gestolde zonne-energie – eerst voor de voeding en gezondheid van mens en dier en pas daarna voor energetische doelen als brandstof, elektriciteit en/of warmte. Toepassing van de Ecopyramide vergt een reeks van innovaties, niet alleen technische, maar ook en vooral sociale en institutionele innovaties.