



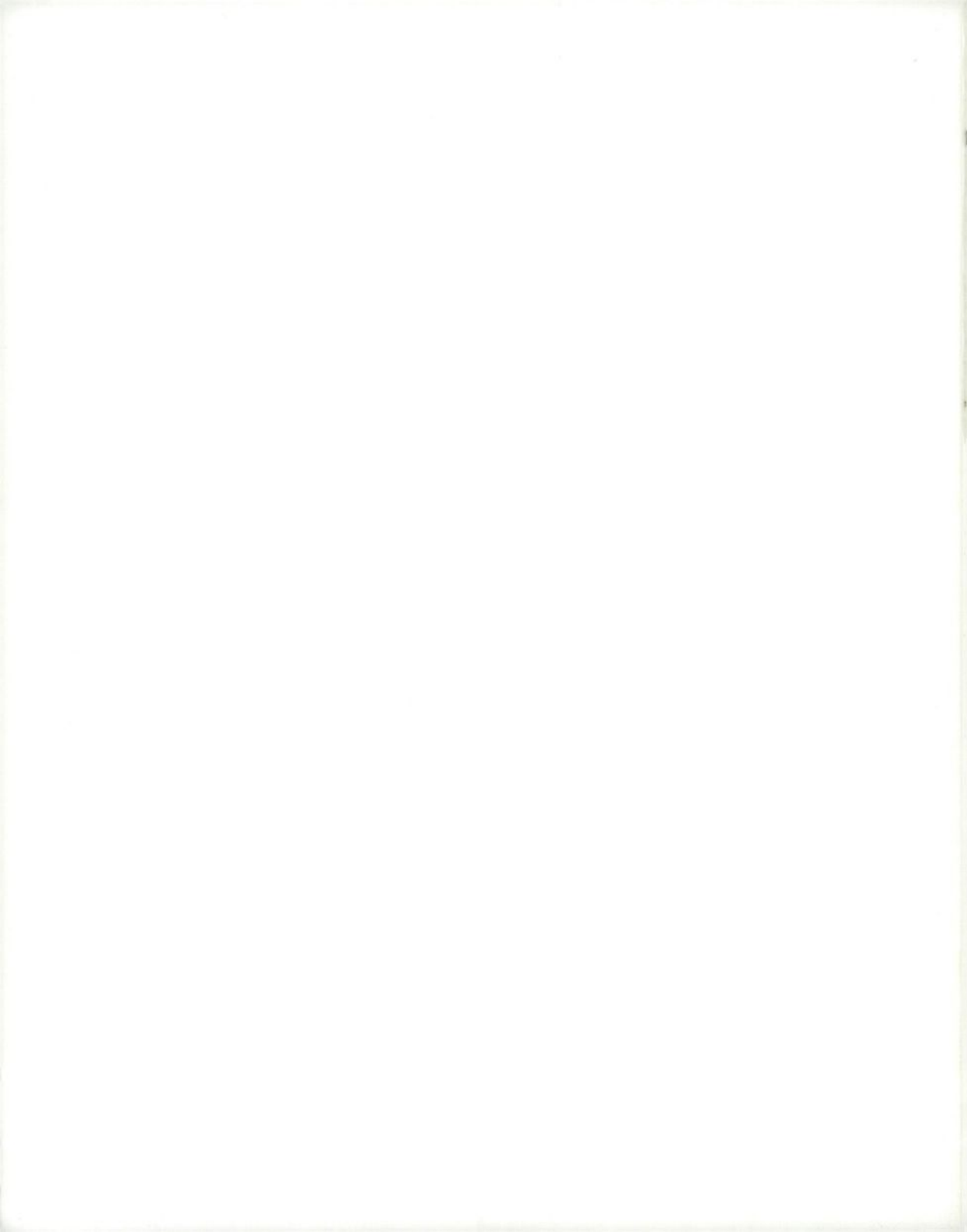
#1

**DTO SLEUTEL**

# VOEDEN

**SPECTRUM VAN EEN DUURZAME VOEDSELVOORZIENING**

INTERDEPARTEMENTAAL ONDERZOEKPROGRAMMA DUURZAME TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELING







## HOE KUNNEN WE ECONOMISCHE GROEI EN DUURZAAMHEID MET ELKAAR RIJMEN?

EN WELKE ROL KAN TECHNOLOGIE DAARBIJ SPELEN? HET INTERDEPARTEMENTAAL ONDERZOEKPROGRAMMA DUURZAME TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELING (DTO) HEEFT DEZE VRAGEN BEANTWOORD, DOOR EEN GROOT AANTAL SLEUTELPROJECTEN OP TE ZETTEN. DAARUIT BLIJKT DAT DUURZAAMHEID NIET ALLEEN EEN SCHONE WENS IS; HET LEVERT OOK NIEUWE KANSSEN OP IN HET HIER EN NU.

De productie van één kilo varkensvlees kost vier tot vijf kilo ruwvoer. Energie, grondstoffen en ruimte worden op grote schaal verspild. Ook de productie van andere voedingsmiddelen verloopt vaak zeer inefficiënt. Nederland heeft veel kennis op het gebied van intensieve landbouw en biedt daardoor bij uitstek een proeftuin voor de ontwikkeling van nieuwe eiwithoudende voedingsmiddelen, efficiënte agrotechnologieën en duurzame vormen van landgebruik.

Om een duurzame voedselvoorziening concreet te maken, heeft het interdepartementaal onderzoekprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling (DTO) een sprong in de tijd gemaakt: hoe kunnen we over 50 jaar op een duurzame manier voorzien in de vraag naar voedingsmiddelen? Redenerend vanuit een duurzaam toekomstbeeld zijn vervolgens processen in gang gezet om nieuwe technologieën en systemen te ontwikkelen.

In dit boek wordt de bijzondere werkwijze van DTO beschreven en geïllustreerd met voorbeelden. Dit boek vormt daarmee een handreiking aan bedrijven en bestuurders die zich willen voorbereiden op een duurzame toekomst.

Het DTO-programma is in 1993 van start gegaan en in 1997 afgesloten. Het programma is ingesteld door de volgende vijf ministeries: ECONOMISCHE ZAKEN, LANDBOUW, NATUURBEHEER EN VISSERIJ, ONDERWIJS, CULTUUR EN WETENSCHAPPEN, VERKEER EN WATERSTAAT, VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER.



#1

**DTO SLEUTEL**

# VOEDEN

**SPECTRUM VAN EEN DUURZAME VOEDSELVOORZIENING**

INTERDEPARTEMENTAAL ONDERZOEKPROGRAMMA DUURZAME TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELING



DTO SLEUTEL VOEDEN; SPECTRUM VAN EEN DUURZAME VOEDSELVOORZIENING  
Interdepartementaal Onderzoekprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling (DTO)  
ISBN 90-71694-91-7 • NUGI 651 / 841 • trefw.: duurzame ontwikkeling, landbouwproductie  
© DTO / UITGEVERIJ TEN HAGEN & STAM BV, 1997

De teksten in deze uitgave zijn vrij van auteursrecht. Overname en reproductie is toegestaan, mits onder vermelding van titel, auteur en uitgever:  
DTO SLEUTEL VOEDEN; SPECTRUM VAN EEN DUURZAME VOEDSELVOORZIENING • Interdepartementaal Onderzoekprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling (DTO)  
Uitgeverij ten Hagen & Stam, Den Haag, 1997.

*Gelieve bij overname van teksten hiervan melding te maken bij: Uitgeverij ten Hagen & Stam b.v. • Techniek & Natuurwetenschappen •  
Postbus 34 • 2501 AG Den Haag • telefoon: 070-3046171 • fax: 070-3045808*

Reproduction of the texts in this book is permitted, provided title, author and publisher are given proper credits. Please give notice to the publisher (ten Hagen & Stam b.v.) if you plan on using (parts of) this text.

*De auteur en de uitgever hebben geprobeerd om de juiste beeldverwijzingen en rechthebbenden te vermelden en om toestemming te krijgen voor de reproductie van de afbeeldingen.  
Omdat sommige afbeeldingen niet te traceren waren, zou de uitgever graag de informatie ontvangen van de betreffende rechthebbenden die niet in deze lijst vermeld staan.*

*Verbeteringen zullen worden rechtgezet in volgende uitgaven: p.3: Loopbrug tussen de TNO gebouwen in Delft; Cas Oorthuys/Nederlands Fotoarchief • p.4: Nam June Paik • p.7: OX-Chair;  
Hans J. Wegner • p.18: Stern/R. Wolf/ABC Press • p.28: Agronica, een project over duurzaam landgebruik, uitgevoerd in het kader van het Solid Side project; Andrea Branzi en anderen/Domus Academy  
• p.38: Mono-haploid aardappelplanten; Guy Ackermans • p.72: TNO; Cas Oorthuys/Nederlands Fotoarchief • Themafoto's; Henk Elenga*



# **INHOUD**

<b>INLEIDING</b>	<b>5</b>
<b>HET PROGRAMMA DTO</b>	<b>7</b>
<b>STAP 1: DE VOEDSELVOORZIENING VAN VANDAAG</b>	<b>13</b>
<b>STAP 2: WAT ETEN WE IN 2040?</b>	<b>19</b>
<b>STAP 3: BOUWSTENEN VOOR EEN DUURZAME VOEDSELVOORZIENING</b>	<b>23</b>
<b>SCHONE TECHNOLOGIE MAG GEEN EXCUUS ZIJN</b> INTERVIEW DRS. B. VAN OJIK	<b>26</b>
<b>STAP 4/5/6/7:</b>	
<b>PROJECT DUURZAAM LANDGEBRUIK</b>	<b>29</b>
<b>CONNECTIES IN PLAATS VAN CONFRONTATIES</b> INTERVIEW MET IR. J.C. BOXEM	<b>36</b>
<b>PROJECT HIGH-TECH AGROPRODUCTIE</b>	<b>39</b>
<b>KANSEN VOOR HIGH-TECH AGRO PRODUCTIE</b> INTERVIEW MET DR. A. CAPELLE	<b>44</b>
<b>PROJECT GEÏNTEGREERDE CONVERSIE</b>	<b>47</b>
<b>PROJECT NOVEL PROTEIN FOOD</b>	<b>51</b>
<b>NPF: DE EERSTE STAP IS GEZET</b> INTERVIEW MET IR. J.A. ROELS	<b>54</b>
<b>PROJECT SENSORTECHNOLOGIE</b>	<b>59</b>
<b>HET RESULTAAT</b>	<b>65</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>66</b>
<b>SAMENVATTING</b>	<b>68</b>
<b>COLOFON</b>	<b>70</b>





INLEIDING

2040

**BEDREIGING OF UITDAGING?** Dag na dag vragen meer mensen

om meer welvaart. Productie en consumptie nemen hand over hand toe. Wat is het gevolg daarvan?

Raken grondstoffen en delfstoffen op? Leidt groei tot onherstelbare schade aan ons leefmilieu?

Gelukkig is er een andere weg. We hoeven groei niet als bedreiging te zien. Het kan een drijfveer

zijn voor innovatie. Een drijfveer om systemen, technologieën en gebruikspatronen te vernieuwen,

zodat groei en duurzaamheid samenvallen. In deze publicatie wordt concreet

inhoud gegeven aan mogelijkheden van een duurzame voedsel-

voorziening: een voedselvoorziening zonder aantasting van

biodiversiteit, zonder accumulatie van afvalstoffen en met

een minimaal gebruik van ruimte, energie en grondstoffen.

Het lijkt erop dat zo'n voedselvoorziening mogelijk en haalbaar is. Een duurzame voedselvoor-

ziening levert producten waar de consument van morgen om vraagt. En meer dan dat: het draagt

bij aan het sluiten van kringlopen en biedt nieuwe perspectieven voor de landbouwsector, de

industrie en andere bedrijven en instellingen die met de voedselvoorziening te maken hebben.

2035

2034

2033

2032

$$MB = B \times W \times M$$

MILIEUBELASTING

FACTOR 2

FACTOR 2

BEVOLKINGSMVANG

FACTOR 5

GEMIDDELTE WELVAART PER PERSOON

METABOLISME/MILIEUBELASTING PER EENHEID VAN WELVAART

FACTOR 20



## DE MOGELIJKHEDEN EN KANSEN

van een duurzame welvaartsontwikkeling zijn in kaart gebracht in het kader van het interdepartementaal Onderzoekprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling (DTO). Dit programma is toegespitst op vijf behoeften. Behalve om voeden gaat het om water, huisvesten en verplaatsen en om de mogelijkheden van een groene chemie waarmee we kunnen voorzien in basisstoffen voor de industrie.

**HET JAAR 2040 IS HET ORIËNTATIEPUNT** van het DTO-programma. Dat is twee generaties na nu. Tegen die tijd is de bevolking in Nederland gegroeid tot ruim zeventien miljoen. Op wereldschaal is de bevolking gegroeid tot negen à twaalf miljard mensen. Tevens zal het welvaartspeil flink zijn gestegen. Met name de welvaartsstijging in landen van Afrika, Latijns Amerika en Azië draagt bij aan een sterke mondiale groei. Wanneer we een rechtvaardige verdeling van de welvaart over de wereld nastreven, dan leidt dat tot een zeer sterke toename van productie en consumptie. Het is evident dat de technologieën en systemen van vandaag hier niet tegen zijn opgewassen.

**REDUCTIES MET EEN FACTOR 20** Dat is het doel van het DTO-programma. Dat wil zeggen: twintig keer minder milieubelasting per eenheid van welvaart. Reducties in die orde van grootte zijn noodzakelijk omdat de voorraden grondstoffen en fossiele brandstoffen nu eenmaal uitputtelijk zijn en het vermogen van het ecosysteem om verontreinigingen te incasseren beperkt is. Op sommige punten zijn de grenzen nu al in zicht. Het is de uitdaging om te schetsen hoe economische en demografische groei mogelijk zijn terwijl tegelijk de totale milieudruk omlaag gaat. De benodigde reducties kunnen we niet simpelweg bereiken met bestaande systemen en technologieën. Er is een omslag nodig naar nieuwe grondstoffen en materialen, andere productietechnieken en nieuwe systemen.

**TECHNOLOGIE DIENT ALS INGANG** om de reducties te bewerkstelligen. Technologie is echter geen doel op zich, maar een hulpmiddel om te voorzien in menselijke behoeften. Technologische oplossingen hebben alleen kans van slagen als die een passend antwoord vormen op maatschappelijke ontwikkelingen en het zijn vaak structurele en culturele factoren die duurzaamheid in de weg staan. In deze publicatie staan technologische innovaties daarom niet op zichzelf, maar worden ze beschreven in relatie tot culturele en structurele ontwikkelingen.

HET DTO-PROGRAMMA IS IN 1993 VAN START GEGAAN EN IS IN 1997 AFGESLOTEN. HET PROGRAMMA IS EEN INITIATIEF GEWEEST VAN DE VOLGENDE VIJF MINISTERIES: *ECONOMISCHE ZAKEN • LANDBOUW, NATUURBEHEER EN VISSERIJ • ONDERWIJS, CULTUUR EN WETENSCHAPPEN • VERKEER EN WATERSTAAT • VOLKSHUISVESTING, RUIMTELIJKE ORDENING EN MILIEUBEHEER.*

De resultaten van de vijf deelprogramma's zijn in aparte publicaties beschreven. Deze publicatie gaat over het deelprogramma Voeden. Aan het DTO-programma is een bijdrage geleverd door zeer veel belanghebbenden en deskundigen afkomstig van bedrijfsleven, wetenschap, overheid en maatschappelijke organisaties. De namen van degenen die een bijdrage hebben geleverd aan het deelprogramma Voeden, zijn in de colofon op pagina 70-73 van deze publicatie vermeld.



### FACTOR 20

HOE GROOT IS DE BELASTING DIE WE UITOEFENEN OP DE MILIEUGEBRUIKSRUIMTE? DE AMERIKAANSE BIOLOOG EN MILIEUESKUNDIGE BARRY COMMONER HEEFT IN 1972 DE MILIEUBELASTING (MB) OMSCHREVEN ALS HET PRODUCT VAN DRIE FACTOREN.

DE WERELDBEVOLKING (B) ZAL OVER VIJFTIG JAAR NAAR SCHATTING TWEE MAAL ZO GROOT ZIJN ALS NU. DE WELVAART (W) PER PERSOON ZAL DAN GEMIDDELD VIJFMAAL ZIJN GESTEGEN. WILLEN WE DE TOTALE MILIEUDRUK HALVEREN, DAN VOLGT DAARUIT DAT HET METABOLISME (M) MET EEN FACTOR TWINTIG MOET WORDEN TERUGGEBRACHT.



## VANUIT DE TOEKOMST OP WEG

Welke innovaties zijn nodig om een duurzame ontwikkeling op gang te brengen en zo mogelijk te versnellen? Welke knelpunten zijn er? Welke oplossingen zijn haalbaar en langs welke route kunnen we die implementeren? Om deze vragen op een systematische manier te beantwoorden, is tijdens het DTO-programma een nieuwe werkwijze ontwikkeld, die is samengevat in een stappenplan. In deze publicatie kunt u lezen hoe binnen het DTO-programma Voeden aan dat stappenplan gevolg is gegeven. De werkwijze is niet alleen voor dit programma ontwikkeld, maar kan ook als leidraad dienen voor andere bedrijven, maatschappelijke organisaties en overheden die zich oriënteren op de toekomst en daartoe een innovatiestrategie voor de lange termijn ontwikkelen.



### VIER ELEMENTEN ZIJN KENMERKEND VOOR DE DTO-AANPAK:

Oplossingen voor de lange termijn bepalen de richting voor maatregelen op korte termijn. We gaan vanuit een visie op de toekomst op zoek naar mogelijkheden en kansen. Het zijn daardoor niet de huidige kansen en bedreigingen die het onderzoek sturen, maar toekomstige behoeften en doelstellingen.

De technologie vormt de ingang van het programma, maar worden niet los gezien van culturele en structurele factoren. Culturele factoren bepalen de noodzaak en de acceptatie van de technologie. Structurele factoren bepalen hoe de technologie kan worden ingebed en gerealiseerd.

De ontwikkeling van draagvlak is cruciaal, want dat biedt een basis om op verder te gaan. Een goed draagvlak ontstaat door oplossingen tot stand te brengen in samenwerking en in samenwerking met iedereen die uiteindelijk met de ontwikkelde plannen te maken krijgt.

Creativiteit en een heldere toekomstvisie ontstaan niet in een keer. De werkwijze die DTO heeft ontwikkeld is dan ook niet lineair, zoals het stappenplan wellicht doet vermoeden, maar iteratief. Dat wil zeggen dat regelmatig een stap terug wordt gezet wanneer zich nieuwe inzichten aandienen.



## DTO IN ZEVEN STAPPEN

**STAP 1: STRATEGISCHE PROBLEEMORIËNTATIE** Een visie op duurzaamheid vormt de ruggengraat van het programma. Binnen het DTO-programma gaan we uit van economische en demografische groei zonder uitputting van grondstofvoorraden, zonder aantasting van biodiversiteit en zonder accumulatie van afvalstoffen. Een consequentie van die keuze is, dat reducties van de milieubelasting met een factor twintig of daaromtrent nodig zijn.

Om de huidige onduurzaamheden en de benodigde trendbreuken op het spoor te komen, is een brede en fundamentele analyse nodig: een strategische probleemoriëntatie. Het gaat immers niet om het verhelpen van lokale of specifieke knelpunten, maar om een totaalaanpak, waarbij sociale, culturele en technologische dimensies elkaar raken.

De strategische probleemoriëntatie is geen bureauwerk. Een essentiële bijdrage wordt geleverd door een brede groep betrokkenen: belanghebbenden en deskundigen afkomstig uit meerdere disciplines.

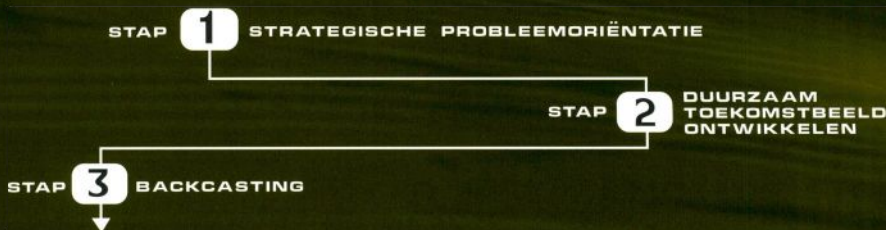
**STAP 2: SCHETS VAN EEN DUURZAME TOEKOMST** Een realistische en consistente schets van de wereld van morgen vormt de kapstok voor innovaties. De tweede stap van het DTO-programma bestaat daarom uit de ontwikkeling van zo'n toekomstschets. Die schets is bedoeld als richtinggevend streefbeeld. Een schets in houtschool. De vragen die bij de ontwikkeling van die schets centraal staan, zijn: hoe ziet de samenleving er over vijftig jaar uit, welke behoeften kent die samenleving en hoe kan de technologie behulpzaam zijn om daar op een duurzame manier in te voorzien?

Vijftig jaar vooruit denken mobiliseert creativiteit, smooit een aangeboren neiging tot extrapoleren en biedt de mogelijkheid om los te komen van actuele beperkingen. Binnen de DTO-programma's is de creativiteit op verschillende manieren extra geprikkeld. Bijvoorbeeld tijdens brainstormsessies en workshops met deelnemers afkomstig uit verschillende disciplines, in interviews met wetenschappers in binnen- en buitenland en met uitnodigingen aan specialisten om in een essay hun persoonlijke visie weer te geven. De toekomstschets is daarmee een beeld dat door meerdere partijen wordt gedragen.

## ONTWIKKELING LANGE TERMIJN VISIE



# ONTWIKKELING LANGE TERMIJN VISIE



**STAP 3: BACKCASTING** Tussen de werkelijkheid van vandaag en de schets van de toekomst loopt een denkbeeldige ontwikkelingslijn. Het beoogde eindpunt van die lijn hebben we in stap 2 geformuleerd. Backcasting is een methode om de ontwikkelingslijn in omgekeerde richting langs te lopen en daarmee innovaties te identificeren die noodzakelijk zijn om het eindpunt te bereiken. Dat kunnen technologische innovaties zijn, maar ook culturele of structurele. Ook backcasting vergt, net als de ontwikkeling van een toekomstschets, de inbreng van betrokkenen afkomstig uit meerdere organisaties, bedrijven en disciplines. En ook in deze stap zijn brainstormsessies, workshops en verzoeken om essays goede middelen om die inbreng te genereren. Het einddoel van dit deel van het programma is een kritische selectie van kansrijke innovaties die tot stand zijn gekomen in samenspraak met alle betrokken partijen.

# ONTWIKKELING KORTE TERMIJN AANPAK



**STAP 4: DEFINITIEFASE** De geselecteerde ideeën worden verder onderzocht. We bepalen welke resultaten kunnen worden bereikt met de beschreven oplossingen, welke structurele, technologische en culturele maatregelen noodzakelijk zijn en welke bedrijven of instellingen in staat zijn om de ideeën verder te ontwikkelen. Gespecialiseerde bureaus, instituten en universiteiten kunnen de aangedragen oplossingen concretiseren en op hun haalbaarheid analyseren. Het einddoel van deze stap is een gemotiveerde keuze voor de meest kansrijke opties.

**STAP 5: UITWERKING** Het beoogde eindresultaat van het DTO-programma is een illustratie van de technologie, bijvoorbeeld in de vorm van een demonstratieproject of in de vorm van *Research & Development* programma's om de gevonden oplossingen uit te werken en de benodigde trendbreuken te bewerkstelligen. De analyse die heeft geleid tot de keuze voor kansrijke opties in stap 4, wordt daarom in deze vijfde stap verder onderbouwd. De voorgestelde oplossingen worden gespecificeerd en voorzien van een ontwikkelingsplan met een tijdspad. Het is de bedoeling dat de uitwerking tot de verbeelding spreekt van een grote groep belanghebbenden; een illustratie waaraan iedereen kan zien welke acties nodig zijn om op termijn een duurzame technologie te realiseren.

## UITVOERING

STAP 6 SAMENWERKING EN INBEDDING

STAP 7 REALISERING/IMPLEMENTATIE



## ONTWIKKELING LANGE TERMIJN VISIE



## ONTWIKKELING KORTE TERMIJN AANPAK



**STAP 6: SAMENWERKING EN INBEDDING** De ontwikkeling van draagvlak heeft als een rode draad door het gehele DTO-programma gelopen. Het eindresultaat van het programma is dan ook meer dan het idee van een paar mensen. De samenwerking met kennisinstellingen, overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties garandeert een zekere inbedding. Voor vrijwel alle onderdelen van het programma zijn partners gevonden die bereid en in staat zijn om in onderlinge samenwerking de innovaties verder te brengen. Er zijn nieuwe allianties gevormd, die in deze stap van het programma worden geformaliseerd. De deelnemende partners nemen de verantwoordelijkheid voor de uitvoering van de demonstratieprojecten en de ontwikkelingsprogramma's over.

## UITVOERING



**STAP 7: REALISATIE EN IMPLEMENTATIE** Het einddoel van het DTO-programma is uiteraard dat de ontwikkelde duurzame technologie werkelijkheid wordt en tastbare resultaten oplevert. De fundamentele werkwijze, de betrokkenheid van een groot aantal partijen en de voortdurende oriëntatie op de lange termijn vormen goede uitgangspunten voor innovaties met een duurzaam resultaat.





ONTWIKKELING LANGE TERMIJN VISIE

## STAP 1 STRATEGISCHE PROBLEEMORIËNTATIE



# DE VOEDSEL- VOORZIENING VAN VANDAAG

DE PRODUCTIE VAN VOEDINGSMIDDELEN ZOALS WE DIE IN NEDERLAND KENNEN, IS NIET ERG DUURZAAM. DE PRIMAIRE LAND- EN TUINBOUW VEROORZAKEN MESTOVERSCHOT,

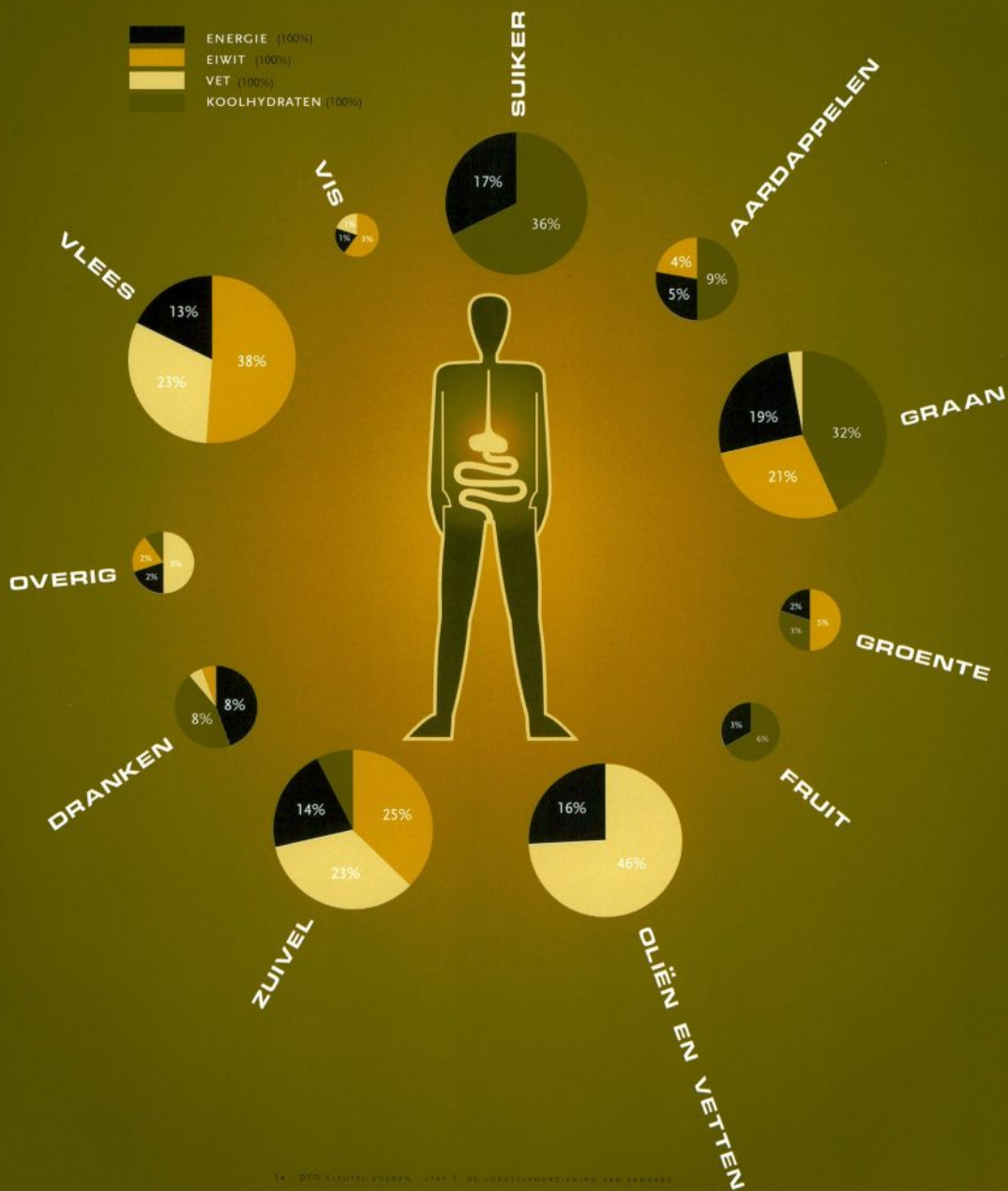
EUTROFIËRING, VERDROGING EN VERONTREINIGING VAN BODEM EN OPPERVLAKTEWATER. ER WORDEN NIET HERNIEUWBARE ENERGIEBRONNEN EN GRONDSTOFFEN GEBRUIKT. VERDER DRAGEN BEWERKING EN VERWERKING VAN LANDBOUWPRODUCTEN, HET TRANSPORT EN DE VERWERKING VAN AFVAL BIJ AAN DE ONDUURZAAMHEID VAN DE HUIDIGE VOEDSELVOORZIENING.

## EEN INVENTARISATIE VAN KNELPUNTEN

is in opdracht van het programmabureau DTO uitgevoerd door Arcadis Heidemij Advies BV in samenwerking met de vakgroepen Levensmiddelentechnologie en Voeding van de Landbouwniversiteit Wageningen, TNO Voeding, het DLO-instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO-DLO) en Imd Micon bv. Zij hebben een beeld geschetst van de voedselvoorziening en de milieubelasting daarvan. Daarnaast is een inschatting gemaakt van de huidige (westerse) voedselbehoefte en de verwachte ontwikkeling daarin tot circa 2040.

BRON: "Brutoverbruikscijfers", DUBBELDAM (1992)

**RELATIEVE BIJDRAGE VAN TIEN PRODUCTGROEPEN AAN DE INNAME VAN ENERGIE, EIWIT, VET EN KOOLHYDRATEN PER PERSOON EN PER DAG IN NEDERLAND**



## DE TIEN BELANGRIJKSTE PRODUCTGROEPEN

**HET VOEDSELPAKKET VAN DE GEMIDDELDE NEDERLANDER** wordt voor meer dan 95 procent gevormd door tien productgroepen. Hiernaast is aangegeven in welke verhouding deze productgroepen bijdragen aan de totale gemiddelde daginname van energie, eiwit, vet en koolhydraten.



**IN NEGEN VAN DE TIEN MAALTIJDEN** die de gemiddelde Nederlander tot zich neemt, zit vlees. Per jaar eten we er gemiddeld 85 kilogram van (CBS). We eten vlees uit gewoonte, omdat we het lekker vinden of omdat het past bij een rijke dis. Als we het Nederlandse consumptiepatroon vergelijken met de Richtlijnen Goede Voeding (Voedingsraad, 1986), dan blijkt dat uit gezondheidskundig oogpunt een verschuiving van energie uit vet naar energie uit koolhydraten gewenst is. Dat betekent dus: minder vlees en vet en meer graanproducten.

BRONNEN: 1) VOEDSELCONSUMPTIEPEILING (VOEDINGSRAAD, 1988); 2) RICHTLIJNEN GOEDE VOEDING (VOEDINGSRAAD, 1986).

### DAGELIJKE ENERGIE-INNAME PER PERSOON PER DAG



#### TOTALE CONSUMPTIE



#### AANBEVOLEN



De samenstelling van het menu wordt echter niet alleen bepaald door de voedingswaarde van de ingrediënten, maar vooral door:

- PERSOONLIJKE EIGENSCHAPPEN (ZOALS LEEFTIJD, GESLACHT EN LICHAAMS SAMENSTELLING, SENSORISCHE PREFERENTIE, AANGEBOREN VOORKEUREN, KAUWVERMOGEN, EETLUST, HONGER, DORST EN STEMMING).
- EIGENSCHAPPEN VAN DE OMGEVING (ZOALS WEER, TIJD, GELD, NORMEN, WAARDEN EN BESCHIKBAARHEID).

Over het relatieve belang van deze factoren bij de samenstelling van de dagelijkse maaltijden is nog weinig bekend. Wel zijn er bepaalde trends zichtbaar, zoals een toename van de consumptie van vis en een afname van de vleesconsumptie.

Ook zijn verschuivingen binnen de productgroepen te zien. Zo groeit het aandeel vóorbewerkte levensmiddelen en magnetron-klare gerechten. Verder leidt een toenemend gezondheidsbewustzijn onder andere tot een verschuiving van vette naar magere vleessoorten, een toenemend gebruik van magere melkproducten en een gedeeltelijke vervanging van zichtbare vetten door oliën.



Bronnen: GAULL & GOLDBERG (1989), HAUTVAET & VAN DER VREEKEN (1989), DEN OUDEN (1989), SCHIFFERSTEIN & MEULENBERG (1993) EN INTERVIEWS MET STAKEHOLDERS

## **VERWACHTE VERANDERINGEN IN HET AANDEEL VAN DE BELANGRIJKSTE PRODUCTGROEPEN AAN HET VOEDSELPAKKET**

### **VLEES** [AFNAME]

Problemen tijdens productie, negatief imago bio-industrie, verschuiving naar meer magere vleessoorten, met name pluimvee, mogelijk diversificatie.

### **VIS** [TOENAME]

Gedeeltelijk vervanging van vlees, gezondheidsimago, specifieke smaak, technologisch perspectief.

### **SUIKER** [CONSTANT]

In huishoudelijk en industrieel gebruik vervangen door zoetstof, consumptie van zoetigheid blijft constant, toename van poly- en oligosacchariden en onverteerbare suikers, verschuiving naar ongeraffineerde suiker.

### **AARDAPPEL** [AFNAME]

Afname gaat samen met verdwijnen traditionele maaltijd en opkomst samengestelde gerechten.

### **GRAAN** [TOENAME]

Goed houdbaar, bereidingsgemak, gezondheidsaspect, verwerkt in tussendoortjes.

### **GROENTE** [CONSTANT]

Afname gaat samen met verdwijnen van traditionele maaltijden, maar toename vanwege gezondheidsaspect.

### **FRUIT** [CONSTANT]

Blijft als gezond tussendoortje.

### **OLIËN EN VETTEN** [CONSTANT]

Zichtbaar vet vervangen door olie; meer tussendoor minder als basis.

### **ZUIVEL** [CONSTANT]

Vetarm vangt vetrijk, toename kaas, toename toetjes, diversificatie.

### **DRANKEN** [ONBEKEND]

Meer gezondheidsdranken, geen verdere stijging alcoholconsumptie.

## **MILIEUBELASTING PER PRODUCTGROEP**

### **DE PRODUCTGROEPEN VLEES EN ZUIVEL**

veroorzaken de grootste milieubelasting. Dat blijkt uit een analyse van de productie- en consumptieketens van tien onderscheiden productgroepen. Aan vrijwel alle onderzochte vormen van milieubelasting leveren deze productgroepen een significante bijdrage. De milieubelasting door de productie van groente is ook aanzienlijk, met name vanwege kasteelt, maar daar staat tegenover, dat het aandeel van groente in het totale voedselpakket relatief laag is.

### **DE PRIMAIRE LANDBOUWPRODUCTIE**

veroorzaakt binnen de onderzochte productgroepen veruit de grootste milieubelasting. Naarmate de teelten intensiever en minder grondgebonden zijn, neemt het gebruik van energie en grondstoffen sterk toe. Zo wordt voor de intensieve veehouderij op grote schaal veevoeder geïmporteerd. Voor de teelt hiervan is naar schatting tien miljoen hectare buitenlands areaal in gebruik, ofwel vijf maal de oppervlakte van het Nederlandse agrarische gebied. De nutriënten die op dat areaal worden vastgelegd, komen op een veel kleiner grondgebied in Nederland vrij, hetgeen een onvermijdelijk nutriëntenoverschot veroorzaakt.

Bij meer grondgebonden teelten, zoals akkerbouw en rundveehouderij, veroorzaken gewasbescherming en bemesting de grootste milieubelasting. Met name de teelt van aardappelen draagt bij aan verontreiniging vanwege het grote gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.

### **BE- EN VERWERKING VAN VOEDINGSMIDDELEN**

veroorzaken een kleinere, maar niet te verwaarlozen milieubelasting. Bewerking, zoals schoonmaken en verpakken vindt over het algemeen plaats door de verzamelende handel, veilingen en exporteurs. Verwerking is doorgaans het terrein van de voedingsmiddelenindustrie. Hier wordt milieubelasting veroorzaakt door een relatief groot gebruik van energie en water.

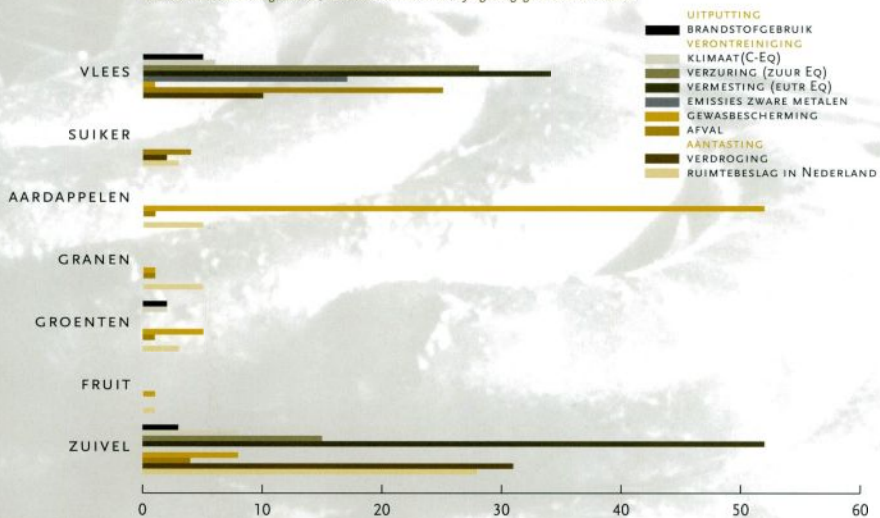


BRON: HEIDEMIJ ADVIES BV. EEN VERKENNING VAN HOOPZAKELIJKE TRENDBREUKEN IN DE VOEDSELVOORZIENING, 1997.

## VOORNAAMSTE MILIEUBELASTING DOOR TIEN PRODUCTGROEPEN

IN PROCENT VAN DE TOTALE (BINNENLANDSE) MILIEUBELASTING IN NEDERLAND.

Van de milieubelasting van vis, dranken en olie + vet zijn geen gegevens beschikbaar.









# WAT ETEN WE IN 2040?

WANNEER WE STREVEN NAAR EEN DUURZAME  
VOEDSELVOORZIENING IN 2040, MOETEN WE

EEN AANTAL BELANGRIJKE MILIEUKNELPUNTEN

OPLOSSEN. DE INTENSIEVE TEELTEN BRENGEN

EEN GROOT VERBRUIK VAN GRONDSTOFFEN EN

ENERGIE MET ZICH MEE. DOOR DE IMPORT

VAN VEEVOEDER ONTSTAAT ER TER PLAATSE

EEN NUTRIËNTENOVERSCHOT.

**GRONDGEBONDEN TEELTEN** veroorzaken een verontreiniging van water en bodem vanwege het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen. De vraag voor de toekomst is, of het mogelijk is om te voorzien in een gevarieerd en hoogwaardig voedselpakket zonder gebruik te maken van gewasbeschermingsmiddelen, zonder hoog energieverbruik en zonder ophoping van nutriënten.

**DERTIG VERTEGENWOORDIGERS VAN BEDRIJFS-LEVEN**, overheid en maatschappelijke organisaties hebben tijdens een workshop op 25 januari 1994 over de mogelijkheden van een duurzame voedselvoorziening gesproken. Aan hen is de vraag voorgelegd: "Aan welke eisen zou een duurzame voedselvoorziening anno 2040 moeten voldoen en welke technologieën moeten ter verwezenlijking daarvan nu worden ontwikkeld?" Tijdens de workshop zijn streefbeeldens voor de situatie in de volgende eeuw geschetst, die enerzijds wenselijk en anderzijds realistisch zijn. Daarbij hebben de deelnemers een groot aantal technologische zoekrichtingen aangegeven. De streefbeeldens hebben een integrale toekomstschets opgeleverd; een schets van een duurzame voedselvoorziening in 2040.

## EETGEWOONTES VERANDEREN LANGZAAM

van generatie op generatie. Vandaag kennen we nog de Hollandse pot: stukje vlees, aardappelen en groente. Boterhammen met kaas en vleeswaren. Op zon- en feestdagen iets speciaals. Dat vaste patroon is sterk aan het verschuiven.

De volgende generatie groeit op met een ander dagritme en met andere voedingsgewoontes. Zij treffen een multiculturele samenleving aan met veel verschillende wensen op voedingsgebied. Iedereen heeft zo zijn eigen smaak en gewoontes. Mensen willen meer variatie, meer gemak en letten meer op gezondheidsaspecten. Het publiek raakt meer gewend aan exotische gerechten en aan het aanbod van restaurants en ook dat roept nieuwe behoeften op.

## MENSEN BLIJVEN HECHTEN AAN ZELBEREIDE

MAALTIJDEN maar daarnaast is er veel plaats voor samengestelde producten, kant-en-klaar maaltijden en magnetronklare gerechten. Wat we nu nog geringschattend 'gemakvoedsel' noemen, maakt straks een wezenlijk en waardevol deel uit van het dagelijkse voedselpakket. Ook het vaste patroon van drie maal per dag een maaltijd is steeds meer aan het veranderen. We eten vaker de hele dag door in kleine porties, 'grazen' noemen we dat. De tussendoortjes zijn geen vette snacks meer, die je uit gezondheidsoogpunt beter kunt laten staan, maar vullen een substantieel deel in van de dagelijkse behoefte aan energie, proteïnen, vitamines en mineralen.



## GEZONDHEID SPEELT EEN BELANG-

RIJKE ROL bij de samenstelling van het dagelijkse voedselpakket. In 2040 is er meer kennis over de functies van micro- en macronutriënten waardoor voedselpakketten veel evenwichtiger kunnen worden samengesteld en beter kunnen worden afgestemd op individuele behoeften en wensen. Het is denkbaar dat deze informatie wordt vastgelegd op een persoonlijke genetische kaart. Het is ook denkbaar dat individuele voorkeuren op die kaart worden vastgelegd. Met die kaart kan iedereen zijn of haar dagelijkse menu nauwkeurig en naar smaak samenstellen en precies de benodigde hoeveelheid essentiële voedingsstoffen tot zich nemen. 'Eten wat de pot schaft' maakt plaats voor 'eten wat je genetische kaart voorschrijft'. Door de informatie ook inzichtelijk te maken voor leveranciers, kunnen voedselproductie en -consumptie optimaal op elkaar worden afgestemd.

## OOK MILIEUKWALITEIT SPEELT EEN BELANGRIJKE ROL

in de voedingsgewoontes van de volgende eeuw. Steeds meer mensen weten de natuur te waarderen en zien dat er een verband bestaat tussen milieukwaliteit en hun dagelijkse doen en laten. Nu al kiezen steeds meer mensen voor voedingsmiddelen die zonder gewasbeschermingsmiddelen en kunstmest zijn gekweekt. De stijgende populariteit van natuurvoedingswinkels en de verkoopcijfers van biologische producten in supermarkten tonen dat aan. Daar komt bij dat er steeds strengere normen komen voor de toegestane milieubelasting die de landbouw veroorzaakt.





## WAT IS NU DE WAARDE VAN DEZE TOEKOMSTSCHETS?

**HET IS DENKBAAR DAT DEZE TRENDS ZICH DOORZETTEN** en dat er nieuwe kansen ontstaan voor de landbouw- en de voedingsmiddelensector, geholpen door de mogelijkheden die een nieuwe agrotechnologie geeft.

Met nieuwe teeltmethoden is het mogelijk om op een duurzame manier verse landbouwgewassen te produceren. Productie van voedingsmiddelen vindt plaats waar de monden zijn. Gemengde, regionale landbouwbedrijven wisselen van grondgebruik en profiteren van elkaars producten en reststoffen. Kringlopen worden gesloten. Voor dierlijke productie wordt veel meer dan nu plantaardig afval gebruikt en meststoffen worden opgewerkt en zeer efficiënt ingezet bij de plantaardige productie. Binnen deze landbouwsystemen is ook plaats voor andere functies, zoals productie van grondstoffen voor de industrie, winning van duurzame energie op basis van lichaamswarmte van dieren, beheer en winning van water, opwerking van stedelijk groente-, fruit- en tuinafval, recreatie en natuur- en landschapsbeheer.

Er zijn ook kansen voor nieuwe samengestelde producten. Planten leveren na eenvoudige bewerkingen essentiële basisstoffen op, die als ingrediënt of als voedingsmiddel worden gebruikt. Door modificatie van gewassen kan de voedselproductie nog verder worden gestuurd, bijvoorbeeld door ze resistent te maken tegen ziekten en aantasting door insecten. Vlees maakt voor een deel plaats voor nieuwe eiwitrijke voedingsmiddelen: novel protein foods. Deze worden onder andere geproduceerd uit planten en micro-organismen en worden verwerkt in allerlei traditionele vleesproducten zoals hamburgers en worst.

Ziet de voedselketen er in 2040 werkelijk zo uit? Dat hoeft niet. Deze schets is niet bedoeld als blauwdruk. Wel is het zo, dat een groot aantal deskundigen en betrokkenen in de landbouw- en voedingsmiddelenindustrie deze schets realistisch acht. De schets heeft daarmee waarde als richtinggevend oriëntatie. Het is een samenhangend beeld, dat dient als inspiratiebron voor bepalen van zoekrichtingen om kansen en mogelijkheden op te sporen. In de loop van het programma Voeden zijn de verschillende onderdelen van de toekomstschets voortdurend aangevuld, bijgesteld en verfijnd.

3  
voor  
2,50  
€







# BOUWSTENEN VOOR EEN DUURZAME VOEDSELVOORZIENING

IN WELKE RICHTING KUNNEN WE ZOEKEN  
NAAR TECHNOLOGISCHE, LOGISTIEKE EN  
CULTURELE TRENDBREUKEN DIE NODIG  
ZIJN OM EEN DUURZAME VOEDSEL-  
VOORZIENING, INCLUSIEF EEN DUUR-  
ZAAM BEHEER VAN DE GROENE RUIMTE,  
MOGELIJK TE MAKEN? DOOR VANUIT DE  
TOEKOMSTIGE BEHOEFTE TERUG TE  
REDENEREN NAAR HET HEDEN, KOMEN  
WE NIEUWE KANSEN EN MOGELIJKHEDEN  
OP HET SPOOR.

**EEN DUURZAME VOEDSELPRODUCTIE** is zowel mogelijk op de vollegrond als in een beschermde omgeving zoals in kassen. Daarnaast zijn sommige agrarische producten direct voor consumptie geschikt, terwijl andere producten geschikt zijn om te verwerken tot basisstof voor samengestelde voedingsmiddelen. Aldus zijn er vijf zoekrichtingen waar we bouwstenen voor een duurzame voedselvoorziening kunnen aantreffen:

- **DUURZAAM LANDGEBRUIK**  
Meervoudig grondgebruik waarbij we duurzaamheid nastreven door kringloopsluiting en een vergaande combinatie van functies zoals landbouw, natuur, drinkwater voorziening en recreatie.
- **HIGH-TECH AGROPRODUCTIE**  
Productie van verse groenten in een beschermde omgeving waarbij we duurzaamheid nastreven door kringlopen te sluiten. Zonlicht, regenwater en organische reststoffen zijn de enige grondstoffen.
- **GEÏNTEGREERDE CONVERSIE**  
Combinatie van vollegrondsteelt met bewerking van landbouwgewassen tot basisstoffen voor samengestelde producten en essentiële voedingsstoffen.
- **NOVEL PROTEIN FOOD**  
Ontwikkeling van eiwithoudende producten die een aantrekkelijk alternatief voor vlees kunnen zijn en waarmee we kunnen voorzien in de behoefte aan eiwitten.
- **SENORTECHNOLOGIE**  
Ontwikkeling van nieuwe meet- en regelapparatuur en modellen om gegevens te kunnen interpreteren zodat teeltomstandigheden, vitaliteit van planten en welzijn van dieren nauwkeurig kan worden bepaald.

## SPECTRUM VAN EEN DUURZAME VOEDSELVOORZIENING

ONDERSTEUNENDE TECHNOLOGIE: SENSORTECHNOLOGIE



DE SELECTIE VAN ONDERWERPEN VOND PLAATS IN SAMENSpraak MET VERTEGENWOORDIGERS VAN BEDRIJFSLEVEN, OVERHEID EN MAATSCHAPPELIJKE ORGANISATIES. EEN EERSTE AANZET IS GEMAAKT TIJDENS DE EERDER GENOEMDE WORKSHOP VAN 25 JANUARI 1994, WAAR OOK DE SCHETS VAN EEN DUURZAME VOEDSELVOORZIENING IN 2040 IS ONTWIKKELD. DEZE AANZET IS IN INTERVIEWS MET VOORAL TECHNISCH GEORIËNTEERDE SLEUTELPERSONEN NADER UITGEWERKT. TIJDENS DIE INTERVIEWS IS GEPROBEERD OM DE REIKWIJDTE VAN IEDER ONDERWERP CONCREET TE MAKEN EN OM KRITISCHE TECHNOLOGIEËN TE BESCHRIJVEN. DE RESULTATEN VAN DIT WERK ZIJN OPNIEUW BESPROKEN MET TIENTALLEN BETROKKENEN TIJDENS DRIE WORKSHOPS OP 30 EN 31 MAART 1994.

De betrokkenen verwachten dat deze onderwerpen niet alleen op lange termijn uitzicht bieden op een duurzame ontwikkeling; ze bieden ook op korte termijn aanknopingspunten tot kansrijke en haalbare innovaties.

In vijf afzonderlijke projecten worden de onderwerpen uitgewerkt. Dit hoofdstuk introduceert de projecten.

### 1. DUURZAAM LANDGEBRUIK

**HET LANDELIJK GEBIED** is niet alleen een productiegebied van voedingsmiddelen, maar is ook drager van andere activiteiten zoals waterwinning, recreatie, natuur, energiewinning, infrastructuur en afvalverwerking. Toch wordt de grond op perceelsniveau vaak maar voor één functie, dus monofunctioneel gebruikt. De inrichting van het land is daar ook op afgestemd. Veel percelen zijn bijvoorbeeld groot, eenvormig en goed ontwaterd. Deze vorm van ruimtegebruik leidt tot ruimtegebrek en de noodzaak tot hoge producties. Dat leidt vervolgens tot een hoge milieubelasting. Bovendien vindt in de landbouw een uitstroombaan van werkgelegenheid plaats vanwege dalende prijzen voor landbouwproducten, strengere milieunormen en vergroting van de arbeidsproductiviteit.

**HET IS OOK MOGELIJK OM FUNCTIES TE COMBINEREN.** Door meerdere functies op één stuk grond te combineren ontstaat er meer ruimte per functie. Landbouwgrond wordt óók recreatiegebied en natuurgebied is óók geschikt voor bepaalde vormen van landbouw. Daarmee ontstaan nieuwe mogelijkheden om de milieubelasting terug te dringen. Zo kunnen reststoffen van de ene functie worden benut als grondstof voor een andere functie. Schraal gras wordt hoogwaardig varkensvoer. Kringlopen kunnen hierdoor worden gesloten. Een derde voordeel is dat er nieuwe economische vooruitzichten ontstaan. Door een diversificatie van inkomstenbronnen kan een teruggang in de akkerbouw en de veeteelt worden gecompenseerd met andere economische dragers. Het totaalpakket aan functies is, bijvoorbeeld uitgedrukt in economische waarde, intensiever dan bij monofunctioneel landgebruik.

### 2. HIGH-TECH AGROPRODUCTIE

**DE TEELT VAN GROENTEN** vindt al vele decennia voor een groot deel plaats in kassen. Het voordeel daarvan is, dat de omstandigheden qua temperatuur, luchtvochtigheid, belichting, bejegening en bemesting optimaal kunnen worden ingesteld op de behoeften van de gewassen, waardoor een hoge productie wordt bereikt en er gewassen worden geteeld die in Nederland anders niet zouden groeien.

Eén van de grote nadelen van kasteelt is echter het hoge energiegebruik; van het Nederlandse aardgas wordt zo'n tien procent door de glastuinbouw opgeslokt. Een tweede nadeel vormt de centralisatie van de teelt. Hierdoor is de afstand tussen productie en consumptie groot. Dat veroorzaakt niet alleen transport, het veroorzaakt ook aanzienlijke verliezen; naar schatting acht procent van de productie bereikt de consument nooit.





### IS HET MOGELIJK DE VOORDELEN TE BEHOUDEN EN DE NADELEN WEG TE NEMEN?

Dat is de vraag die centraal staat bij de ontwikkeling van het concept high-tech agro-productie. Een duurzaam, gesloten productiesysteem is mogelijk als we drie principes aanhouden. In de eerste plaats moeten we het gebruik van fossiele brandstoffen voorkomen door zonne-energie te gebruiken, zowel voor belichting als voor verwarming en koeling. Het gebruiksrendement van zonne-energie moet hiervoor worden verhoogd en de verschillen tussen dag/nacht en zomer/winter moeten we met slimme opslagsystemen overbruggen. Het tweede principe is het sluiten van stofkringlopen. Verdampd water kunnen we bijvoorbeeld terugwinnen door condensatie en organische reststoffen kunnen we hergebruiken als meststof. Hierdoor worden per saldo alle stoffen (mineralen, water en kooldioxide) die voor de teelt nodig zijn, ook daadwerkelijk benut. Het derde principe is: produceren waar de monden zijn. Hierdoor kunnen we beter inspelen op de marktvraag en komen alle geproduceerde groenten met minimale middelen en met minimale uitval bij de consument aan.

### 3. GEÏNTEGREERDE CONVERSIE

**SAMENGESTELDE VOEDINGSMIDDELEN** zoals pizza's, hamburgers en kant-en-klaar maaltijden, nemen een steeds dominantere plaats in binnen ons menu. De bewerking en verwerking van planten en dieren kost echter veel energie en leidt tot een aanzienlijke hoeveelheid afval. Het lijkt mogelijk om teelt en bewerking beter op elkaar af te stemmen door deze te integreren in één systeem.

**HET CONCEPT VAN GEÏNTEGREERDE CONVERSIE** bestaat uit twee samenhangende onderdelen. Het eerste onderdeel is een vorm van precisielandbouw: goed gecontroleerde teelt van gewassen die eventueel genetisch zijn gemodificeerd. Hier kunnen we nieuwe technologieën inzetten om de teelt optimaal te sturen. Het tweede onderdeel is een zogenaamde *bio-refinery*, waar via eenvoudige processen plantaardige grondstoffen worden bewerkt tot eindproducten. Zo kunnen we door fermentatie met een beperkt aantal micro-organismen een veelheid aan voedingsstoffen maken: eiwitten, enzymen, vitamines, aroma's en oliën. Hiermee kunnen bijvoorbeeld plantaardige zuivelproducten worden gemaakt. Fermentatie biedt ook goede mogelijkheden voor conservering van voedingsmiddelen. Delen van de gewasoogst kunnen verwerkt worden tot non-food producten, zoals basisstoffen voor de chemische en farmaceutische industrie en biomassa voor de energievoorziening.

### 4. NOVEL PROTEIN FOOD

**IN DE MENSELIJKE BEHOEFTE AAN EIWITTEN** wordt grotendeels voorzien door vlees. Er bestaan ook alternatieven, die minder milieubelastend zijn. Een bekend product is tofu, rijk aan calcium, ijzer en eiwitten. Het wordt al sinds het begin van onze jaartelling gemaakt door sojabonen te koken, te vermalen en vervolgens te textureren.

Er zijn ook nieuwe eiwithoudende producten mogelijk, beter bekend onder de Engelse benaming *novel protein food*, of kortweg NPF. Deze kunnen gemaakt worden op basis van allerlei plantaardige eiwitdragers en op basis van micro-organismen zoals bacteriën en eencelligen. Met moderne technieken kunnen we hiermee veel soorten NPF bereiden met verschillende eigenschappen en kwaliteiten.

**HET GROTE VOORDEEL VAN NPF** is, dat de productie ervan met aanzienlijk minder grondstoffen en energie kan plaatsvinden dan de productie van vlees en leidt tot een aanzienlijk kleinere uitstoot van ongewenste stoffen. Er zijn echter ook tal van onzekerheden. De vraag is bijvoorbeeld of de consument wel bereid is om NPF te eten in plaats van vlees. Het is niet waarschijnlijk dat het stukje vlees van vandaag op morgen achterwege blijft, maar er zijn zeker kansen voor NPF in samengestelde producten.

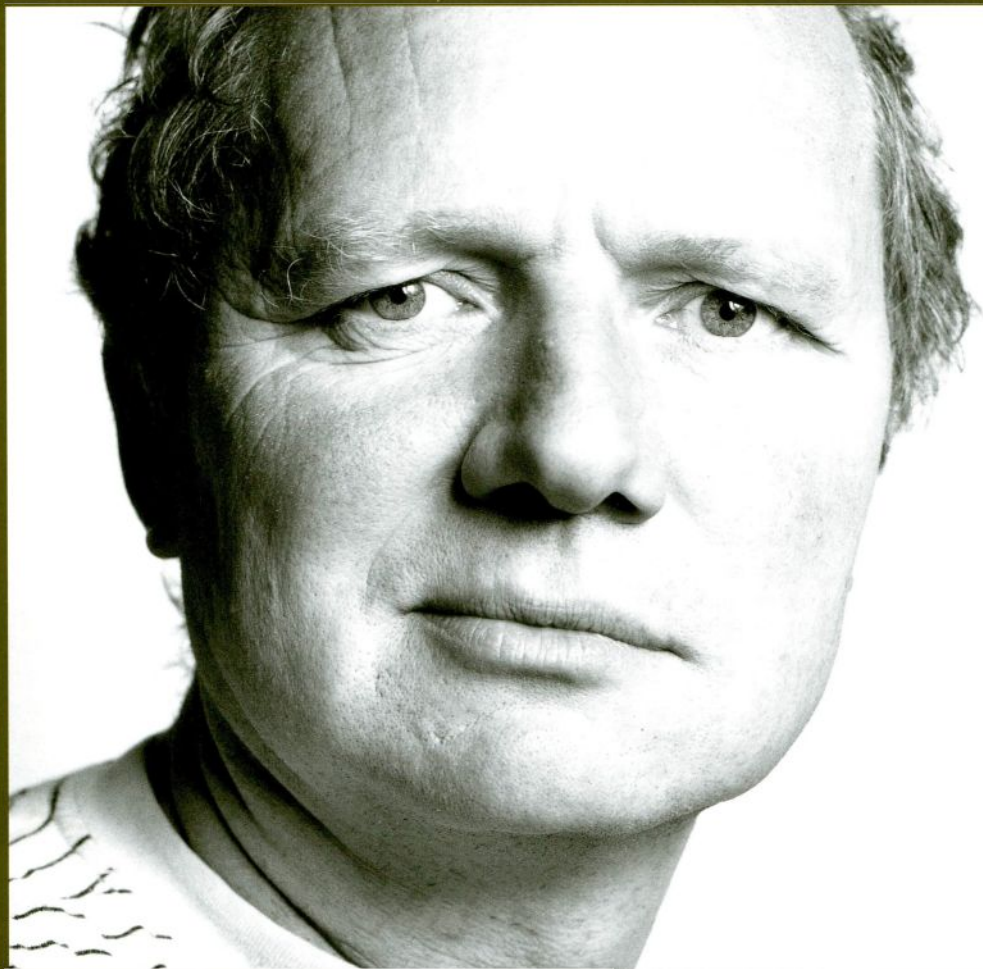
### 5. SENSORTECHNOLOGIE

**BIJ DE ANDERE DTO- PROJECTEN** is gebleken dat een duurzame voedselproductie voor een belangrijk deel afhangt van nauwkeurige instrumenten en interpretatiemodellen om groeiprocessen te monitoren en om de teeltomstandigheden optimaal te beïnvloeden. Bijvoorbeeld om de toediening van water en nutriënten locatie-afhankelijk en tijdsafhankelijk te optimaliseren of om de productie van gewassen en reststoffen te karakteriseren, zodat deze optimaal kunnen worden verwerkt danwel hergebruikt. Een ander voorbeeld waarbij nauwkeurige meetinstrumenten een grote rol kunnen spelen is vitaliteitscontrole en vroege detectie van ziekten en plagen. Zonder of met heel weinig gewasbeschermingsmiddelen kan dan een maximaal effect worden bereikt.

**AAN NIEUWE SENSOREN EN GEAVANCEERDE MEETSISTEMEN** is in alle vormen van agro-productie veel behoefte. Er liggen dus nieuwe kansen voor producenten van dergelijke apparatuur. Het project 'Sensortechnologie' is ervoor bedoeld om die kansen aan het licht te brengen en om producenten te interesseren aan de ontwikkeling van nieuwe sensortechnologie en bijdrage te leveren. Wanneer dat lukt, kan aan een belangrijke voorwaarde worden voldaan om ook de andere projecten tot een succes te brengen.

# SCHONE TECHNOLOGIE

DE ONTWIKKELING VAN DUURZAME TECHNOLOGIE IS RELEVANT, MAAR ALS DAT IN EEN VACUÛM PLAATSVINDT, ZAL HET EFFECT GERING ZIJN, OORDEELT MILIEUDEFENSIE-VOORZITTER BRAM VAN OJK. HET IS VOLGENS HEM EEN MISVERSTAND OM TE DENKEN DAT WE MET DE TECHNOLOGIE "OP EEN PIJNLOZE WIJZE VAN EEN AANTAL URGENTE PROBLEMEN AF KUNNEN KOMEN." NAAST EEN SCHONE TECHNOLOGIE ZIJN ER "HELE FORSE INGREPEN NODIG IN WÁT WE PRODUCEREN EN CONSUMEREN EN IN DE MANIER WAARÓP WE PRODUCEREN EN CONSUMEREN" EN DE OVERHEID MOET DAARBIJ EEN AANTAL CRUCIALE BESLISSINGEN NEMEN.





# MAG GEEN EXCUUS ZIJN OM ANDERE DINGEN NA TE LATEN

De aanpak van DTO heeft raakvlakken met de aanpak die de milieubeweging graag voorstaat: doelen stellen voor een lange termijn en van daaruit beoordelen welke keuzes op korte termijn moeten worden gemaakt. Bram van Ojik zou die laatste stap echter wat nadrukkelijker willen uitwerken dan nu in het DTO-programma is gedaan: "Het is een belangwekkende intellectuele exercitie om eens na te denken over wat we in 2040 eten, maar een gevoel van urgentie heb ik in het programma nog niet kunnen ontdekken." Met name de politiek wordt nu te vrijblijvend aangesproken vindt Van Ojik: "Het is ook niet zo eenvoudig om politici te overtuigen van lange termijn doelstellingen. Het is al heel wat als ze een beetje over de volgende verkiezingen heenkijken."

## **"HET IS HEEL GOED OM DE DTO-PROJECTEN UIT DE PAPIEREN ONDERZOEKSFASE TE HALEN EN OM HET IN CONCRETE PROJECTEN TE VERTALEN."**

DRS. B. VAN OJK IS VOORZITTER VAN VERENIGING MILIEUDEFENSIE

### **ECONOMISCHE STURING**

De politiek moet zich volgens Van Ojik minder terughoudend opstellen als het gaat om economische sturing: "Nu is er wel economische sturing, alleen worden de verkeerde dingen gestimuleerd. Neem bijvoorbeeld de glastuinbouw die het aardgas voor een dubbeltje per kubieke meter of daaromtrent mag hebben. Dat is dus een omgekeerde vorm van milieubeleid." De ontwikkeling en implementatie van schone technologieën kunnen versneld worden door de milieukosten in de prijs van producten te verdisconteren, zo redeneert Van Ojik. "Als je kijkt naar duurzaam landgebruik, dan vind ik dat een hartstikke goed project. Maar als straks duurzaam geteelde groenten of scharrelvlees duurder zijn dan de gangbare producten, omdat de milieukosten niet in de prijs van het gangbare product zijn meegenomen, dan zullen demonstratieprojecten altijd eilandjes in een woestenis blijven. Ik ben er erg vóór om te laten zien welke voordelen zo'n aanpak voor alle partijen kan hebben: recreatie, schoon drinkwater, gezond voedsel,... en om te laten zien dat die dingen allemaal samen kunnen gaan. Daar geloof ik wel in. Maar zolang de producten slechts voor een elite zijn, blijft het dwelen met de kraan open."

### **PIJNLOOS**

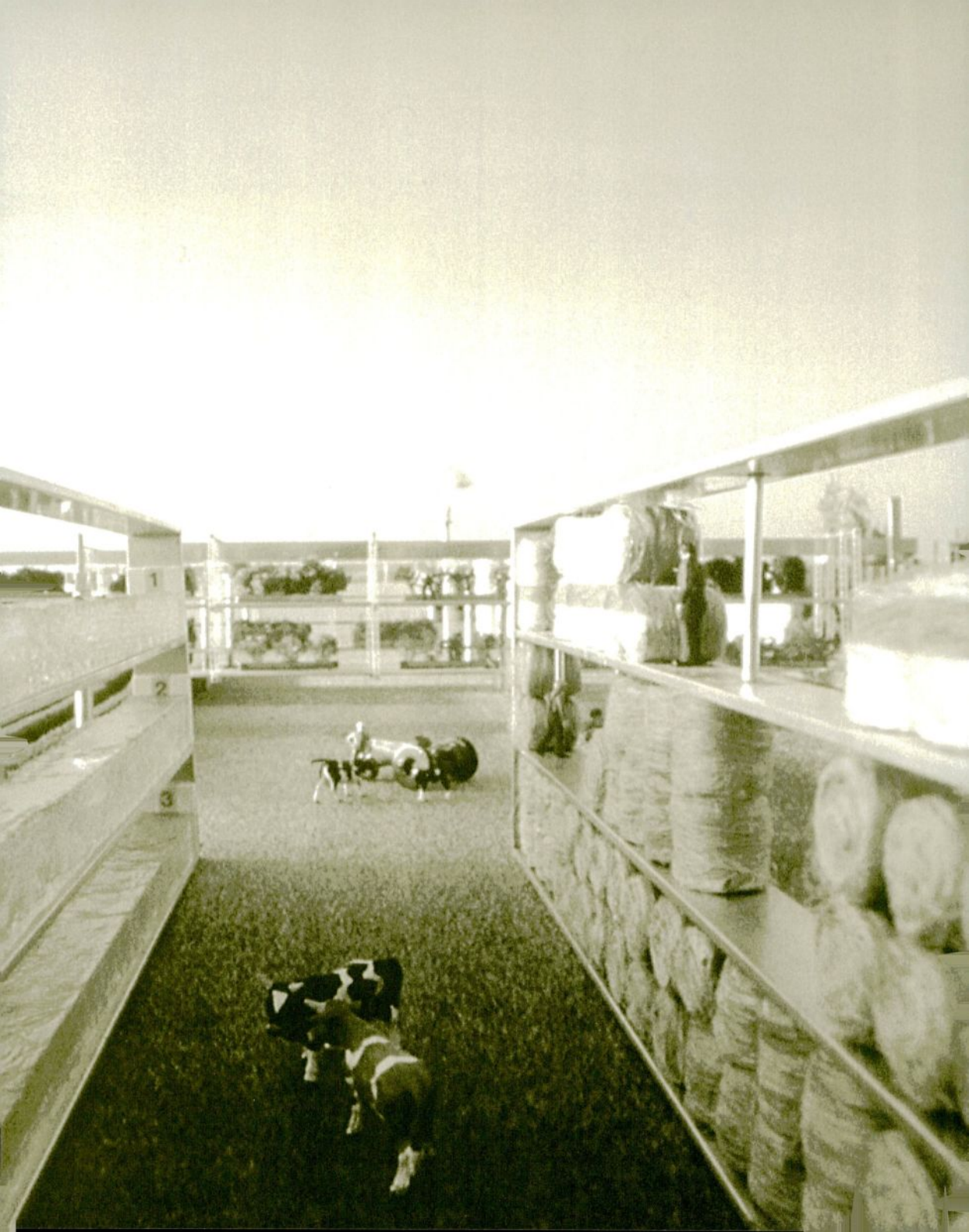
Een tweede kanttekening die Van Ojik plaatst, is dat een geïsoleerde technologische ontwikkeling de indruk kan wekken, dat alle actuele milieuproblemen oplosbaar zijn, zonder dat iemand daarvoor een veer hoeft te laten. "Dat is volgens mij een misverstand. Kijk bijvoorbeeld naar de ontwikkeling van novel protein foods. De indruk wordt gewekt:

'dat is mooi, het komt er allemaal aan en zo kunnen we op een pijnloze wijze van een aantal urgente problemen afkomen'. Volgens mij is er méér nodig; hele forse ingrepen in wát we produceren en consumeren en in de manier waarop we produceren en consumeren. Ook daarin heeft de overheid een cruciale verantwoordelijkheid."

### **VERVOLG**

De DTO-projecten moeten daarom een concreet vervolg krijgen aldus Van Ojik: "Ik vind het een goed idee om de dingen in proefprojecten zichtbaar te maken. Het is heel goed om de DTO-projecten uit de papieren onderzoeksfase

te halen en om het in concrete projecten te vertalen. Bovendien is het economisch interessant om met dat soort dingen voorloper te zijn. Het is ook ecologisch kansrijk. Als het werkt, brengt het mensen op ideeën." Milieudefensie kan een bijdrage aan die vervolgstap leveren: "We praten vrij vaak met bedrijven. Juist ook over dit soort dingen. Dus het past wel in onze manier van werken om ook met andere maatschappelijke spelers te kijken wat er concreet vormgegeven kan worden." Milieudefensie heeft daarbij onder andere een informerende rol naar het publiek: "We hebben de mogelijkheid om over de prestaties van bedrijven te communiceren met de samenleving en consumenten zijn gevoelig voor die informatie. Dat kan voor bedrijven erg belangrijk zijn. Als er bijvoorbeeld milieuvriendelijke alternatieven op de markt komen voor gangbare producten kunnen we daar een keurmerk aan geven. We hebben dat met hout gedaan en met aardappels. We hebben een overeenkomst met de scharrelvarkenshouders." Zou novel protein foods ook voor zo'n keurmerk in aanmerking komen? "Dat is theoretisch denkbaar, maar het is nog een beetje vroeg om dat te kunnen beoordelen. Wij zullen toch altijd blijven zeggen dat ook de gangbare landbouw duurzamer moet worden. Novel protein foods mag geen excuus zijn om andere milieumaatregelen na te laten en de maatschappelijke context waarin een product wordt ontwikkeld is net zo belangrijk als het product zelf."







# PROJECT DUURZAAM LANDGEBRUIK

EEN COMBINATIE VAN FUNCTIES OP ÉÉN STUK GROND  
BIEDT MOGELIJKHEDEN OM STOFKINGLOPEN VERDER TE

SLUITEN EN OM TE VOLDOEN AAN STRENGE FUNCTIONELE  
MILIEU- EISEN. ORGANISCHE RESTSTOFFEN, BIJVOORBEELD

AFKOMSTIG VAN AGRARISCHE-, NATUUR- OF

RECREATIEFUNCTIES, KUNNEN WORDEN BENUT ALS

DIERVOEDERS. DIEREN KUNNEN NAAST VLEES, OOK

ENERGIE EN HOOGWAARDIGE MESTSTOFFEN LEVEREN.

PLANTEN WORDEN GEBRUIKT VOOR HUMANE EN DIERLIJKE

VOEDING. ENZOVOORT, ENZOVOORT.

COMBINATIES VAN FUNCTIES bieden ook in economisch opzicht duurzame perspectieven. De grond wordt voor meerdere doeleinden gebruikt, waardoor in totaal de toegevoegde waarde en de werkgelegenheid stijgen. In het project Duurzaam Landgebruik zijn de mogelijkheden daarvan in beeld gebracht. Daarbij gaat het niet zozeer om technische innovaties, danwel om samenwerking tussen organisaties en de bereidheid van partijen om zich te verplaatsen in de posities van anderen.

## STAP 4. DEFINITIEFASE

DE DEFINITIEFASE VAN DIT PROJECT is uitgevoerd door onderzoekers van het INSTITUUT VOOR AGROBIOLOGISCH EN BODEMVRUCHTBAARHEIDSONDERZOEK (AB-DLO), DE C.T. DE WIT ONDERZOEKSCHOOLOOR PRODUCTIE-ECOLOGIE VAN DE LANDBOUWUNIVERSITEIT WAGENINGEN, DE SECTIE MILIEUBIOLOGIE VAN DE RIJKSUNIVERSITEIT LEIDEN EN ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES BV.

Zij hebben onderzocht hoe duurzaam landgebruik er in de praktijk uit kan zien en welke voordelen daarmee zijn te behalen. Ook hebben zij een beeld gegeven van de technologieën en systemen die ervoor nodig zijn.

## STAP 5. UITWERKING

**HOE DUURZAAM LANDGEBRUIK ER IN DE PRAKTIJK UITZIET** kan verschillen per situatie. Het concept is daarom concreet gemaakt door het op regionaal niveau uit te werken. Als demonstratiegebied is gekozen voor een gebied van bijna 13.000 hectare in de gemeente Winterswijk. Voor dat gebied is allereerst een inventarisatie gemaakt van de wensen die verschillende partijen in Winterswijk hebben ten aanzien van het gebruik van het landelijk gebied. Hoeveel natuur, water, energie en recreatieruimte moet er worden gecreëerd? Hoeveel grondgebonden inkomen en werkgelegenheid moet er blijven bestaan? Daarnaast zijn de fysieke mogelijkheden vastgesteld. Dat resulteerde in een kansenkaart van het studiegebied. Drie bedrijfssystemen, die goede mogelijkheden bieden om de kansen te benutten, zijn uitgewerkt en geanalyseerd: een natuurbedrijf, een landgoedbedrijf en een vleesbedrijf. Onderdelen van deze bedrijfssystemen zijn uitgewerkt tot negen demonstratieprojecten, ofwel bouwstenen voor duurzaam landgebruik. Verder is er gekeken welke technische en organisatorische innovaties nodig en mogelijk zijn en hoe het landelijk gebied er als geheel uit kan komen te zien.

**DIT DEEL VAN HET PROGRAMMA** is uitgevoerd in samenwerking met een team bestaande uit onderzoekers van de sectie Milieubiologie van de Rijksuniversiteit Leiden, acht instituten van de dienst Landbouwkundig Onderzoek, Arcadis Heidemij Advies BV en de stichting Waardevolle Cultuurlandschappen Winterswijk. Een stuurgroep bestaande uit een twintigtal regionale partijen en belangvertegenwoordigers heeft het werk begeleid.

## STAP 6 / 7. UITVOERING

**DE CONCLUSIE VAN HET PROJECT** luidt, dat duurzaam landgebruik kan leiden tot een aanzienlijke reductie van de milieubelasting op alle fronten en tot een versterking van de sociaal-economische structuur. Technologische knelpunten die duurzaam landgebruik nu nog in de weg staan, kunnen door het uitvoeren van demonstratie- en ontwikkelingsprojecten worden opgelost. Het project heeft de betrokkenen in het gebied rond Winterswijk van de voordelen en de mogelijkheden overtuigd. In juli 1997 hebben zij daarom afgesproken het project voort te zetten. Hieraan wordt een bijdrage geleverd door de regionale en de landelijke overheid en door tal van belangenorganisaties, bedrijven en instellingen op het gebied van landbouw, recreatie, natuur, cultuur, water en energie. De Landbouwuniversiteit Wageningen en de dienst Landbouwkundig Onderzoek zijn eveneens bij het programma betrokken.

## KANSEN EN MOGELIJKHEDEN

BIJNA ZESTIG PROCENT VAN NEDERLAND IS IN GEBRUIK VOOR AGRARISCHE FUNCTIES. HET BUITENGEBIED WORDT DAARMEE GEDOMINEERD DOOR DE LANDBOUW. ANDERE FUNCTIES LIJKEN ECHTER MEER EN MEER RUIMTE TE VRAGEN, ONDER MEER RECREATIE, NATUURONTWIKKELING, TRANSPORT, WONEN, WATERWINNING EN HET OPTIMAAL BENUTTEN VAN RESTSTOFFEN.

Voor al deze activiteiten moet het land vaak aan specifieke eisen voldoen, bijvoorbeeld ten aanzien van grondwaterstand, bodemkwaliteit en ruimtegebruik. Andersom hebben deze functies, door de manier waarop ze worden uitgeoefend, specifieke gevolgen voor de omgeving. Zo leidt landbouw tot vermessing en aantasting van ecosystemen, wordt verdroging versterkt door waterwinning en gaat recreatie gepaard met verstorend en een hoog fossiel energiegebruik.

**MULTIFUNCTIONEEL EN DUURZAAM LANDGEBRUIK** biedt nieuwe kansen. In de eerste plaats is het mogelijk om de milieubelasting te verminderen, in de tweede plaats kan de ruimte intensiever worden benut en in de derde plaats biedt het nieuwe economische perspectieven voor sectoren die van het landelijk gebied afhankelijk zijn. Zo kan de landbouwsector een centrale rol spelen in de verwerking van organische reststoffen en de levering van tal van producten. Drinkwaterbedrijven kunnen verdroging tegen gaan en zuiveringskosten uitsparen wanneer het oppervlaktewater minder schadelijke stoffen bevat. Voor natuurontwikkeling hoeven minder vaak specifieke terreinen te worden aangekocht. En voor recreatie biedt multifunctioneel ingericht land ruimte, rust en frisse lucht.

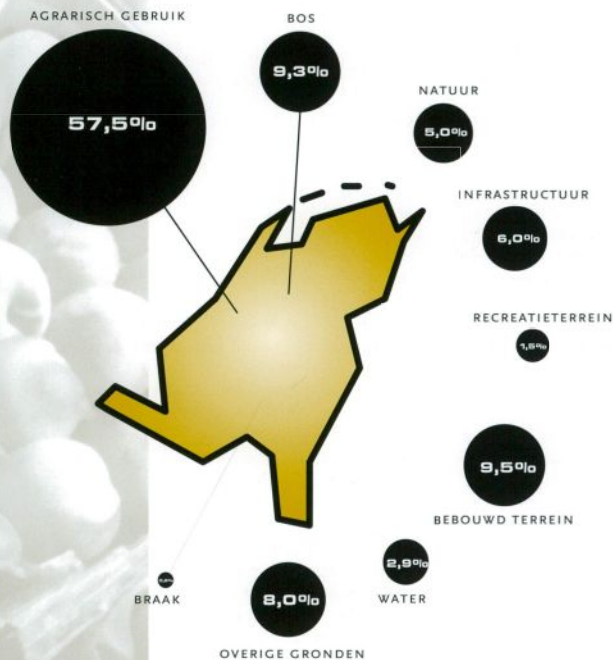
**BIJ DUURZAAM LANDGEBRUIK SPEELT DE AGRARISCHE SECTOR EEN CENTRALE ROL. NAAST DE GEWONE LANDBOUWPRODUCTEN LEVERT DE SECTOR OOK NIEUWE PRODUCTEN ZOALS WATER, DUURZAME ENERGIE EN RECREATIERUIMTE. ORGANISCHE RESTSTOFFEN, BIJVOORBEELD AFKOMSTIG VAN DE WATERZUIVERING, WORDEN DOOR AGRARISCHE BEDRIJVEN VERWERKT.**



BRON: REGIONAAL STATISTISCH ZAKBOEK, 1993

## RUIMTEGEBRUIK OMSTREKS 1992 IN PROCENT VAN HET GRONDOPPERVLAK IN NEDERLAND

TOTAAL = 42.000 km<sup>2</sup>



**EEN BELANGRIJK PRINCIPE** dat aan de basis van duurzaam landgebruik staat, is het sluiten van stofkringlopen voor nutriënten, water, energie en organische reststoffen. Door op een slimme manier en in een juiste verhouding verschillende functies in één gebied te combineren is dit mogelijk. De reststoffen van de ene functie vormen dan nuttige grondstoffen voor een andere functie. Als we dit principe uitwerken, komen we tot nieuwe bedrijfsvormen met meerdere bronnen van inkomsten. Wanneer er een markt is voor deze functies, verdient de boer niet alleen aan de landbouw, maar ook aan de levering van water, biomassa, recreatiemogelijkheden, energie en aan de verwerking van biologisch afval. De mogelijkheden om activiteiten te combineren moeten voor grootschalige toepassing verder worden ontwikkeld en gedemonstreerd. Voor sommige combinaties van functies ontbreekt het aan kennis en ervaring.

**ORGANISCHE RESTSTOFFEN** zoals agrarisch afval, bermgras, afval uit natuurterreinen en gft-afval van huishoudens en restaurants kunnen door multifunctionele bedrijven worden opgenomen en verwerkt. Daarbij is het belangrijk om voor iedere reststof de toepassing met de hoogste toegevoegde waarde te vinden. De hoogste toegevoegde waarde wordt bereikt met humaan gebruik. Vervolgens gebruik als veevoeder, kunstmest, compost en tot slot als energiebron.

Voor deze kringloopsluiting zijn enkele nieuwe technologieën noodzakelijk. Zo is het bijvoorbeeld voor de verwerking van slib van zuiveringsinstallaties nodig dat het minder zware metalen bevat. In het DTO-programma Water zijn daartoe voorstellen uitgewerkt (zie daarvoor de DTO-sleutel Water). Voor de productie van kunstmest is een nieuwe opwerkingsmethode nodig waarmee nutriënten in een meer zuivere vorm uit de organische reststoffen kunnen worden gewonnen. Het is bijvoorbeeld mogelijk om organisch materiaal via thermolyse te kraken.

**OOK VOOR DE OPWEKKING VAN ENERGIE** biedt duurzaam landgebruik nieuwe mogelijkheden. Bijvoorbeeld voor de winning van metabole energie, ofwel het benutten van stalwarmte. Ook zijn er goede mogelijkheden voor de winning van zonne-energie, bijvoorbeeld door dakvlakken van bedrijfsgebouwen te benutten voor de plaatsing van zonnepanelen. Op dit moment is met name de winning van windenergie voor veel agrarische bedrijven een aantrekkelijke tweede economische tak. Verder zijn er kansen voor de winning van energie uit organische reststoffen. Vanwege de vaak hoge investeringen die duurzame energie op dit moment nog vergt, ligt een krachtenbundeling met energiebedrijven en stallenbouwers voor de hand om meer kansen te benutten.

**NATUUR EN WATERWINBEDRIJVEN** zijn beide gebaat bij het tegengaan van verdroging en het vergroten van de watervoorraad. Ook daarvoor biedt duurzaam landgebruik nieuwe perspectieven door meer water vast te houden onder andere door het grondwaterpeil en de waterstanden in beken te verhogen. Daarnaast wordt de uitspoeling van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen naar grond- en oppervlaktewater beperkt door een ruimere gewasrotatie, gemengde bedrijfsvormen en door toepassing van biologische gewasbescherming in plaats van chemische middelen.

## WINTERSWIJK ALS CASE

### EEN ILLUSTRATIE VAN DUURZAAM LANDGEBRUIK

is uitgewerkt en doorgerekend voor een concreet gebied in Nederland: het buitengebied van de gemeente Winterswijk. Dit is een gebied van bijna 13.000 hectare, dat door het rijk en de provincie is benoemd tot 'Waardevol Cultuurlandschap'. Om de kwaliteit van het gebied verder te ontwikkelen en om meer zekerheid te bieden voor de grondgebonden werkgelegenheid, is er behoefte aan nieuwe vormen van landgebruik. De fysieke potenties van het gebied moeten beter worden benut. Een toekomstschets van duurzaam landgebruik in Winterswijk is geïllustreerd met behulp van drie voorbeeldbedrijven.

**HET ZOGENOEMDE NATUURBEDRIJF** combineert de functies natuurontwikkeling, waterwinning, biomassa-productie en recreatie. Het natuurbedrijf is te situeren in een beekdal met meerdere bodemtypen, bijvoorbeeld de oude overstromingsgebieden (beekerdgronden), de relatief jonge ontginningsgronden (veldpodzolgronden) en de hoger gelegen oude bouwlanden (enkeerdgronden). In een dergelijk beekdal kan een boslandschap van bron en beek worden ontwikkeld, met een breed scala van natuurtypen zoals beekbegeleidende bossen, heischrale vegetaties, plassen, moerassen en kamgrasweiden. Een natuurbedrijf met een oppervlakte van 3.000 hectare kan jaarlijks drie miljoen m<sup>3</sup> water voor de drinkwaterproductie leveren en 15.000 ton biomassa voor de productie van veevoer, timmerhout en energie. Wanneer de helft van de biomassa wordt omgezet in energie, voorziet het natuurbedrijf geheel in de eigen energiebehoefte, ook voor het oppompen en distribueren van drinkwater. Een vierde functie van het natuurbedrijf is recreatie.

**HET LANDGOEDBEDRIJF** richt zich op de ontwikkeling en het beheer van een kleinschalig landschap met cultuurhistorisch waardevolle landbouwsystemen en waardevolle natuur. Recreatie vervult een centrale rol in het systeem, ook economisch, hoewel het landbouwgedeelte als zelfstandige economische eenheid kan functioneren. Daarnaast draagt het landgoedbedrijf bij aan energievoorziening, waterbesparing en waterberging. Het landgoedbedrijf bestaat uit een aantal, met elkaar samenwerkende sub-bedrijven: akkerbouw, fruitteelt, tuinbouw, bosbouw, een veehouderijbedrijf, een bedrijf dat zich hoofdzakelijk bezighoudt met informatie, educatie en recreatie, een waterseenheid, een energie/afvalleenheid en een horecabedrijf. Al deze onderdelen maken gebruik van elkaars producten en reststoffen zodat de stofkringlopen op het landgoedbedrijf zoveel mogelijk gesloten zijn.

### HET VLEESBEDRIJF IS HET DERDE VOORBEELD

dat is uitgewerkt. Om de gedachten te bepalen is een bedrijf met een capaciteit van 10.000 varkens geschetst. Hiermee kunnen, uitgaande van het huidige consumptiepatroon, ongeveer 150.000 mensen van varkensvlees worden voorzien. Dit vleesbedrijf is zó ontworpen, dat de mineralenkringloop op regionaal niveau zoveel mogelijk gesloten is. Varkensvoer is voor eenderde deel afkomstig van organische reststoffen en gft-afval uit de regio. Veertig procent komt uit reststoffen van de verwerkende agrarische industrie en de rest komt van het eigen bedrijf of van andere bedrijven in de regio, waaronder het natuurbedrijf. Overtollige mest wordt verwerkt tot minerale kunstmest en geëxporteerd naar streken waaruit grondstoffen voor het varkensvoer zijn geïmporteerd. In het vleesbedrijf wordt 75 procent van de beschikbare ventilatiewarmte van de stallen nuttig hergebruikt. Daarnaast wekt het vleesbedrijf energie op met zonnecellen en door vergisting van mest en afval. De energieproductie is ongeveer tien maal groter dan de eigen behoefte aan energie.

### HOE KUNNEN DE VOORBEELDBEDRIJVEN WORDEN GEREALISEERD?

De technische elementen die een sleutelfunctie vervullen bij het verwezenlijken van de doelstellingen van duurzaam landgebruik zijn in de vorm van negen demonstratieprojecten uitgewerkt. Het gaat om vier grondgebonden projecten, vier opwerkingsinstallaties en een informatiesysteem. Met deze projecten worden de bouwstenen aangedragen waarmee duurzaam landgebruik in verschillende bedrijfsvormen kan worden gerealiseerd. De demonstratieprojecten kunnen voor een deel bij bestaande bedrijven worden uitgevoerd. Dat kunnen agrarische bedrijven zijn, maar ook een natuurbeschermingsorganisatie of een waterschap.



## **NEGEN PROJECTEN DEMONSTREREN DE HAALBAARHEID VAN DUURZAAM LANDGEBRUIK IN WINTERSWIJK**

### **MULTIFUNCTIONEEL BOUWLAND**

*Land dat voedsel produceert voor mens en dier, grondstoffen levert voor de industrie, aantrekkelijk is voor recreanten en grondwater levert voor de drinkwatervoorziening.*

### **MULTIFUNCTIONEEL GRASLAND**

*Land dat niet alleen voedsel produceert voor koeien, paarden en schapen, maar ook rijk is aan bloemen en natuurlijke elementen. De restproducten die het grasland levert, kunnen worden geoogst en het land houdt veel water van goede kwaliteit vast.*

### **MULTIFUNCTIONELE BEPLANTING**

*Land dat bestemd is voor extensieve beweiding en voor de verzameling van allerlei natuurproducten. Het heeft een parkachtige beplanting met bessenstruiken fruitbomen en notenbomen en een ondergroei van bloemen, kruiden en paddestoelen. Producten die worden voorgebracht zijn hout, vruchten, ruwvoer, melk, vlees, landschappelijke waarden, natuur en recreatieve waarden.*

### **MULTIFUNCTIONELE NATUUR EN WATERCONSERVERING**

*Land met veel algemene en bijzondere natuurwaarden en dat producten levert als water, energie, voedsel, hout en nuttige plantenresten.*

### **LUCHTZUIVERING EN ENERGIEWINNING VAN STALLEN**

*Een stal met installaties voor het zuiveren van stallucht en voor het winnen van metabolische warmte van dieren.*

### **VEEVOER UIT ORGANISCHE RESTSTOFFEN**

*Een installatie voor het opwerken van organische reststoffen in het gebied (bijvoorbeeld bermgras, gft en reststoffen uit natuurgebieden) tot hoogwaardig veevoer.*

### **MESTSTOFFEN UIT ORGANISCHE RESTSTOFFEN**

*Een installatie om organische reststoffen die niet geschikt zijn voor productie van veevoer, op te werken tot voedingsstoffen voor planten.*

### **MULTIFUNCTIONELE AFVALWATERZUIVERING**

*Zuivering van afvalwater met anaërobe voorzuivering en helofytenfilters. In dit systeem is de teelt van bomen en kweek van vis mogelijk, waardoor alle afvalstoffen worden omgezet in bruikbare stoffen.*

### **INTERACTIEF INFORMATIESYSTEEM**

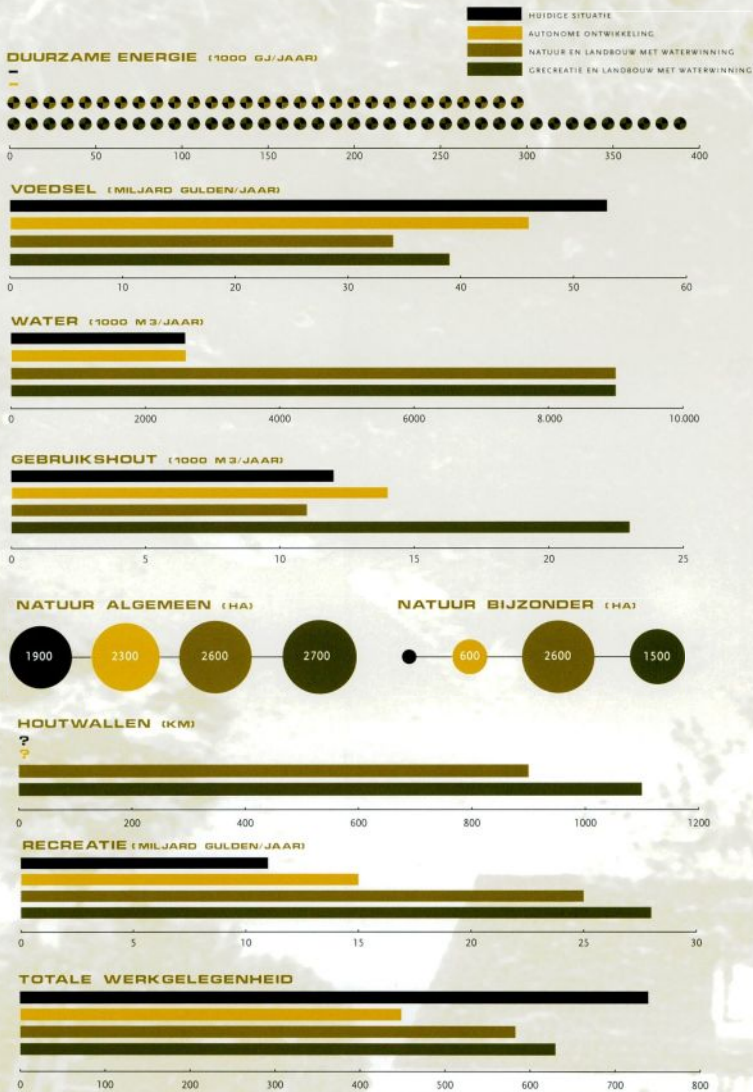
*Verzamelen van informatie over het project en over de wensen van de betrokkenen en uitdragen van de bereikte resultaten.*

## **DOOR UITVOERING VAN DE DEMONSTRATIEPROJECTEN**

wordt nieuwe kennis ontwikkeld die voor duurzaam landgebruik nodig is. Zo is het voor multifunctioneel bouw- en grasland nodig om meer te weten over de gevolgen van vernatting voor de akkerbouw. Ook is er meer kennis nodig over het functioneren van de combinatie van agrarische productie- en recreatiewaarden, met daarnaast landschap- en natuurwaarden. Sommige van deze onderwerpen staan niet ver van de huidige praktijk af en kunnen daardoor binnen bestaande bedrijven verder worden ontwikkeld en gedemonstreerd. Een voorbeeld is de benutting van stalwarmte of combinaties van landbouw en recreatie. Voor andere onderwerpen zijn specifieke projecten nodig om de ontbrekende kennis te ontwikkelen. Een belangrijk onderwerp is bijvoorbeeld de opwerking van organische reststoffen met een hoog ligninegehalte tot hoogwater veevoer.



## TWEE PERSPECTIEVEN VOOR WINTERSWIJK





## DE PERSPECTIEVEN VOOR WINTERSWIJK

### DE MOGELIJKHEDEN VAN DUURZAAM

**LANDGEBRUIK** bieden nieuwe perspectieven voor de toekomst van het landelijk gebied rond Winterswijk. Op basis van de bouwstenen zijn bij wijze van illustratie twee perspectieven uitgewerkt en voor het jaar 2020 doorgerekend op hun effecten voor de milieubelasting, de opbrengsten van de verschillende functies en het totale inkomen in het gebied en de werkgelegenheid. Het eerste perspectief is natuur en landbouw gecombineerd met waterwinning. Hierin blijft het huidige grondgebruik zoveel mogelijk gehandhaafd, maar is het wel multifunctioneel gemaakt. Het tweede perspectief is recreatie en landbouw, eveneens gecombineerd met waterwinning. Hierin is het grondgebruik meer afgestemd op versterking van het landschappelijk karakter van het gebied. In beide perspectieven wordt oppervlaktewater gewonnen voor de productie van drinkwater en worden organische reststoffen opgewerkt tot veevoer of hoogwaardige meststoffen. Beide perspectieven zijn vergeleken met de effecten van een autonome ontwikkeling, waarbij dus geen trendbreuken in landgebruik plaatsvinden.

### DE WERKGELEGENHEID IN HET GEBIED

is weliswaar lager dan in de huidige situatie, zo blijkt uit de analyse, maar zal in 2020 dertig tot veertig procent hoger zijn dan bij een autonome ontwikkeling. De teruglopende werkgelegenheid in de traditionele landbouw wordt voor een deel opgevangen door nieuwe economische activiteiten, waaronder recreatie.

**DE MILIEUBELASTING** in het gebied kan dankzij efficiëntere bedrijfsvoering, in sommige gevallen een extensivering van het agrarisch landgebruik en vooral dankzij kringloopsluiting vergaand worden gereduceerd. De uitstoot van schadelijke emissies is teruggebracht tot een niveau waarvan geen schadelijke effecten meer worden verwacht. Ook verdroging behoort tot het verleden doordat water beter wordt vastgehouden. Sterker nog: het landelijk gebied levert jaarlijks ruim zes miljoen m<sup>3</sup> schoon water meer, dat geschikt is om drinkwater te produceren. Het gebruik van fossiele brandstoffen in het gebied wordt dankzij de benutting van stalwarmte, biomassa en zonne-energie zeer sterk gereduceerd. De beoogde reductie van milieubelasting met een factor tien is dus voor een aantal belangrijke milieu-effecten binnen handbereik.



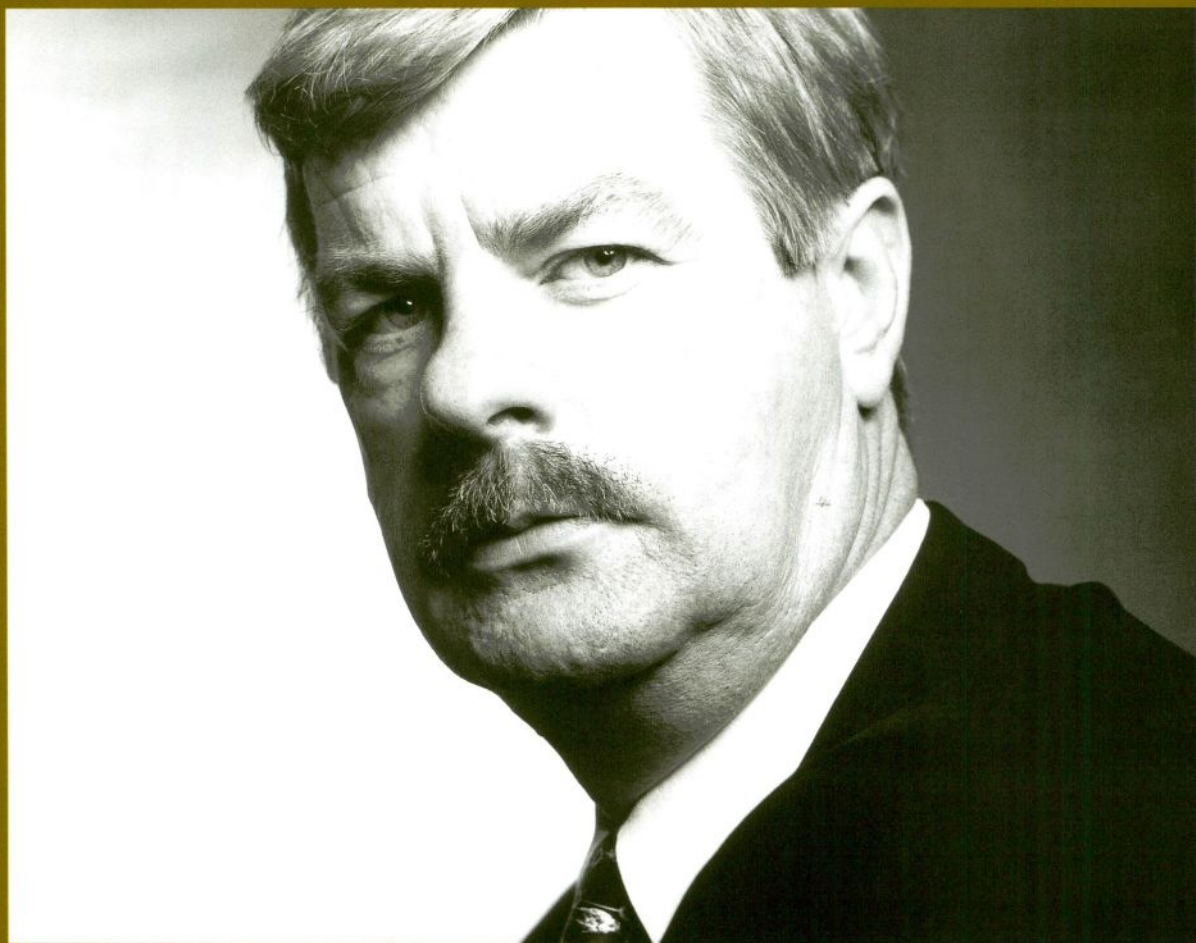
**DE PRODUCTIE** van het landelijk gebied is in de twee perspectieven zeer divers. Er wordt meer natuur, energie, water, hout en recreatieruimte geleverd dan in de autonome ontwikkeling. Daarentegen neemt de rundveehouderij door de strenge milieunormen in omvang af. Dit kan worden opgevangen door de koeien op stal te zetten. De totale netto toegevoegde waarde in het gebied is hoger dan bij de autonome ontwikkeling.

## HET VERVOLG

**DE ANALYSE TOONT AAN**, dat het concept duurzaam meervoudig landgebruik mogelijk is, een oplossing voor bestaande milieuproblemen inhoudt en nieuwe perspectieven biedt voor gebruikers van het landelijk gebied. Bovendien is voor de uitvoering van de demonstratieprojecten een breed maatschappelijk draagvlak ontstaan. De realisatie van duurzaam landgebruik wordt in Winterswijk voorbereid door een samenwerkingsverband van circa twintig betrokken instellingen, bedrijven en belangenorganisaties. Hieruit zijn negen groepen samengesteld die hebben afgesproken de demonstratie- en ontwikkelingsprojecten op te zetten. Van ieder project wordt vastgesteld wie er wat en wanneer zal realiseren.

De tweede fase bestaat uit het daadwerkelijk realiseren van de projecten. Hieraan wordt een programma voor onderzoek en monitoring gekoppeld om de resultaten nauwkeurig te volgen en mogelijke knelpunten door nader onderzoek te verkleinen. Voor dit deel van het project is een periode van vijf jaar uitgetrokken. De uitvoering van het project levert bouwstenen voor duurzaam landgebruik die niet alleen in Winterswijk van pas komen, maar ook in andere delen van Nederland en daarbuiten.

CONNECTIES IN PLAATS VAN





# CONFRONTATIES

"DE PARTIJEN IN HET LANDELIJK GEBIED ZIJN MEER NAAR ELKAAR TOE GAAN GROEIEN" ZEGT HANS BOXEM OVER HET PROJECT DUURZAAM LANDGEBRUIK IN WINTERSWIJK. "MET ELKAAR ZIEN ZE MEER KANSEN OM EIGEN DOELEN TE REALISEREN DAN WANNEER IEDEREEN LOS VAN ELKAAR BLIJFT WERKEN. HET IS DUS ZOEKEN NAAR CONNECTIES IN PLAATS VAN NAAR CONFRONTATIES." TOT NU TOE HEEFT DE NOODZAAK TOT SAMENWERKING ZICH NIET ZO STERK AANGEDIEND, "MAAR NU ZIJN EEN HELEBOEL ONTWIKKELINGEN DIE AL SPEELDEN, BIJ ELKAAR GELEGD".

Na de afronding van het DTO-programma is de verantwoordelijkheid voor de continuering van het project Duurzaam Landgebruik eind 97 formeel overgedragen aan een regionale stuurgroep onder leiding van de provincie Gelderland. Boxem is voorzitter van de stuurgroep: "Wij zien hierin duidelijk kansen voor plattelandsvernieuwing die veel verder gaan dan wat er op dit moment speelt." Tot nu toe blijft plattelandsvernieuwing vaak beperkt tot incidentele activiteiten. Die leveren weliswaar een bijdrage aan inkomensvorming en versterking van het platteland, maar doorbreken niet het overwegend mono-functionele grondgebruik. Boxem: "De meerwaarde van het project

**"DE MEERWAARDE VAN HET PROJECT DUURZAAM LANDGEBRUIK IS DAT JE NU VEEL GEDETAILLEERDER KIJKT NAAR DE MOGELIJKHEDEN DIE HET LAND BIJDT, ZEG MAAR PER HECTARE."**

IR. J.C. BOXEM IS GEDEPUTEERDE LANDBOUW EN NATUURBEHEER PROVINCIE GELDERLAND

Duurzaam Landgebruik is dat je nu veel gedetailleerder kijkt naar de mogelijkheden die een hectare grond biedt. Voor die aanpak zijn nu allerlei partners enthousiast geworden." Volgens Boxem past het project bovendien heel goed bij de manier waarop de provincie zich steeds meer wil profileren: "Als regisseur, dicht bij de mensen en in samenwerking met de partijen. Dus we gaan ervoor, we gooien er een jaar tegenaan om intensief te investeren met menskracht en faciliterende activiteiten om die regionaal tussen de partijen vorm te geven."

## VERDIENCAPACITEIT

"Er zijn in het landelijk gebied zeker dingen veranderd" oordeelt Boxem "Tot voor kort stond de landbouwkundige productie centraal, maar de laatste jaren wordt de verdiencapaciteit van het landelijk gebied steeds beter benut. Het landelijk gebied krijgt steeds meer functies onder zijn hoede." Als voorbeeld noemt Boxem de activiteiten van energiebedrijf NUON: "NUON heeft als doel om in de komende jaren een hoeveelheid duurzame energie weg te zetten en wil daarvoor heel graag participeren in dit project. Daarmee kan NUON binnen bestaande landbouwbedrijven investeren in duurzame energie. Dit project biedt een uitgelezen kans om dat ook in samenhang met andere zaken vorm te geven." Vanuit een heel andere invalshoek heeft ook Vereniging Natuurmonumenten belang bij het project Duurzaam Landgebruik. Boxem: "Zij willen zodanig met hun grond omgaan dat het voldoet aan de maatschappelijke wensen van natuur en rust, maar ook ruimte biedt voor economisering van het platteland."

## PRACTISCH

Het totale project wordt in negen deelprojecten uitgevoerd: vier grondgebonden projecten, vier opwerkingsinstallaties en één informatieproject. Boxem: "Het mooiste zou zijn als je de deelprojecten op bestaande bedrijven een plek kunt geven en dat proberen we dan ook zoveel mogelijk, in ieder geval met die grondgebonden projecten. Zo'n meer technologisch gericht project kun je sneller op een proeflocatie implementeren." Het praktische gehalte van het project is volgens Boxem ook één van de

belangrijkste redenen waarom de Land- en Tuinbouw Organisatie (LTO) er warm voor loopt. "Het maakt het project tastbaar en herkenbaar en het biedt nieuwe kansen voor de agrarische ondernemers om een positieve toekomstvisie op te bouwen. En als zo'n partij als LTO zich hiermee wil profileren, dan zien ze daar echt wel iets in."

## BOTTOM-UP

Na een periode van studie en voorbereiding breekt nu een periode van uitvoering aan. Boxem: "In het begin had het project een redelijk technologisch-wetenschappelijke karakter. Er is door DTO een enorme berg werk verzet om een aantal perspectieven te schetsen. Nu wordt het een bottom-up verhaal met draagvlak in het gebied en connecties tussen de partijen. Het project krijgt veel meer een bestuurlijk karakter. Dat is echt een hele omslag." Boxem heeft er vertrouwen in dat het project goed op gang komt: "Misschien op een paar punten wat hordend en stotend in het begin, maar de hoofdlijn is helder. Juist door de keuze van de negen deelprojecten is het verhaal concreet en realiseerbaar gemaakt. En na een jaar kijken we verder. Als het project generaal gezien goed gaat en er is voldoende draagvlak vanuit de maatschappij en support vanuit de ministeries, dan kunnen we een stap verder zetten in de richting van de geïntegreerde bedrijfsvormen zoals die in het DTO-project zijn geschetst."









# PROJECT HIGH-TECH AGROPRODUCTIE

DE HUIDIGE GLASTUINBOUW HEEFT EEN HOGE OPBRENGST VAN

KWALITATIEF GOEDE GROENTEN. DAAR STAAN ECHTER VEEL

NADELEN TEGENOVER: EEN HOOG VERBRUIK VAN FOSSIELE

BRANDSTOFFEN, WATER, KUNSTMEST EN GEWASBESCHERMINGS-

MIDDELEN EN EEN STERK GECENTRALISEERDE PRODUCTIE MET DE

NODIGE OPSLAG, TRANSPORTBEWEGINGEN EN VERLIEZEN. AAN

EEN DUURZAME VOEDSELPRODUCTIE KAN DE GLASTUINBOUW

EEN BELANGRIJKE BIJDRAGE LEVEREN, MITS WE DE VOORDELEN

WETEN TE BEHOUDEN EN DE HUIDIGE NADELEN KUNNEN VERMIJDEN.

EN DAT KAN ALS WE STOFKRINGLOPEN SLUITEN, DE ZON ALS

EINDELOZE ENERGIEBRON GEBRUIKEN EN DE PRODUCTIE

DAGELIJKS AFSTEMMEN OP DE VRAAG VAN EEN LOKALE MARKT.

HIGH-TECH AGROPRODUCTIE IS DAAROP GERICHT.

## STAP 4. DEFINITIEFASE

HET CONCEPT VAN HIGH-TECH AGRO-PRODUCTIE is in opdracht van het programmabureau DTO uitgewerkt door een samenwerkingsverband van vier kennisinstellingen:

- ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES BV
- HET DLO-INSTITUUT VOOR AGROTECHNOLOGISCH ONDERZOEK (ATO-DLO)
- HET DLO-INSTITUUT VOOR MILIEU- EN ARGOTECHNIEK (IMAG-DLO)
- HET PROEFSTATION VOOR BLOEMISTERIJ EN GLASGROENTE (PBG)

Zij hebben onder andere gesprekken gevoerd met vertegenwoordigers van bedrijven, consumentenorganisaties en overheden om de kansen en mogelijkheden van high-tech agroproductie te verkennen. De studie toont aan, dat een duurzame groenteteelt in een beschermde omgeving mogelijk is. De milieubelasting kan met een factor twintig ten opzichte van de huidige kasteelt worden teruggedrongen. Bovendien lijkt het systeem op termijn in economisch opzicht haalbaar.

## EEN SYSTEEMBESCHRIJVING

**EEN CONCRET IDEE** is een tuinbouweenheid onder of boven een woon- of winkelcomplex. Deze voorziet in de vraag naar groente voor zo'n tienduizend mensen. De groente wordt in de woonwijk via groentewinkels of een supermarkt verkocht. Organische reststoffen worden vanuit de wijk teruggeleverd aan de tuinbouweenheid. De unit zelf is een gesloten systeem, waar alle teeltomstandigheden volledig onder controle worden gehouden: licht, warmte, water, kooldioxide en mineralen.

### STAP 5. UITWERKING

**OM HIGH-TECH AGROPRODUCTIE TE REALISEREN**, moeten heel wat technologische vraagstukken worden opgelost. Onder andere op het gebied van plantenfysiologie, lichtconversie, energieopslag en processturing. In samenspraak met marktpartijen, onderzoeksinstituten en maatschappelijke organisaties is een aantal perspectieven opgesteld voor ontwikkeling van de benodigde kennis. Hieraan is een bijdrage geleverd door Arcadis Heidemij Advies BV, ATO-DLO, NRLO, PBG, Philips Nederland, IF-Technologie, Cebeco Handelsraad en Nijssen Koelen. Met internationale topinstituten zijn contacten gelegd en er is belangstelling gewekt voor het opzetten van een pilot-project.

### STAP 6/7. UITVOERING

**DE KANSEN EN MOGELIJKHEDEN** van high-tech agroproductie hebben veel bedrijven en kennisinstellingen enthousiast gemaakt. Verschillende partijen hebben dan ook het initiatief genomen om (delen van) het concept in praktijk te brengen. Eén van de initiatieven is een pilot-project high-tech agroproductie dat door Cebeco handelsraad wordt getrokken. Andere projecten die in het verlengde van het DTO-programma zijn opgezet, zijn een initiatief duurzame kasteelt, het project 'Zonnekas' en het project 'Duurzaam gewasproductiesysteem'. Beide worden door DLO getrokken.



**DE BELANGRIJKSTE LEVERANCIER VAN LICHT EN WARMTE** is de zon. In de Nederlandse glastuinbouw is de totale hoeveelheid ingestraalde zonne-energie over een jaar gemeten, voldoende voor het fotosyntheseproces en voor verwarming en koeling. Het probleem is echter dat er in bepaalde periodes een overschot is, terwijl er in andere periodes een tekort aan energie is. Conversie van zonne-energie is dan ook één van kernpunten van duurzame agroproductie. In principe is het hierdoor mogelijk het gebruik van fossiele brandstoffen tot nul te reduceren en om de lichtdosering beter te regelen.

**HET FOTOSYNTHESEPROCES** is de eerste 'afnemer' van de ingestraalde zonne-energie. Hiervoor wordt echter maar een klein deel van het licht benut. Van het elektromagnetisch spectrum zijn vooral golflengtes tussen 400 en 700 nanometer voor de fotosynthese van belang. Dit is de zogenoemde photosynthetische active radiation, kortweg PAR en maakt ongeveer 45 procent van het zonlicht uit. Van de PAR wordt uiteindelijk slechts twee tot vier procent door de plant benut. Dat is dus slechts één tot twee procent van de totale hoeveelheid invallende zonnestraling.

Het fotosyntheseproces kan worden gestimuleerd door de hoeveelheid PAR op te voeren. Daarvoor is conversie nodig, waarbij de niet-PAR omgezet wordt in PAR. Een mogelijkheid daartoe vormen zonnecellen die PAR doorlaten en niet-PAR omzetten in elektriciteit. Deze elektriciteit kan, al dan niet na een tijdelijke opslag, worden omgezet in PAR. Theoretisch kan dit een verdubbeling van de effectieve straling betekenen en daarmee ook een verdubbeling van de opbrengst.

**DE OVERIGE STRALING**, het grootste deel, wordt omgezet in voelbare of latente warmte, gereflecteerd of doorgelaten. In een gesloten systeem wordt doorgelaten straling uiteindelijk ook in warmte omgezet. In de huidige situatie is er's zomers meestal een overschot, terwijl er in de winter een tekort is. Conversie en efficiënte opslag van overtollige zomerwarmte voor gebruik in de winter kan dit probleem verhelpen.

**DE BENODIGDE HOEVEELHEID WATER** is afhankelijk van de gewasproductie en van de transpiratie van de plant. De huidige kasteelt vergt voor één kilogram groente gemiddeld 25 kilogram water. Het teveel aan water verdampt. In een gesloten systeem is een volledige recirculatie van verdampt water mogelijk en hoeft alleen het water dat het systeem met het eindproduct verlaat, aangevuld te worden. Daarvoor kan regenwater worden gebruikt.



**DE HOEVEELHEID KOOLDIOXIDE** die in de huidige glastuinbouw wordt gebruikt, is circa 2.500 gram per kilogram vers product. Hiervan neemt het gewas slechts 250 tot 350 gram daadwerkelijk op; de rest is nodig om verliezen naar de omgeving te compenseren. In een gesloten productiesysteem hoeft, net als bij het gebruik van water, alleen de hoeveelheid kooldioxide te worden aangevuld, die met het eindproduct het systeem verlaat.

Kooldioxide wordt momenteel vooral verkregen uit de verbranding van aardgas. In een duurzaam systeem is het mogelijk kooldioxide te betrekken uit de atmosfeer. Het kan ook vrijkomen uit compostering van organische reststoffen of uit ventilatielucht van een stal.

**DE OPNAME VAN MINERALEN** varieert in de huidige glastuinbouw sterk, als gevolg van wisselende teeltomstandigheden. In een gesloten systeem kunnen de omstandigheden beter worden gecontroleerd en kan de mineralenopname nauwkeuriger worden gedoseerd. Reststoffen van de productie (stengels en dergelijke) en gft-afval dat door de lokale afzetmarkt wordt teruggeleverd, kan dienen als basis voor de toediening van mineralen. Dat vereist ook een beter inzicht in de mineralengehaltes die nodig zijn voor een kwalitatief en kwantitatief goede productie.

**DE TELER MOET BESCHIKKEN OVER ALLE RELEVANTE INFORMATIE** om het productieproces optimaal te laten verlopen. Hij moet de toevoer van licht, warmte, water, kooldioxide en mineralen adequaat kunnen regelen. Om de juiste informatie te kunnen verkrijgen, zijn nieuwe informatiesystemen nodig en nieuwe sensoren in substraat, water en lucht. De ontwikkeling van deze systemen is in het DTO-project Sensortechnologie beschreven (zie elders in deze publicatie).

**DE PRODUCTEN VAN DE TUINBOUWUNIT** moeten passen bij het leef- en eetpatroon van de afnemers. Voor de planning van het productieproces op lange termijn (seizoen) is kennis nodig over de wensen van de consument. Deze wensen zijn grillig en aan trends onderhevig. Dankzij het kleine en overzichtelijke afzetgebied is het mogelijk de benodigde gegevens in de buurt te verzamelen.

Voor de planning op korte termijn (dagen en week) is het mogelijk tot een fijnregeling van de productie te komen. Groentehandelaren en supermarkten kunnen contracten sluiten met de unit in de buurt en informatie over de hoeveelheden verkochte groente doorspelen, bijvoorbeeld met behulp van een registratiesysteem aan de kassa. De teler, die alle teeltomstandigheden naar believen kan instellen, kan bijvoorbeeld door de temperatuur te verhogen of te verlagen de productie opvoeren danwel vertragen.

### KANSEN EN KNELPUNTEN

**DE MOGELIJKE MILIEUWINST** van het systeem is groot. Van de huidige milieubelasting door de teelt onder glas blijft hoogstens vijf procent over. De grootste milieuwinst wordt behaald doordat in de tuinbouwflat geen fossiele brandstoffen meer worden gebruikt. Het systeem draait volledig op energie van de zon. Ook het gebruik van fossiele brandstoffen voor transport en opslag (koeling) van de producten is sterk gereduceerd dankzij de vraaggestuurde productie voor de lokale markt. Maar ook op andere punten wordt een belangrijke milieuwinst geboekt. Zo is er acht maal minder kooldioxide nodig om de teelt op gang te houden en verdwijnt er geen kooldioxide meer naar de buitenlucht. Ook zijn er minder minerale grondstoffen nodig en verdwijnen er geen mineralen meer als gevolg van uitspoeling. De meeste mineralen zijn bovendien afkomstig van organische reststoffen waardoor op regionaal niveau de stofkringloop grotendeels gesloten blijft. Verder zijn dankzij de steriliteit van het productieproces chemische bestrijdingsmiddelen niet nodig.

**DE MAATSCHAPPELIJKE ACCEPTATIE** van high-tech agroproductie is een belangrijk punt van aandacht. In beginsel is het met dit systeem mogelijk om op een duurzame manier te voorzien in de vraag van de consument naar variatie en naar kwalitatief hoogwaardige producten. In het algemeen wordt het inzetten van techniek bij voedselproductie echter juist niet als duurzaam ervaren. Het is van belang om door acceptatie-onderzoek de risico's van de ontwikkeling vroegtijdig in te schatten.

BRON: ANTONIS HUIJGEN/ ADVIES O.P.A. MULTI-TASK AGROPRODUCTIE, RESULTATEN GEFINANCIEERD BIJLT, 1996

### BENODIGDE GRONDSTOFFEN VOOR 1 KILOGRAM VERKOOPBAAR PRODUCT



**DE ECONOMISCHE MOGELIJKHEDEN** van high-tech agroproductie zijn nog niet duidelijk. Dat komt doordat er bijvoorbeeld nog niets bekend is over de kostprijs en de doelmatigheid van de te ontwikkelen technologie, met name de lichtvoorziening. Mogelijke economische voordelen zijn te behalen doordat er weinig energie en grondstoffen worden gebruikt. Ook voldoet high-tech agroproductie ruimschoots aan steeds strenger wordende milieu-eisen. Eventuele heffingen en noodzakelijke (extra) milieu-investeringen waar de traditionele glastuinbouw wellicht mee te maken krijgt, zullen de concurrentiepositie van high-tech agroproductie versterken.

**OM HIGH-TECH AGROPRODUCTIE TE ONTWIKKELEN**, moeten nog heel wat technologische vraagstukken worden opgelost. Daarbij gaat het met name om de volgende vier thema's:

• **PLANTENFYSIOLOGIE**

Sommige planten kunnen meer energie uit zonlicht opnemen dan andere. Onderzoek moet uitwijzen waar de opnamecapaciteit precies van afhangt en hoe we die kunnen verhogen.

• **LICHTCONVERSIE**

Er zijn lampen nodig, die op een efficiënte manier licht produceren met een samenstelling die voor plantengroei optimaal is. Dit vereist fundamenteel fysisch onderzoek naar de relatie tussen lichtsamenstelling en het groeiproces.

• **ENERGIECONVERSIE**

Zonlicht dat niet gebruikt wordt door de fotosynthese moet worden omgezet in andere energievormen en eventueel worden opgeslagen. Hiervoor zijn conversiemethoden nodig met rendementen die we met de huidige stand van de techniek niet kunnen bereiken.

• **PROCESSTURING**

Aan het eind van het productieproces moet de juiste hoeveelheid groente op het juiste moment en in de juiste toestand arriveren. Dat betekent, dat er een planningssysteem nodig is waarin de besturing van het productieproces op strategisch, tactisch en operationeel niveau volledig is geïntegreerd.



## HET VERVOLG

**OM DE TECHNOLOGISCHE KNELPUNTEN OP TE LOSSEN** zijn flinke onderzoeksinspanningen nodig. Nederlandse onderzoeksinstituten en bedrijven kunnen daaraan een bijdrage leveren, maar ook elders in de wereld vindt op dit gebied belangrijk onderzoek plaats. Zo zoeken verschillende onderzoeksinstituten van de Japanse overheid naar teeltsystemen die niet aan grond zijn gebonden. Dat onderzoek is ingegeven door de beperkte ruimte en de hoge bevolkingsconcentraties in Japan. Aan de PURDUE UNIVERSITY in West Lafayette (Indiana) is onderzoek in opdracht van NASA verricht, dat is ingegeven door de behoefte aan mogelijkheden om ook in de ruimte verse groenten te kunnen telen. Bij Siemens vindt onderzoek plaats naar foliemateriaal dat licht in golflengten van 400 tot 700 nanometer (PAR) doorlaat en licht buiten deze golflengtes omzet in elektriciteit.

Het technologische onderzoek van deze instituten past goed in het bredere kader van high-tech agroproductie. Sterker nog: uit gesprekken met onderzoekers blijkt dat high-tech agroproductie een welkome focus voor dit onderzoek zou kunnen zijn en daarmee nieuwe impulsen kan geven.

**DE INSTITUTEN DEKKEN MET ELKAAR HET GEHELE ONDERZOEKSGBIED** en willen bovendien graag meewerken aan een programma wat gericht is op de ontwikkeling van high-tech agroproductie. Dergelijk onderzoek kan in principe vanuit Nederland worden gecoördineerd.



Bron: DTD, ILLUSTRATIEPROJECT HTA, EINDRAPPORT FASE A, 1997

**INSTITUTEN DIE EEN BIJDRAGE  
KUNNEN LEVEREN AAN DE  
ONTWIKKELING VAN HIGH-TECH  
AGROPRODUCTIE**

**UNIVERSITY OF ESSEX**

[VERENIGD KONINKRIJK]

licht en plant-fysiologie/ervaring met model-opzet

**SIEMENS AG, CORPORATE  
RESEARCH, INNOVATION**

**FIELD ENERGY** [DUITSLAND]

licht-conversie/energie-conversie en opslag/  
systeem-opzet

**CSIRO, DIVISION**

**OF PLANT INDUSTRY** [AUSTRALIË]

licht en plant-fysiologie/systeem-opzet/ervaring  
met gesloten systemen

**THE MINISTRY OF INTERNATIONAL  
TRADE AND INDUSTRY** [JAPAN]

licht en plant-fysiologie

**THE MINISTRY OF AGRICULTURE,  
FORESTRY AND FISHERIES** [JAPAN]

licht en plant-fysiologie/systeem-opzet/ervaring  
met gesloten systemen

**PURDUE UNIVERSITY** [VERENIGDE STATEN]

licht en plant-fysiologie/energie-conversie en  
opslag/ervaring met gesloten systemen/ervaring  
met model-opzet

**NEDERLANDSE INSTITUTEN**

licht en plant-fysiologie/licht-conversie/energie-  
conversie en opslag/systeem-opzet/ervaring met  
gesloten systemen/ervaring met model-opzet



**BIJ HET BEDRIJFSLEVEN IN NEDERLAND IS EEN DRAAGVLAK** voor high-tech agroproductie. Dat blijkt onder andere uit gesprekken die gevoerd zijn met een vijftiental bedrijven en instellingen waaronder Ahold, Rabobank Nederland, Novem, NTS, SWOKA, EnergieNed en Hagelunie. Drie bedrijven, Cebeco Handelsraad, Nijssen Koelen en Rijkzwaan, hebben het initiatief genomen om de resultaten van het project High-Tech Agroproductie concreet te maken in een pilot-project. De bedoeling van deze pilot is om de mogelijkheden van duurzame groenteteelt in een gesloten systeem in de praktijk te onderzoeken en vast te stellen op welke punten fundamentele kennis moet worden aangevuld. De partijen die het pilot-project uitvoeren hebben ook de initiatiefgroep 'Duurzame Kasteelt' opgericht. Deze groep ontwikkelt een programma voor pre-competitief, fundamenteel onderzoek. Aan de overheid en kennisinstellingen zal gevraagd worden aan het programma bij te dragen.

**EEN ONDERZOEKPROJECT 'ZONNEKAS'** is geïnitieerd door de Landbouwwuniversiteit Wageningen, het DLO-instituut voor Milieu en Agrotechniek (IMAG-DLO) en de bedrijven Hyplast (plastic folie) en Priva Hortimation (automatisering voor de tuinbouw). Dit project is erop gericht om een kas te ontwikkelen waar geen fossiele energie meer nodig is voor verwarming en verlichting. Om dit te bereiken worden materialen ontwikkeld met een hoge isolatiewaarde en een hoge lichtdoorlatendheid. Daarnaast worden door processturing en teeltbegeleiding vraag en aanbod van energie beter op elkaar afgestemd. De ministeries van EZ en OC&W ondersteunen het project in het kader van het programma Economie, Ecologie en Technologie (E.E.T.).

**EEN DERDE INITIATIEF** is genomen door het DLO-instituut voor Milieu- en Agrotechniek (IMAG-DLO) en het Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente (PBG). Zij zetten een het project 'Duurzaam Gewasproductiesysteem' op. Dit project is erop gericht om bestaande, veelbelovende technologieën verder te ontwikkelen en toe te passen in een duurzaam kassysteem. Hierbij gaat het onder andere om klimatisering, energie-opslag, waterterugwinning, gebruik van lokaal geproduceerde biomassa en het gebruik van foliemateriaal met een hoge lichtdoorlatendheid en een hoge isolatiewaarde. In 1998 zal een haalbaarheidsonderzoek worden gedaan waarin de milieuwinst van het systeem en de economische haalbaarheid worden bepaald. Als die studie goede perspectieven oplevert, wil men de kritische componenten verder uitontwikkelen en toepassen in een demonstratieproject.

# KANSEN VOOR HIGH-TECH

VRAAGGESTUURDE GROENTETEELT IN EEN BESCHERMDE OMGEVING IS VOORAL KANSRIJK IN DICHTBEVOLKTE STEDELIJKE AGGLOMERATIES. "ER ZIJN ONTWIKKELINGEN OP DIT GEBIED IN JAPAN, HET ZAL ZICH IN DE LOOP VAN DE JAREN OOK IN CALIFORNIË VERDER ONTWIKKELLEN EN WAARSCHIJNLIJK NOG IETS LATER IN WEST-EUROPA, BIJVOORBEELD IN DE RANDSTAD" ZEGT ONDERZOEKSDIRECTEUR TON CAPELLE VAN CEBECO HANDELSRAAD. SAMEN MET CELLENBOUWER NIJSSEN KOELEN EN HET ZAADVEREDELINGSBEDRIJF RIJKZWAAN BEREIDT HIJ DE OPZET VAN EEN PROEFPROJECT VOOR.

## *In welk stadium bent u met de voorbereiding van dit project?*

"We zijn bezig met een voorbereidende studie; een soort businessplan. We proberen daarmee een beeld te krijgen van de economie van zo'n HTA-achtige activiteit in een toekomstige situatie, dus zoals we denken dat hij over een jaar of wat zou kunnen gaan functioneren. Die studie loopt en als het een redelijk positief beeld oplevert, dan gaan we daadwerkelijk een tweetal proefcellen opbouwen om daarin te bewijzen dat het kan."

## *Gesteld dat die voorbereidende studie inderdaad een positief beeld geeft, hoe komt dat proefproject er dan uit te zien?*

"We gaan uit van bestaande technieken. En dat is waar Nijssen om de hoek komt kijken. We werken met gesloten cellen, die dus volledig geïsoleerd zijn. Met kunstlicht breng je daar energie in, waar de plant op groeit. De warmte-isolatie hebben we dan al voor elkaar, daar hoeft je niet zo bar veel meer aan te ontwikkelen. Maar een heleboel andere elementen van zo'n gesloten systeem zijn nog lang niet uitgezocht en die gaan we dus allemaal bekijken. Bijvoorbeeld: hoe zet je zonlicht

natuurlijk heel goed voor, omdat je het hebt afgesloten van alle externe invloeden. Je kunt er dus gewoon een rekenmodel opzetten. En hoe nauwkeurig we de productie kunnen voorstellen, dat zoeken we met die proefstelling uit."

## *Denkt u dat de consumenten van de toekomst deze vorm van agroproductie zullen accepteren?*

"Het is natuurlijk niet meer het lieflijke landleven zoals we dat vroeger in de schoolboekjes zagen. Maar zo leeft het nog wel bij de mensen. Kijk alleen maar naar alle reclame-uitingen als het gaat om groente en fruit. Er zal altijd een rationeel en een emotioneel element een rol spelen. Het rationele element proberen we op een zodanige manier te presenteren dat het je helpt bij het overbruggen van mogelijke emotionele nadellijke puntjes. Je moet het ook niet als een spuitjesfabriek voorstellen. We praten over een natuurlijke productiewijze, zij het in hoge mate geconditioneerd. En dat heeft veel positieve kanten. De productie is voorspelbaar en je hebt een constant product wat

**"HET IS NATUURLIJK NIET MEER HET LIEFLIJKE LANDLEVEN ZOALS WE DAT VROEGER IN DE SCHOOLBOEKJES ZAGEN. MAAR ZO LEEFT HET NOG WEL BIJ DE MENSEN."**

DR. A. CAPELLE IS DIRECTEUR ONDERZOEK EN ONTWIKKELING VAN CEBECO HANDELSRAAD

om in andere energie op een zodanige wijze dat de plant het kan gebruiken voor de fotosynthese? Wat doe je met mogelijke energieoverschotten; hoe kun je die opslaan? Wat doe je met mogelijke nevenproducten die vrijkomen? Is het mogelijk om alle waterstromen te recyclen op een zodanige manier dat er geen infecties optreden? Hoe moeten de producten eruit gaan zien die je in dit type cel gaat maken? Je hebt in zo'n cel een aantal lagen boven elkaar, dus je kunt geen gewassen laten groeien die een meter of twee hoog worden. Je moet dus onderzoek gaan doen ten aanzien van het uitgangsmateriaal. Het proefproject is erop gericht om dit soort *bottlenecks* te identificeren en om te komen tot concrete oplossingen."

## *Eén van de aspecten van high-tech agroproductie is een vraaggestuurde productie voor een lokale markt. Hoe werkt u dat uit?*

"Waar het om gaat is dat er altijd een tijd zit tussen het moment dat je het zaadje in de grond stopt en dat je kunt oogsten. Je hebt daardoor altijd lichte fluctuaties in de productie. Je moet dan een zodanig systeem ontwikkelen dat je die fluctuaties kunt afvlakken. Daar zijn op zichzelf bekende technieken voor. Dit systeem leent zich daar na-

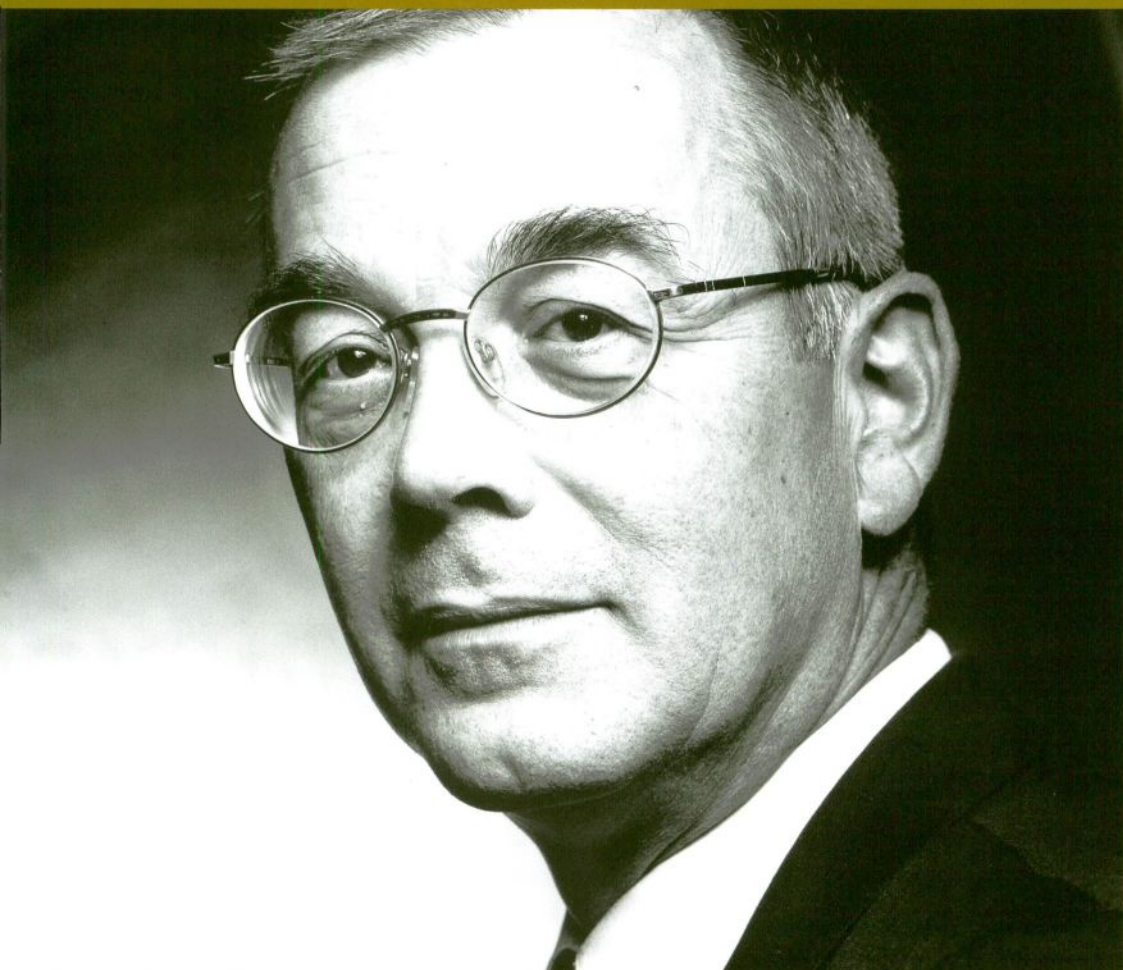
voldoet aan datgene wat de consument vraagt in de zin van kwaliteit en samenstelling. En vergeet de veiligheid niet; de steriliteit van het productieproces. We hebben een meerjarenprogramma ontwikkeld dat gelijktijdig met het proefproject zal worden uitgevoerd om op een goede en heldere manier naar voren te brengen wat we aan het doen zijn. Langs die weg, proberen we acceptatie voor deze productiewijze te krijgen."

## *Wanneer denkt u dat deze productiewijze realiteit kan worden?*

"Voorlopig is de proefopstelling nog niet meer dan een idee. Als de verkennende studie er op wijst dat het economisch kan concurreren met bestaande productiewijzen, dan zetten we een proefopstelling neer. Daarin passen we een aantal technieken toe, waarvan we denken dat die over tien tot vijftien jaar uitontwikkeld kunnen zijn. Daarnaast dat acceptatietraject, ook dat omvat een looptijd van zeker tien jaar. Dus ik denk, als je het optimistisch schat, dat je zo in de periode tussen 2005 en 2010 de allereerste producten op de markt kunt verwachten."



# AGROPRODUCTIE









# PROJECT GEÏNTEGREERDE CONVERSIE

DE OMZETTING VAN PRIMAIRE LANDBOUWPRODUCTEN  
IN BASISSTOFFEN VOOR DE VOEDINGSMIDDELENINDUSTRIE

KOST VEEL ENERGIE EN VEROORZAAKT VEEL AFVAL. EEN  
MOGELIJKHEID OM DE MILIEUBELASTING MET EEN FACTOR  
TWINTIG TE VERLAGEN IS EEN OPTIMALE INTEGRATIE VAN  
(DUURZAME) TEELT EN BEWERKING MET BEHULP VAN  
BIOLOGISCHE EN FYSISCH- CHEMISCHE PROCESSEN.

## STAP 4. DEFINITIEFASE

TWEE TECHNOLOGISCHE CONCEPTEN  
precisielandbouw en (bio) refinery zijn beschreven door  
onderzoekers van TNO-Voeding, het DLO-instituut voor  
Milieu- en Agrotechniek, het bureau Imd Micon bv en het  
TNO-Studiecentrum voor Technologie en Beleid. Zij hebben  
de benodigde technologieën geconcretiseerd en de milieueffecten  
vergeleken met traditionele voortbrengingsketens.  
Daarbij is een schets gemaakt van de productie van kaas  
op basis van lupine (een vlinderbloem-achtige) en de  
productie van pasta op basis van aardappelzetmeel. Uit  
de analyse blijkt dat de milieubelasting met een factor  
tien tot twintig kan worden gereduceerd.

## STAP 5. UITWERKING

**DE REALISATIE VAN GEÏNTEGREERDE CONVERSIE** vereist allereerst nieuwe mogelijkheden voor teeltbegeleiding. Deze mogelijkheden worden verder uitgewerkt binnen het DTO-project Sensortechnologie (zie elders in deze publicatie). Daarnaast vraagt geïntegreerde conversie om nieuwe technologieën om landbouwproducten te verwerken tot nuttige deelstromen, waarbij het van belang is om alle fracties van een plant nuttig te gebruiken: 'whole crop utilisation'. De meerwaarde van geïntegreerde conversie schuilt vooral ook in het gebruik van landbouwgewassen als basisstof voor de chemie. De mogelijkheden hiertoe zijn in opdracht van DTO uitgewerkt door het bureau Willems & Van den Wildenberg.

## STAP 6/7. UITVOERING

**BIJ DE CHEMISCHE INDUSTRIE** is de belangstelling voor geïntegreerde conversie groot en sterk groeiende. Deze belangstelling is vooral gericht op commerciële niches zoals vlas, dat gebruikt kan worden als constructiemateriaal in bumpers, hennep als basismateriaal voor vezels en aardappel dat in gemodificeerde vorm geschikt is als superslurper in luiers. Technologisch is er al veel mogelijk en de Nederlandse (chemische) industrie werkt hard aan verdere ontwikkeling.

## EEN SYSTEEMBESCHRIJVING

**HET BEOOGDE TECHNOLOGISCHE SYSTEEM** voor geïntegreerde conversie bestaat uit een optimale combinatie van twee onderdelen: primaire productie door middel van precisielandbouw en een (bio)refinery voor be- en verwerking van landbouwgewassen tot halffabrikaten of samengestelde eindproducten.

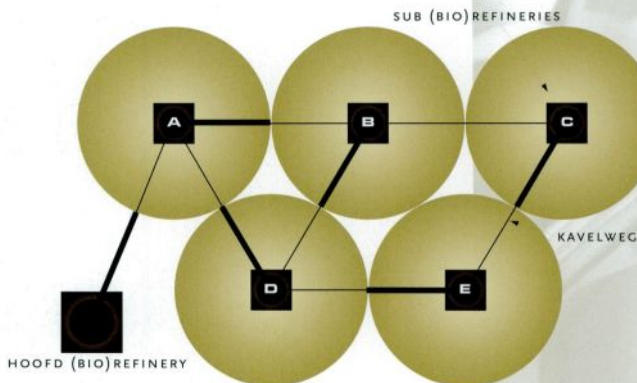
**DE PRECISIELANDBOUW** is erop gericht om de vollegrondsteelt nauwkeurig te begeleiden. De toediening van vocht, voedingsstoffen en gewasbeschermingsmiddelen moet nauwkeurig worden afgestemd op de behoeften van de plant. Groeistoornissen moeten in een vroeg stadium worden gedetecteerd en verholpen. Zaaïen en oogsten moet voor iedere individuele plant op de juiste plaats en op het juiste moment plaatsvinden. Een nauwkeurige teeltbegeleiding maakt het mogelijk om de input van energie, meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen met minstens de helft terug te brengen, terwijl de output van gewenste landbouwproducten omhoog, en van ongewenste emissies omlaag gaat.

## MOGELIJKE FUNCTIES VAN DE BEWERKINGSBOOM

- **FYSIEKE BEWERKINGEN**  
*Ploegen, zaaïen, oogsten, wieden, bestralen en ontsmetten.*
- **MONITORING**  
*Detectie van ziekte, ongedierte, groei (stroornissen), nutriëntentekorten en droogte.*
- **TEELTBEGELEIDING**  
*Toediening van voedingsstoffen, vocht en gewasbeschermingsmiddelen.*
- **LOGISTIEK**  
*Transport van elektriciteit, grondstoffen en producten.*

BRON: DEFINITIESTUDIE 'GEÏNTEGREERDE CONVERSIE' WERKDOCUMENT VGG

## BEWERKINGSBOOM





## DE (BIO)REFINERY IS HET TWEDE ONDERDEEL

van een geïntegreerd landbouwsysteem. Dit is een productie-eenheid om primaire landbouwgrondstoffen te scheiden, te raffineren en te bewerken op basis van biologische, mechanische, fysische en chemische processen.

Ieder gebied kan zijn eigen (bio)refinery hebben, waarvan het type is afgestemd op specifieke verwerkingsprocessen en specifieke grondstoffen. Meerdere (bio)refineries kunnen aan een centrale refinery leveren, waar de halfproducten verder worden bewerkt en verhandeld. Een belangrijk onderdeel van de (bio)refinery is de cell-factory. Hier vinden biologische bewerkingen plaats met behulp van micro-organismen en plantaardige en dierlijke cellen. De cell-factory kan ook worden ingezet als voortbrengingssysteem van primaire grondstoffen en kan dan net als de primaire landbouw essentiële basisstoffen leveren voor samengestelde producten die in de (bio)refinery worden geproduceerd.

**EEN MOGELIJK GEREEDSCHAP** in precisie-landbouw is de bewerkingsboom. Dit is een draaiende boom, ook wel een 'rolgaanderij' genoemd, die een cirkelvormige akker bestrijkt. Momenteel wordt een dergelijke bewerkingsboom alleen in droge streken gebruikt voor slechts één functie: irrigatie. Het is echter goed denkbaar dat de bewerkingsboom veel meer functies krijgt zoals ziektebewaking, plaagdierbestrijding, robotisch wieden, toediening van voedingsstoffen en het aan- en afvoeren van grondstoffen, materialen en producten. Wanneer meerdere cirkelvormige akkers elkaar raken is het mogelijk de uiteinden van verschillende bewerkingsbomen tijdelijk te koppelen, waarmee een infrastructuur ontstaat van buisrailverbindingen tussen bedrijfscentra. Dat maakt automatisch transport van producten van het ene bedrijf naar het andere mogelijk. Veel functies van de bewerkingsboom zijn nieuw en zullen onder andere in het kader van het DTO-project Sensortechnologie worden ontwikkeld. De verwachting is, dat de meeste technologieën binnen een termijn van vijf tot tien jaar kunnen worden ontwikkeld. Voor de bouw en de besturing van de bewerkingsboom zelf zijn bestaande technieken toereikend.

## DE KRACHT VAN HET CONCEPT

is het flexibel kunnen inspelen op veranderende marktverraag en de verregaande (logistieke) integratie van primaire productie en verwerking waardoor een optimale benutting van alle inhoudsstoffen van de plant mogelijk is. We gebruiken de landbouw niet slechts voor de productie van voedingsstoffen, maar ook voor de productie van diverse halffabrikaten, voedingsadditieven en non-food producten zoals natuurlijke gewasbeschermingsmiddelen, katalytische preparaten, farmaceutische producten, basisstoffen voor de chemische industrie en biomassa voor de energievoorziening.

## KAAS EN AARDAPPEL

### TWEE VOORBEELDEN VAN GEÏNTEGREERDE

CONVERSIE zijn nader uitgewerkt: de productie van kaas op basis van lupine (vlinderbloem) en de teelt van aardappelen. Deze productieprocessen zijn vergeleken met die van kaas op basis van koemelk en aardappelen volgens gangbare teeltmethoden.

### VOOR DE PRODUCTIE VAN 100 KILOGRAM

LUPINEKAAS per jaar is naar schatting een akker nodig van 0,02 hectare. Onder goede teeltomstandigheden kan daar jaarlijks voldoende lupine geoogst worden om 100 kilogram lupinezaad te winnen, wat genoeg is voor de productie van 18 kg olie en 40 kg eiwit. Hieruit wordt een melkachtige substantie gemaakt die door rijping wordt omgezet in circa 100 kilogram kaasachtig product. De restanten van de lupine-oogst vormen in principe schone biomassa, die voor tal van toepassingen, onder andere energieproductie, geschikt is. Vergeleken met kaas uit koemelk betekent de productie van lupinekaas een aanzienlijke ruimtewinst. Zo vereist de productie van 100 kilo kaas uit koemelk in Nederland ongeveer 0,1 hectare landbouwgrond, dat is dus vijftig maal zoveel. De grond die nodig is om (geïmporteerde) veevoedergewassen te telen is daar niet bij inbegrepen. Ook op andere milieufactoren scoort lupinekaas goed. Vermesting, verzuring en ecotoxiciteit (door emissies van zware metalen, aromatische koolwaterstoffen en bestrijdingsmiddelen) nemen af met een factor tien tot twintig.

Deze reducties zijn met name te danken aan de (bio)refinery die het mogelijk maakt om vet- en eiwithoudende producten te maken uit plantaardige gewassen in plaats van uit dierlijke grondstoffen.

**DE TEELT VAN AARDAPPELEN** is het tweede voorbeeld dat is geanalyseerd. Hier geeft vooral het gebruik van de bewerkingboom aanzienlijke voordelen. De bewerkingboom maakt een teel-begeleiding op plantniveau mogelijk waardoor veel minder meststoffen nodig zijn. Ziekten worden in de kiem ontdekt en kunnen per vierkante centimeter worden bestreden. Uit de vergelijkende analyse blijkt, dat de milieubelasting die de aardappelteelt met de bewerkingboom veroorzaakt een factor twaalf lager is dan de milieubelasting door de momenteel gangbare aardappelteelt.



### KANSEN EN KNELPUNTEN

**MET HET SLUITEN VAN KRINGLOPEN** en het toepassen van duurzame energiebronnen is verdere reductie van het milieubeslag mogelijk. Veel valt daarbij te verwachten van optimale benutting van alle fracties van de plant. Daarbij wordt de plant, net als bij de raffinage van aardolie, in nauwkeurig bepaalde deelstromen ontleed. Sommige deelstromen zijn geschikt voor de voedingsmiddelenindustrie, andere delen zijn geschikt voor de productie van basisstoffen voor de fijnchemie. Reststoffen zijn geschikt voor de energievoorziening en kunnen via bewerkingprocessen omgezet worden in methanol of zogenaemde 'biocrude'.

**BIJ DE CHEMISCHE INDUSTRIE GROEIT DE BELANGSTELLING** voor de agrochemie. De beste kansen liggen in de eerste decennia met name op het terrein van specifieke, hoogwaardige producten met een complexe structuur. Producten die nu al op kleine schaal kunnen worden geproduceerd zijn bijvoorbeeld biologische luiers, vlasvezelversterkte bumpers en bio-plastics voor uiteenlopende toepassingen. Dit zijn belangrijke niches, die een omschakeling naar het gebruik van biomassa op grote schaal mogelijk kunnen maken.

### HET VERVOLG

**RESEARCH EN ONTWIKKELING** zijn op verschillende terreinen nodig. Hierbij gaat het onder andere om technologie-ontwikkeling op het gebied van veredeling en genetica. Verder is onderzoek nodig naar nieuwe biologisch-moleculaire scheidingstechnieken en naar conversietechnologie om uit een gevarieerd aanbod van biomassa goed gespecificeerde grondstoffen voor de chemische industrie te produceren. Een experimentele bioraffinaderij met een capaciteit van 10.000 ton per jaar draait momenteel in Denemarken. In Nederland studeert de vereniging Dollard Tarwe samen met het ministerie van EZ op de opzet van een soortgelijk proefproject. Meer informatie over de mogelijkheden van de biomassa voor de chemie en de energievoorziening staat in de Steutel Chemie die uitgebracht is naar aanleiding van het DTO-deelprogramma Chemie.

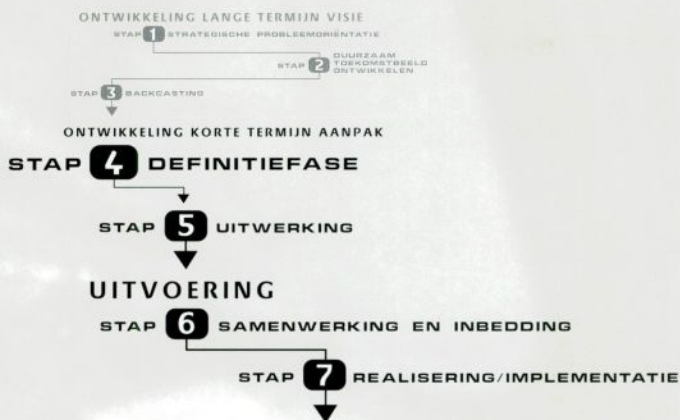
BRON: TNO-VOEDING E.A., GEÏNTEGREERDE CONVERSIE: RESULTATEN DEFINITIESTUDIE, ANNEX BIJ DTO-WERKDOCUMENT VG0, 1996.

### TOTAALSCORE MILIEUBESLAG

De genormaliseerde scores zijn na een weging bij elkaar opgeteld volgens de methodiek voor de levenscyclusanalyse zoals ontwikkeld door het Centrum voor Milieukunde van de Rijksuniversiteit Leiden, TNO en B&G in 1992. Voor de productie van kaas uit lupine zijn drie varianten doorgerekend met alternatieve mogelijkheden voor vastlegging, processing en vormgeving.







# PROJECT NOVEL PROTEIN FOOD

NIEUWE EIWITHOUDENDE PRODUCTEN,

OFWEL 'NOVEL PROTEIN FOOD'

(NPF'S) ZIJN GEMAAKT VAN PLANT-

AARDIGE GRONDSTOFFEN, MICRO-

ORGANISMEN EN/OF ANDERE EIWIJ-

BRONNEN. NPF'S KUNNEN VOORZIEN

IN DEZELFDE BEHOEFTE ALS VLEES,

MAAR DE PRODUCTIE ERVAN IS AAN-

ZIENLIJK MINDER MILIEUBELASTEND.

IN HET PROJECT NOVEL PROTEIN FOOD

ZIJN DE KANS EN MOGELIJKHEDEN

IN KAART GEBRACHT

## STAP 4. DEFINITIEFASE

HET NPF- ONDERZOEK IS IN 1993 VAN START GEGAAN met een voorbereidende definitiestudie die in opdracht van DTO is uitgevoerd door het adviesbureau Arthur D. Little. Met deze studie is een groot aantal mogelijke NPF's in kaart gebracht. Tevens zijn er essentiële voorwaarden benoemd die de slaagkansen van de introductie van NPF's in het Nederlandse voedselpatroon bepalen.

## STAP 5. UITWERKING

ZEVEN KANSRIJKE NPF- OPTIES zijn vanuit vijf invalshoeken uitgewerkt door gespecialiseerde onderzoeksteams:

- De eisen die de consument van de toekomst aan NPF stelt, zijn in beeld gebracht door Swoka, Instituut voor Strategisch Consumentenonderzoek. Swoka heeft antwoord gegeven op de vraag welke marktpositie de zeven geselecteerde NPF-opties op korte en op lange termijn zouden kunnen verwerven.
- Het effect van verdringing van vlees door NPF op de economische structuur van Nederland is geanalyseerd door het Landbouweconomisch instituut van DLO (LEI-DLO).
- De reductie van de milieubelasting die NPF oplevert, is in een zogenoemde levenscyclusanalyse becijferd door het Centrum voor Milieukunde Leiden (CML) van de Rijksuniversiteit Leiden in samenwerking met TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie.
- De technologische barrières die moeten worden geslecht om een grootschalige duurzame productie van NPF te realiseren zijn in beeld gebracht door een samenwerkingsverband van het DLO-instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO-DLO), TNO-Voeding en de Landbouwuniversiteit Wageningen, vakgroep Levensmiddelentechnologie.
- De factoren die van invloed zijn op de aantrekkelijkheid van NPF voor producenten en distributeurs zijn onderzocht door Landbouweconomisch Instituut van DLO (LEI-DLO).

**HET BELANG VAN SAMENWERKING** is vanaf het begin van het project sterk benadrukt. De resultaten van één onderzoekslijn hebben immers consequenties voor andere onderzoekslijnen. De multidisciplinaire aanpak van het project betekende dat er veel overleg nodig was. In verschillende ronden konden onderzoeksvragen steeds scherper worden geformuleerd en konden de vijf teams steeds beter op elkaar inspelen. In de loop van het onderzoek zijn vier workshops gehouden, waar tussentijdse resultaten werden uitgewisseld met direct en indirect betrokkenen.

### STAP 6/7. UITVOERING

**DE ONTWIKKELING VAN NPF IS HAALBAAR EN WENSELIJK.** Dat is de hoofdconclusie van het uitgevoerde onderzoek. Naar schatting veertig procent van de huidige vraag naar vlees kan door NPF worden verdrongen. Dit leidt tot een aanzienlijke vermindering van de milieubelasting. Dit marktaandeel biedt tevens aantrekkelijke kansen voor het bedrijfsleven. Naar aanleiding van het project is het bedrijf Boekos met een Novel Protein Food lijn gestart. Hoewel er natuurlijk heel wat komt kijken bij een omschakeling van de vleessector, blijken de sociaal-economische gevolgen beperkt te zijn. De economische positie van de vleessector neemt weliswaar af, maar voor een groot deel wordt dat gecompenseerd door nieuwe kansen in de NPF-branche.

**DE BASISTECHNOLOGIEËN OM NPF TE PRODUCEREN** zijn bekend en behoren tot de hedendaagse productietechnieken in de voedingsmiddelenbranche. Nog niet alledaags zijn genetisch gemodificeerde gewassen, maar naar verwachting zullen die op middellange termijn ook gemeengoed worden. Om een succesvolle marktintroductie van NPF voor te bereiden, is een ontwikkelingstraject uitgestippeld met een groot aantal acties voor de korte termijn.

### WAT IS NOVEL PROTEIN FOOD?

**ER ZIJN TALLOZE MOGELIJKHEDEN** om eiwithoudende producten te maken die vlees kunnen verdringen. Reeds bestaande producten zijn tempeh en tofu die al eeuwenlang worden gemaakt op basis van soja. In de definitiestudie zijn twintig nieuwe soorten eiwithoudende producten in kaart gebracht, die kunnen worden gemaakt door verschillende eiwitbronnen met verschillende technieken te bewerken.

Belangrijke eiwitbronnen zijn eencelligen (zoals gisten en bacteriën), multicellulaire micro-organismen (zoals paddestoelen en schimmels), macro-algen (zoals zeewier) en planten of plantdelen (zoals zaden en bladeiwit). Omdat de meeste eiwitbronnen niet direct eetbaar zijn, moeten de bronnen worden bewerkt. Belangrijke bewerkingstechnieken zijn fermenteren, beënten met schimmels, homogeniseren, mengen, persen, malen en pasteuriseren. De toegepaste technologie heeft daarbij veel invloed op de eigenschappen van het eindproduct. Door de mogelijke eiwitbronnen volgens een verschillende receptuur te bewerken, ontstaan geheel verschillende NPF's.

**DE MOGELIJKHEDEN EN KANSSEN VAN NPF** hangen af van een groot aantal factoren die in samenhang met elkaar moeten worden bekeken. Het heeft immers alleen zin om NPF's te ontwikkelen die duurzaam kunnen worden geproduceerd en voor de consument en de producent aantrekkelijk zijn. Verder zijn NPF's alleen bedrijfseconomisch interessant, wanneer ze tegen een acceptabele prijs op de markt kunnen worden gebracht en wanneer er voldoende vraag naar is. Uit de talrijke mogelijkheden zijn daarom zeven NPF-opties geselecteerd die de beste kansen lijken te hebben. Deze opties, een combinatie van een eiwitbron met een bereidingstechniek, leveren drie producten op die als ingrediënt voor nieuwe eindproducten kunnen dienen en daarin vlees kunnen verdringen. Deze producten worden aangeduid met de gefingeerde namen protex, fibrex en fungoapie. Het vervolgonderzoek heeft zich op deze opties toegespitst.

**DE VOEDINGSWAARDE VAN NPF** is over het geheel genomen goed. Er zitten minder vet en betere cholesterolen in dan in vlees. NPF bevat meer onverzadigde vetzuren, koolhydraten en voedingsvezels en het is makkelijker om gezondheidsbevorderende additieven aan NPF toe te voegen. Ook de meeste micronutriënten, zoals vitamines en mineralen zijn ruimschoots in NPF aanwezig. De opname door de menselijke stofwisseling van met name ijzer en vitamine B12 van plantaardige oorsprong is echter vrij laag. Bij een gevarieerd weekmenu veroorzaakt dit geen tekorten, maar wanneer alle dierlijke producten, dus ook melk en eieren in het weekmenu zouden ontbreken, moeten bepaalde micronutriënten met voedingssupplementen worden aangevuld.

### DE ZEVEN MEEST KANSRIJKE NPF-OPTIES





**FIBREX** wordt gemaakt door de schimmel fusarium in een continu proces te kweken in grote vaten. Via centrifugeren wordt het schimmelweefsel geïsoleerd en gedroogd. Het schimmelweefsel wordt vervolgens met bindewitten gemengd en geperst tot blokken fibrex. Na pasteurisatie is het product houdbaar. Fibrex heeft een lichte, vezelachtige structuur en doet aan kippenvlees denken. Het kan gebruikt worden in samengestelde producten en kant-en-klaar maaltijden. Fibrex bevat weinig vet, is rijk aan eiwitten en vezels en bevat een aantal belangrijke vitaminen.

**PROTEX** kan op basis van verschillende eiwitbronnen worden gemaakt. De meest aantrekkelijke mogelijkheden bieden de bacterie spirulina, erwten en luzerne, ofwel rups-klover. Spirulina kan worden gekweekt in een reactorvat met behulp van licht en kooldioxide. Na gisting wordt het verkregen product gefilterd en gehomogeniseerd. Erwten en luzerne kunnen als primair product worden geogost. Met in hoofdzaak mechanische technieken worden de gewenste bestanddelen geïsoleerd. De verkregen basisstoffen worden met bindewitten bewerkt tot een consistente massa en vervolgens gepasteuriseerd.

Protex heeft een vaste, samenhangende textuur. Het is mals en enigszins vezelachtig en kan goed gebruikt worden in samengestelde producten zoals snacks, ragoût, lasagna en hartige worst. Protex heeft een zeer hoog eiwitgehalte en bevat weinig vet.

**FUNGOPIE** Voor de vervaardiging van fungopie worden erwten of de plant lupine als primair product geogost. De erwten of de zaden van de lupine worden schoongemaakt en gekookt en vervolgens beënt met schimmelsporen. Vervolgens wordt het materiaal gefermenteerd en daarna gepasteuriseerd om de houdbaarheid van het product te verbeteren. Fungopie heeft een cake-achtige structuur die bij elkaar wordt gehouden door een netwerk van schimmeldraden. Het is in warme maaltijden te gebruiken door de fungopie in plakken te snijden en te bakken. Het kan uiteraard ook worden verwerkt in samengestelde producten. Fungopie is rijk aan eiwitten, koolhydraten en vitamine B.

## DE CONSUMENT VAN DE TOEKOMST

HET CONSUMENTENONDERZOEK IS UITGEVOERD DOOR SWOKA, INSTITUUT VOOR STRATEGISCH CONSUMENTENONDERZOEK. SWOKA HEEFT HAAR CONCLUSIES GEBASEERD OP DE VOLGENDE VERSCHILLENDE DEELONDERZOEKEN:

- DIEPTE-INTERVIEWS BIJ TWINTIG CONSUMENTEN; VAN VEGETARIËRS TOT ENTHOUSIASTE VLEESETERS.
- EEN TELEFONISCHE ENQUÊTE ONDER CIRCA DUIZEND CONSUMENTEN.
- DE PROCEDURE TOEKOMSTBEELDEN VOOR CONSUMENTEN. BIJ DEZE PROCEDURE ZIJN MARKETINGSPESIALISTEN, BEDRIJFSLEVEN, OVERHEID, WETENSCHAP EN VERTEGENWOORDIGERS VAN MAATSCHAPPELIJKE GROEPINGEN BETROKKEN. IN DRIE ACHTEREENVOLGENDE SESSIES IS EEN TOEKOMSTBEELD GESCHETST EN DOOR INTERNE MENIGSVORMING IS STEEDS NIEUWE INFORMATIE UIT DE ANDERE ONDERZOEKSLIJNEN WAREN DE DEELNEMERS IN STAAT EEN PROGRAMMA VAN CONSUMENTEISEN OP TE STELLEN EN KON EEN SCHATTING VAN DE TOEKOMSTIGE MARKT VOOR NPF WORDEN GEMAAKT.

## NPF EN DE CONSUMENT VAN DE TOEKOMST

**DE CONSUMENT VAN DE TOEKOMST** zal net als de consument van vandaag primair letten op de smaak en de prijs van voedingsmiddelen. NPF moet dus lekker en niet te duur zijn, het moet er aantrekkelijk uitzien en het moet geschikt zijn om aan gasten voor te zetten. Dat blijkt uit het onderzoek dat gedaan is naar de wensen en eisen van de consument van de toekomst. Dat wil niet zeggen dat NPF moet lijken op vlees. Integendeel; consumenten waarderen het als NPF een op zichzelf staand product is. Het moet juist geen namaakvlees zijn. Belangrijke voordelen van NPF zijn bereidingsgemak, gezondheid en houdbaarheid. Ook maatschappelijke aspecten (bijvoorbeeld diervriendelijkheid en milieu) hebben naar verwachting in de komende decennia steeds meer invloed op het consumptiepatroon. Daarmee zijn er dus kansen voor NPF.

Een belangrijk nadeel van NPF is de emotionele waarde. Mensen kopen vlees omdat het status geeft en omdat past in een rijke dis. Het is daarom niet te verwachten dat de consument zijn biefstuk zal inruilen voor een lapje NPF. Er zijn echter wel ruime marktkansen voor NPF in samengestelde producten en 'vlees'waren.

Op korte termijn is daardoor het mogelijke marktaandeel van NPF beperkt, omdat veel oudere consumenten het waarschijnlijk niet zullen kopen. Maar er is een belangrijke groeiemarkt. Vooral jonge consumenten van 20 tot 40 jaar zijn in NPF geïnteresseerd. Een verdringing van de vleesconsumptie door NPF met zo'n vijf procent lijkt al vóór 2005 haalbaar. Dat betekent dat 20 tot 40-jarigen eenmaal per week een maaltijd met vlees vervangen voor een maaltijd met NPF.

**OP LANGERE TERMIJN** zijn de kansen voor NPF nog veel ruimer. In de eerste plaats zal met het opschuiven van de generaties de doelgroep groeien. Over enkele decennia zijn meer mensen al tijdens hun kinderjaren vertrouwd geraakt met NPF.

Een tweede trend die de kansen van NPF ten goede komt, is de groei van het marktaandeel bewerkte vleesproducten. Nu wordt vlees voor 55 procent in onbewerkte vorm verkocht. 45 Procent wordt verwerkt in gehakt en vleeswaren. De verwachting is, dat over veertig jaar het aandeel bewerkte vleesproducten zal stijgen tot 75 procent. En juist in dat segment liggen de meeste kansen voor NPF. Op lange termijn is een verdringing van de vleesconsumptie met naar schatting veertig procent mogelijk. Iedereen eet dan driemaal per week NPF in plaats van vlees.

**OM DAT TE BEREIKEN** moet NPF aan hoge consumenteneisen voldoen en overall tegen een redelijke prijs te koop zijn. Verder moet er gewerkt worden aan een positief imago; NPF moet worden neergezet als een gezond, dier- en milieuvriendelijk product, goed houdbaar en makkelijk klaar te maken. De zeven geselecteerde NPF-opties bieden daarvoor een goede uitgangspunt.

Verder vereist een marktaandeel van veertig procent verbetering van de technologie, communicatie, educatie en voorlichting. Alleen door gerichte samenwerking tussen overheid, consumentenorganisaties en bedrijfsleven kan dat worden bereikt.

# NPF: DE EERSTE

ER RUST EEN MAATSCHAPPELIJK TABOE OP HET GEBRUIK VAN MODERNE BIOTECHNOLOGIE IN DE VOEDINGSMIDDELEN-INDUSTRIE, MET NAME IN NEDERLAND. TOCH ZIJN ER KANSEN VOOR NPF'S DIE MET DEZE TECHNOLOGIE KUNNEN WORDEN VOORTGEBRACHT, ALDUS ONDERZOEKSDIRECTEUR JOOP ROELS VAN GIST-BROCADES, MET NAME IN SAMENGESTELDE PRODUCTEN ZOALS WORST EN GEHAKT. GIST-BROCADES, EEN INTERNATIONAAL OPEREREND BEDRIJF MET EEN JAAROMZET VAN CIRCA f2 MILJARD MOET HET VOORAL HEBBEN VAN FERMENTATIE EN ENZYMTHECHNOLOGIE. DEZE 'KERNCOMPETENTIES' VAN HET BEDRIJF KUNNEN BIJ DE PRODUCTIE VAN NPF'S GOED VAN PAS KOMEN.





# STAP IS GEZET

## *In hoeverre bent u al bezig met de ontwikkeling van NPF?*

"Wij onderzoeken of je bepaalde aspecten van de functionaliteit van vlees voor een deel kunt vervangen door op eiwit gebaseerde ingrediënten. Het gaat ons niet direct om vleesvervanging, maar om de productie van ingrediënten voor producten waar ook vlees in voorkomt, dus bewerkt vlees, bijvoorbeeld gehakt, worst en dat soort zaken. Het gaat er dan om eiwitten, bij voorkeur uit een plantaardige bron, om te zetten in een product met de functionaliteit van vlees, dus eiwit, maar ook smaak en textuur. Wij denken dan sterk aan de toepassing van enzymtechnologie en fermentatie. Dat zijn onderzoeksthema's waar we een aantal R&D-activiteiten op gericht hebben. Daarnaast, en dan gaat het om een pre-competitieve component van het onderzoek, participeren we in het Technologisch Topinstituut voor Voedselwetenschappen, samen met een aantal andere bedrijven waaronder Unilever en de zuivelbedrijven. Twee jaar geleden hebben we daar een start mee gemaakt en we hebben elkaar gevonden in een gezamenlijk programma. Eén van de onderzoekslijnen van dat instituut is vooral gericht op texturering en ook daar speelt vlees en vleesvervanging een belangrijke rol. Dat onderzoek wordt voor een deel door de overheid gefinancierd."

## **"MENSEN ZIJN VAAK BANG VOOR TECHNOLOGIE OMDAT ZE ER NIET VOLDOENDE OF EENZIJDIG OVER WORDEN VOORGELICHT."**

IR.J.A. ROELS IS DIRECTEUR CORPORATE STRATEGIE EN TECHNOLOGIE VAN GIST-BROCADES

## *Heeft het DTO-programma op die activiteiten invloed gehad?*

"Het heeft daar een impuls aangegeven. Ik denk dat één van de boodschappen van het DTO-programma is, dat als je met z'n allen aan het werk gaat om een vrij uitdagende doelstelling bij de kop te pakken, dat je dan richting kunt geven aan een stuk onderzoek. De eerste stap is nu gezet: de uitdagende doelstelling is geformuleerd en er is een gevoel ontwikkeld voor hoe je daarmee om zou kunnen gaan. De volgende stap, en die ontbreekt nog, is dat je eraan moet beginnen. En dan zul je in veel gevallen ergens anders terecht komen en misschien ook wel andere oplossingen vinden. Maar je hebt in ieder geval een richting gegeven aan je inspanningen. Dat lijkt mij een belangrijk product van DTO."

## *Welke bijdrage verwacht u van universiteiten aan de ontwikkeling van NPF's?*

"Universiteiten besteden behoorlijk veel aan onderzoek, maar je kunt vraagtekens zetten bij de maatschappelijke effectiviteit van die inspanningen. Ik kan me voorstellen dat de thema's die nu bijvoorbeeld door het DTO-programma boven tafel zijn gebracht, voldoende wetenschappelijke uitdaging inhouden voor universitair onderzoek. Ik zou dan willen dat de universiteiten een groter deel van hun middelen

uit de eerste en de tweede geldstroom op die thema's richten. Nu denk ik dat het universitaire onderzoek zich nog teveel richt op eigen liefhebberijen. Ik pleit sterk voor vragedreven onderzoek."

## *Behalve het onderzoek en de technologische ontwikkeling is het van belang dat NPF's uiteindelijk ook worden gegeten. Hoe denkt u over de maatschappelijke acceptatie van NPF's?*

"Bij vleesvervangers hoeft u natuurlijk niet altijd aan recombinant-producten te denken. Eiwit kan ook best uit een natuurlijke bron komen. Het is wel zo, dat je in heel veel van de gevallen recombinant-technologie nodig hebt om kosten-effectief te kunnen produceren. De acceptatie daarvan heb je dan wel nodig. Dat speelt overigens met name in onze omgeving. Naarmate je in Europa verder naar het zuiden gaat levert het minder problemen op. Ook in de rest van de wereld maakt men er zich niet zo druk over. Nederland, Duitsland en Oostenrijk zijn wat dat betreft de lastigste landen."

## *Maar hoe pakt u dat aan?*

"Het dilemma is natuurlijk dat als je constateert dat bepaalde sectoren van de samenleving erg milieubelastend zijn, en de productie van vlees is er één van, dan moet je daar in heel veel gevallen met een alternatieve technologie een oplossing voor zoeken. Als er dan een blokkade ligt op de acceptatie van zo'n alternatieve technologie dan sluit je een oplossingsrichting uit. Dat speelt veel breder in de industrie. Ook in de chemie, als je recombinante enzymen nodig hebt om milieuvriendelijke processen te maken, zul je zo'n zelfde probleem tegenkomen. Daar moet dus over worden nagedacht. Nu wordt die discussie vooral gevoerd vanuit de gevaren en dat zijn voor een belangrijk deel veronderstelde gevaren. Ik pleit ervoor dat je ook kijkt vanuit de optiek van de mogelijkheden. Die discussie moet je meer in balans brengen. En dat is een kwestie van voorlichting. Ik denk dat mensen bang zijn voor technologie omdat ze er niet voldoende of eenzijdig over worden voorgelicht. Daar ligt nog heel wat werk, zowel voor de overheid als voor de bedrijven die met deze producten op de markt willen komen."

## **NPF EN DE PRODUCENT VAN DE TOEKOMST**

**ALS VEERTIG PROCENT VAN DE VLEESCONSUMPTIE** verdrongen wordt door NPF, ontstaat daarmee een netto productievolume van 300.000 ton per jaar. Momenteel is zestig procent van de vleesproductie bestemd voor de export. Wanneer dat volume eveneens voor veertig procent vervangen wordt door NPF, komt er nog een 450.000 ton per jaar bij. Dat is een groot volume en dat schept aantrekkelijke kansen voor het bedrijfsleven. In een bedrijfseconomisch onderzoek is bepaald welke ontwikkeling van NPF-concepten aantrekkelijk is voor het bedrijfsleven en welke externe factoren deze aantrekkelijkheid beïnvloeden.

**DE GESCHATTE PRODUCTIEKOSTEN** van de zeven onderzochte soorten NPF bedragen ongeveer twintig tot zestig procent van de productiekosten van varkensvlees. De NPF-opties met een plantaardige eiwitbron, met name de beide fibrex-opties en de protex-optie die gebaseerd zijn op erwten, lijken wat dat betreft het meest aantrekkelijk. Uit het oogpunt van productiekosten is protex gebaseerd op spirulina het minst aantrekkelijk, maar ook daarvan zijn de productiekosten nog beduidend lager dan die van varkensvlees. Een kostenpost die erg onzeker is, en niet in de productiekosten is meegenomen, zijn de kosten voor onderzoek en ontwikkeling. Deze kosten zijn voor de meeste NPF's te hoog om door één bedrijf te worden gedragen. Als fundamenteel onderzoek naar NPF door bedrijven gezamenlijk wordt uitgevoerd en de kosten niet aan één product worden doorberekend, zijn er goede kansen.

**ER ZIJN VERSCHILLENDE BEDRIJVEN** die bij de productie en verwerking van NPF een rol kunnen spelen. Op dit moment zijn er zo'n twintig Nederlandse bedrijven die al vleesvervangers produceren of ingrediënten en maaltijdcomponenten produceren waarvoor heel goed NPF kan worden gebruikt. Hierbij gaat het zowel om kleine bedrijven die zich specifiek toeleggen op fermentatieprocessen en vervaardiging van vleesvervangers en vegetarische producten als om grote bedrijven die een leidende positie hebben in de voedingsmiddelenbranche zoals Unilever, Gist-brocades, Sara Lee en Nutricia. Wanneer de productie van NPF verder kan worden ontwikkeld, ontstaan er voor meer bedrijven kansen op deze markt. Daarbij is het van belang dat ieder bedrijf de mogelijkheid wil hebben zich met een eigen product te profileren. De verschillende soorten NPF, met ieder een eigen smaak en textuur bieden daartoe goede mogelijkheden.

## **NPF EN DE VLEESSECTOR VAN DE TOEKOMST**

**DE VLEESSECTOR IN NEDERLAND** heeft het niet makkelijk en de vooruitzichten zijn somber. Ook zonder (grootschalige) introductie van NPF zal de veestapel in de volgende eeuw kleiner zijn dan nu. Het aantal banen in de vleessector zal over enkele decennia zijn gehalveerd en het sectorinkomen zal flink zijn teruggelopen. Dat blijkt als gegevens van het BALANCED GROWTH-SCENARIO (CPB) worden doorgetrokken. De slechte vooruitzichten worden vooral ingegeven door liberalisering van de wereldhandel, aanscherping van het milieubeleid en het afbouwen van prijssubsidies voor landbouwproducten.

**INTRODUCTIE VAN NPF OP GROTE SCHAAL** zal banenverlies in de vleessector betekenen. Dit verlies wordt weliswaar gecompenseerd door werkgelegenheid in de NPF-branche, maar vervangende werkgelegenheid zit niet zozeer in de veeteelt, danwel in de akkerbouw. Per saldo zal veertig procent marktaandeel voor NPF tien procent van het huidige aantal banen in de vleessector kosten, ofwel 14.000 volledige arbeidsplaatsen. Het sectorinkomen en de bijdrage aan de betalingsbalans door de vleessector nemen navenant af. Afvloeiings- en omscholingsregelingen voor veehouders kunnen de nadelen voor de sociaal-economische structuur verzachten. Stimulering van de introductie van NPF moet daarom gepaard gaan met een goed flankerend sociaal-economisch beleid.

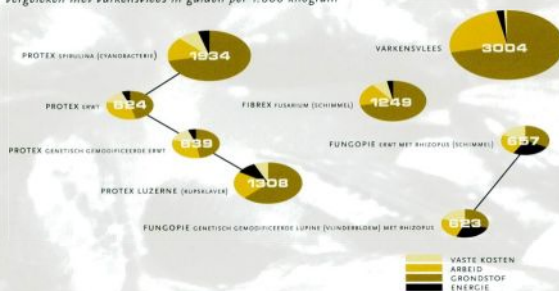
## **NPF EN HET MILIEU IN DE TOEKOMST**

**MET DE HUIDIGE TECHNOLOGIEËN** veroorzaakt de productie van de zeven geselecteerde NPF-opties een milieubelasting die een factor vijf tot dertig kleiner is dan de milieubelasting die de productie van varkensvlees veroorzaakt. Dat blijkt uit een levenscyclusanalyse waarin alle milieu-effecten van de verschillende producten integraal zijn gekwantificeerd. Er is niet alleen gekeken naar de directe effecten, zoals vermessing, energiegebruik en waterverontreiniging, maar ook naar indirecte effecten zoals de uitputting van grondstoffen, het gebruik van ruimte voor primaire landbouw en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Om de productie van NPF door te kunnen rekenen zijn sommige deelprocessen waarover geen praktijkgegevens bestaan, theoretisch geconstrueerd. Alle milieu-effecten zijn vervolgens genormeerd ten opzichte van de wereldsituatie en tenslotte bij elkaar opgeteld. Hiermee is een milieu-index vastgesteld op grond waarvan we NPF in milieu-opzicht kunnen vergelijken met varkensvlees.

**VOLGENS DE IN 1995 GANGBARE PRODUCTIE-PROCESSEN** is een milieuwinst met een factor vijf tot dertig haalbaar. Met name de NPF's die geproduceerd worden op basis van micro-organismen (protex-spirulina en fibrex) scoren gunstig. De milieubelasting van de andere NPF-opties wordt voor een groot deel veroorzaakt door het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen bij de teelt van erwt, lupine en luzerne. Het gebruik van deze middelen veroorzaakt verontreiniging van grond- en oppervlaktewater. Een verdergaande reductie is mogelijk door afspoeling en uitspoeling te voorkomen; een emissiestop levert een halvering op van de meeste indexwaarden. De resterende milieubelasting die de geselecteerde NPF-opties veroorzaken, is in dat geval een factor 7 tot 32 lager dan de huidige milieubelasting door varkensvlees.



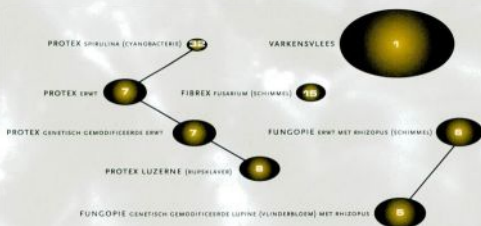
BRON: LEI-DLO, ONTWIKKELING VAN NOVEL PROTEIN FOODS DOOR BEDRIJVEN, DTO-WERKDOCUMENT VN21.  
**KOSTENOPBOUW VAN NPF IN 2035**  
 vergeleken met varkensvlees in gulden per 1.000 kilogram



BRON: N.W. VAN DEN BERG, E.A. NOVEL PROTEIN FOODS.  
 MILIEU-ANALYSE VAN DE VOORTBRENGINGSCYCLEN, DTO-WERKDOCUMENT VN18, 1996  
**MILIEU-INDEX VAN NPF**  
 in procenten van de milieu-index van varkensvlees op basis van de in 1995 gangbare productieprocessen



BRON: N.W. VAN DEN BERG, E.A. NOVEL PROTEIN FOODS.  
 MILIEU-ANALYSE VAN DE VOORTBRENGINGSCYCLEN, DTO-WERKDOCUMENT VN18, 1996  
**MILIEU-REDUCTIEFACTOR TEN OPZICHTE VAN DE PRODUCTIE VAN VARKENSVLEES IN 1995, MET HUIDIGE TECHNOLOGIE**



BRON: N.W. VAN DEN BERG, E.A. NOVEL PROTEIN FOODS.  
 MILIEU-ANALYSE VAN DE VOORTBRENGINGSCYCLEN, DTO-WERKDOCUMENT VN18, 1996  
**MILIEU-REDUCTIEFACTOR TEN OPZICHTE VAN DE PRODUCTIE VAN VARKENSVLEES IN 1995, ZONDER GEWASBESCHERMINGSMIDDELEN**



## EEN ONTWIKKELINGSPLAN

**OM KNELPUNTEN VOOR DE INTRODUCTIE VAN NPF WEG TE NEMEN** is in de slotfase van het DTO-project een ontwikkelings-traject uitgestippeld. Hiermee zijn de doelstellingen voor de lange termijn concreet vertaald naar acties voor de korte termijn. Relevante activiteiten voor de korte termijn zijn gegroepeerd rond zeven clusters.

**PUBLIEKSVOORLICHTING** Door communicatie met consumenten, maatschappelijke organisaties en belangenorganisaties in de vleessector kunnen we een breder maatschappelijk draagvlak voor NPF opbouwen.

**ONDERWIJS EN KENNISOVERDRACHT** In het primaire en secundaire onderwijs zouden we meer aandacht moeten geven aan de relatie tussen voeding en milieu. In het tertiaire en universitaire onderwijs is aandacht voor duurzame technologie op zijn plaats.

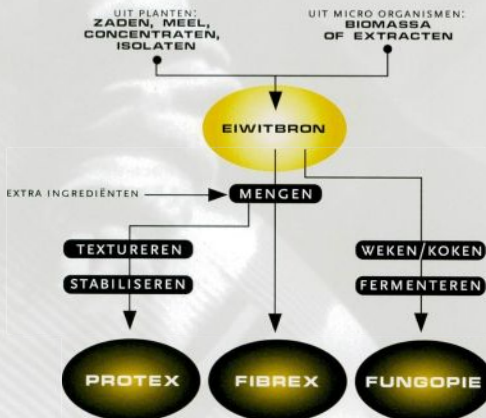
**MARKTONDERZOEK** Met meer kennis over individuele en maatschappelijke behoeften en trends kunnen we de kwaliteit van NPF beter afstemmen op de wensen van consument.

**FUNDAMENTEEL ONDERZOEK EN KETENORGANISATIE** Fundamentele kennis over verbetering van NPF qua sensoriek, voedingswaarde en milieureductie kan het best plaatsvinden binnen samenwerkingsverbanden van bedrijven.

**STIMULERING VAN PRODUCTONTWIKKELING** Op korte termijn kunnen de eerste NPF-eindproducten worden geproduceerd. Ook kunnen bestaande plantaardige eiwithoudende producten worden verbeterd. De overheid zou deze ontwikkeling kunnen stimuleren.

**VERBETEREN VAN MILIEURENDEMENT** Milieutechnologische ontwikkelingen, zoals ecologische gewasteelt, maken het mogelijk om de milieubelasting door zowel vlees als NPF verder omlaag te brengen.

**SOCIALE MAATREGELEN, WET- EN REGELGEVING** Er zijn sociale maatregelen nodig om de gevolgen van banenverlies in de krimpende vleessector te verzachten. Verder zijn er wetten en regels nodig voor (internationale) naamgeving en etikettering van NPF-producten.



## NPF EN HET VERVOLG

### DE ONTWIKKELING VAN NPF STAAT VOLOP IN DE BELANGSTELLING.

Diverse bedrijven en kennisinstellingen, waarmee tijdens het programma een nauwe samenwerking is opgebouwd, werken verder aan de ontwikkeling en introductie van NPF. Een groot aantal projecten, die in meerdere of mindere mate voortkomen uit het DTO-programma, zullen in de komende jaren worden uitgevoerd:

- Het bedrijf Boekes is gestart met een Novel Protein Food-lijn, bestaande uit onder andere broodbeleg en worstjes.
- De ministers van LNV, VWS en OC&W hebben geld uitgetrokken voor een stimuleringsprogramma Verantwoorde Voeding. Duurzaamheid speelt hierin een belangrijke rol.
- De Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) heeft geld gereserveerd voor een raamwerkprogramma Duurzame Voedselproductie. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de resultaten van het DTO-programma.
- TNO-Voeding, ATO-DLO en de Landbouwuniversiteit Wageningen hebben aan de stichting Agro Keten Kennis voorgesteld om de fundamentele kennis over de productie van NPF binnen samenwerkingsverbanden van het bedrijfsleven te verbeteren.
- De Landbouwuniversiteit Wageningen is van start gegaan met het project 'Op weg naar een duurzame productie van eiwithoudende voedingsmiddelen'.
- TNO-Voeding is begonnen met een zesjarig onderzoekprogramma met als titel 'Future Protein Foods'. Het programma zal in samenwerking met het bedrijfsleven en met Europese partners worden uitgevoerd.
- Het Technologisch Topinstituut Voedselwetenschappen heeft een programma opgezet voor onderzoek naar moleculaire en fysisch-chemische mechanismen die de basis vormen voor de functionele eigenschappen van NPF.
- ATO-DLO doet onderzoek naar marktrijpe NPF-opties. Daarmee wil ATO-DLO een brug slaan tussen fundamenteel onderzoek en meer toepassingsgericht onderzoek van bedrijven.





# PROJECT SENSORTECHNOLOGIE

MEET- EN REGELTECHNIEK BLIJKT EEN KRITISCHE TECHNOLOGIE

TE ZIJN VOOR VEEL VORMEN VAN LAND- EN TUINBOUW. HET

BLIJKT DAT DE AGRARISCHE SECTOR DE MILIEUBELASTING

AANMERKELIJK KAN REDUCEREN, WANNEER ZE DE BESCHIK-

KING HEEFT OVER NAUWKEURIGE INSTRUMENTEN EN INTER-

PRETATIEMODELLEN WAARMEE TEELTOMSTANDIGHEDEN IN

ALLE OPZICHTEN KUNNEN WORDEN GEVOLGD EN GE-

STUURD. HET PROGRAMMA 'SENSORTECHNOLOGIE' IS EROP

GERICHT OM EEN VERDERE ONTWIKKELING VAN DEZE

TECHNOLOGIE TE STIMULEREN.

## STAP 4. DEFINITIEFASE

ALLEREERST IS IN KAART GEBRACHT

welke informatie nieuwe sensoren zouden moeten opleveren om een duurzame landbouwproductie mogelijk te maken en welke Nederlandse kenniscentra en bedrijven aan het project een bijdrage kunnen leveren. Dit werk is onder meer gedaan tijdens een workshop met deskundigen op het gebied van de sensortechnologie, mensen uit het bedrijfsleven en mensen uit het landbouwkundig onderzoek.

## STAP 5. UITWERKING

IN EEN BUREAUSTUDIE die in samenwerking met inhoudelijk deskundigen van DLO, 3T BV en Vertis is uitgevoerd, is de informatiebehoefte gespecificeerd en zijn de mogelijke sensortechnologieën geïnventariseerd. Door de stand van de techniek te bepalen is een aantal technologische barrières aangewezen. Er is een onderzoeksprogramma opgesteld om deze te slechten.

## STAP 6/7. UITVOERING

**DE ONTWIKKELING VAN NIEUWE SENSORTECHNOLOGIE** biedt kansen voor bedrijven en kennisinstellingen. Daarom onderzoeken de deelnemers aan het project hoe en met welke partijen het voorgestelde onderzoekprogramma kan worden uitgevoerd. De verwachting is dat de meeste sensortechnologieën binnen van vijf tot tien jaar tot marktrijpe producten kunnen leiden.

### DE INFORMATIEBEHOEFTE

**DUURZAAM LANDGEBRUIK** legt veel nadruk bij het sluiten van stofkringlopen, met name van de nutriëntenkringloop. Hoogwaardige nuttige toepassing van mest en andere organische reststoffen vereist dat de nutriëntensamenstelling ervan nauwkeurig bekend is en dat compostering en andere opwerkingsprocessen kunnen worden gevolgd.

Toediening van nutriënten kan goed aansluiten bij de behoefte van plant en bodem als de samenstelling van de bodem en de vitaliteit van gewassen op ieder moment en op iedere plaats bekend is.

Ook de waterbehoefte van de plant is in een duurzaam systeem zeer belangrijk. Met radartechnologie of met andere hoog-frekwente elektromagnetische technologieën is het mogelijk de waterbehoefte en de concentratie van voedingsstoffen in het water voortdurend bij te houden. Chemische sensoren kunnen van pas komen om de concentraties van specifieke stoffen te bepalen.

**GEÏNTEGREERDE CONVERSIE EN MET NAME PRECISIELANDBOUW** vragen om monitoring van de vitaliteit van gewassen en plaagdectie in een zo vroeg mogelijk stadium. Groeistoornissen kunnen onder andere vastgesteld worden op basis van kleurveranderingen, vormveranderingen, veranderingen in het fluorescentiepatroon, veranderingen in metabolisme en de aanwezigheid van specifieke chemische stoffen. Detectie-instrumenten die deze veranderingen signaleren, kunnen bevestigd worden aan de trekker, aan een bewerkingsboom of op een satelliet. Plagen die veroorzaakt worden door insecten kunnen gedetecteerd worden door de insectenconcentraties boven het gewas te meten of door bepaalde geluiden te meten. Met dergelijke sensoren is het ook mogelijk om onkruid in een vroeg stadium van groei te detecteren.

**HIGH-TECH AGROPRODUCTIE** gaat allereerst uit van verregaande klimaatcontrole. Dat vereist continue meting van luchtvochtigheid, kooldioxide-concentratie, temperatuur en lichtsterkte. Aangezien er binnen het systeem geen chemische middelen worden gebruikt om het gewas tegen ziekten en ongedierte te beschermen, is een tijdige verwijdering van eventueel geïnfecteerde planten van groot belang om oogstverlies te voorkomen. Dat vereist continue controle van het gewas in de gehele productie-eenheid. Vruchtdragende planten besteden een deel van hun energie aan de groei van loof. Voor een optimale productie is het van belang om bladeren die geen licht vangen snel te verwijderen. Daarvoor zijn apparaten nodig die de lichtval op de plant meten, onnodige bladeren opsporen en automatisch plukken.

Ook het oogsten gebeurt in een gesloten productie-eenheid voor een groot deel automatisch. Om het juiste moment van oogsten vast te stellen zijn instrumenten nodig waarmee kan worden bepaald of vruchten rijp zijn. Die bepaling kan plaatsvinden op basis van kleur, grootte en suikergehalte van de vrucht. Bruikbare technieken zijn computer-visie en infrarood-spectrometrie.

**DOOR SYSTEMATISCH EEN BEELD TE SCHETSEN** van bodem, water, plant, lucht/microklimaat, product(kwaliteit), dier en licht/energie is een zo volledig mogelijk inzicht verkregen in de informatiebehoefte van een duurzame voedselproductie. Deze informatiebehoefte is vervolgens nauwkeurig geoperationaliseerd door tientallen parameters te definiëren. Zo kan de biologische bodemvruchtbaarheid onder andere bepaald worden door de aanwezigheid van micro-organismen te detecteren, maar ook onkruidzaadhoeveelheden, humusgehalte en bodemtemperatuur zeggen iets over de vruchtbaarheid. Het welzijn van dieren kan onder andere bepaald worden aan de hand van activiteit, lichaamstemperatuur en hartslag. De kwaliteit van plantaardige teeltproducten kan bepaald worden aan de hand van grootte, lengte, vorm, hardheid, viscositeit, drogestof-gehalte en een groot aantal andere parameters.



## GECONSTATEERDE INFORMATIEBEHOEFTE BINNEN DRIE DTO-PROJECTEN

### BODEM EN WATER

Bodemvochtgehalte; nutriëntengehaltes ( $NO_3$ ,  $K^+$ , fosfaat en in kassen ook  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$  en sulfaat); fysische structuur (dichtheid, bewerkbaarheid); gashuishouding (gehaltes aan  $O_2$  en  $CO_2$ ) en biologische bodemvruchtbaarheid.

### DIERLIJK PRODUCT

Melkmonitoring (kwaliteit en gezondheid van dieren); productkwaliteit (vlees, melk en eieren).

### DIERLIJKE PRODUCTIESYSTEMEN

Gezondheid en conditie (rangorde); klimaat om het dier (zie ook microklimaat); welzijn; productie; identificatie; bloedsamenstelling.

### PLANTAARDIGE PRODUCTIESYSTEMEN

Nutriëntengehaltes en -verdeling in plant; vochtgehalte en -verdeling in plant; ziekteresistentie; plantspecifieke signaalstoffen; activiteit; concurrentie; vitaliteit; identificatie; structuurherkenning (plant en wortels).

### LUCHT EN MICROKLIMAAT

Ziekteverwekkers; microklimaat; insecten(dichtheid); luchtstromingen; lichtevoelheid; spectrale lichtsamenstelling; stofdetector (kasbedekking); energie.

### ARBEID, PROCES EN MANAGEMENT

Positiebepaling op perceel; veiligheidsaspecten (detectie vreemde objecten); identificatie van bomen, mensen, planten, dieren en bewerkingsmachines; arbeid en vermogen; energie en energiegebruik; dosering van grondstoffen.

### PLANTAARDIG TEELTPRODUCT

Hoeveelheid primair product, kwaliteit en samenstelling producten, oogsttijdstip, productherkenning, positiebepaling.

### GRONDSTOFFEN EN HERGEBRUIK VAN AFVAL

Hoeveelheid; uitgangs- en ingangscntrole herbruikbare grondstoffen; nutriëntengehaltes en -beschikbaarheid (bindingstoestand); mestamenstelling.



## DE BESCHIKBARE TECHNOLOGIE

ER ZIJN VEEL SENSORTECHNOLOGIEËN MOGELIJK die kunnen voorzien in de geschetste informatie-behoefte. De volgende tabel geeft een overzicht van mogelijke sensortechnologieën die vier soorten van informatiebehoefte kunnen opleveren.

NUTRIËNTENSAMENSTELLING EN CONCENTRATIES VAN (BIO)CHEMISCHE VERBINDINGEN IN COMPLEXE MEDIA (WATER, MEST, PLANTEN, BLOED, MELK EN BIOMASSA)

- Elektrochemische sensoren
- Optochemische sensoren
- Akoestische sensoren
- Selectortechnologie
- Biosensoren
- Microsysteem-technologie

HOEVEELHEID, GEHALTES, SAMENSTELLING EN TEXTUUR VAN PRODUCTEN EN BODEM.

- Dynamische massabepalingen
- Gamma- en röntgentechnieken
- Reflectometrie en nabij-infrarood (NIR)
- Radartechnieken
- Immunokits en nematodendetectie
- Volumeflow-, gehalte- en textuursensoren

(MICRO)KLIMAAT ROND PLANTEN EN DIEREN, LUCHT EN LICHTKENMERKEN

- Infrarood-lasergeïnduceerde fotoakoestiek
- LIDAR
- Laser-dopplertechnieken en hittedraadanemometer
- Microspectrometers (analysers)
- (Laser-)fluorescentietechnieken
- Ramantechnieken

POSITIEBEPALING, STRUCTUURHERKENNING EN OBJECTIDENTIFICATIE

- Geostationaire positiebepaling
- Visientechnieken
- Akoestische en radarpositiebepaling van vruchten

## ONDERZOEKPROGRAMMA SENSORTECHNOLOGIE

### ONDERZOEKPROGRAMMA

DOOR EEN KOPPELING TE MAKEN tussen de toekomstige informatiebehoefte en de beschikbare sensortechnologie is een aantal barrières in beeld gekomen. Hoewel veel van de benodigde technologieën nu al beschikbaar zijn, is er voor andere nog nader onderzoek nodig. De meest belangrijke meetvragen waarmee fundamenteel technologische barrières gemoed zijn, zijn opgenomen in een *shortlist*. Bij de samenstelling van die *shortlist* zijn vijf criteria gevolgd:

- Het belang van de te meten parameters
- Het bereik van de sensor (validiteit en betrouwbaarheid)
- Levensduur van een sensor
- Kostprijs
- Ontwikkelingsstadium

De *shortlist* vormt de motivering van een onderzoeksprogramma waarin dertien onderzoeksthema's zijn afgebakend. Uitwerking van deze thema's is van groot belang om de doelstellingen van de DTO-projecten High-tech agroproductie, Duurzaam landgebruik en Geïntegreerde plantconversie volledig te kunnen bereiken.

#### CHEMISCHE SENSOREN VOOR NUTRIËNTEN EN BIOCHEMISCHE/ORGANISCHE VERBINDINGEN:

- Chemische sensoren voor nutriënten in (bodem)water, mest en planten.
- Chemische sensoren voor relevante organische en biochemische verbindingen in water, plant en dier.
- Microsysteem- en analysetechnologie met (geïntegreerde) sensoren.

#### GEHALTES EN TEXTUURSENSOREN:

- Gehaltebepalingen met kerntechnieken en hoog-energetische elektromagnetische technieken.
- Gehaltebepalingen met visionotechniek in het zichtbare en nabije infrarood gebied.
- Gehalte- en textuurbeoordelingen met radartechnieken.

#### KLIMAAT-, LUCHT- EN LICHTSENSOREN:

- Luchtstromingen in stallen en kassen; microklimaatparameters.
- Lage concentraties gassen en verbindingen in de atmosfeer.
- Microspectrometers voor bepalingen lichtintensiteit en spectrale verdeling.

#### POSITIE-EN STRUCTUURSENSOREN:

- Afbeeldingstechnieken voor twee- en driedimensionale plaats- en kwaliteitsbepalingen.
- Airborne en spaceborne remote sensing.
- Akoestische en radar-positiebepalingen.
- Objectidentificatietechnologie.







**OOK OP KORTE TERMIJN** kan het programma Sensortechnologie tot spin-off leiden. Er zijn ontwikkelingsvoorstellen geformuleerd, inclusief het benodigde applicatiegerichte onderzoek, gericht op concrete toepassingen van chemische sensoren. Deze voorstellen kunnen in tegenstelling tot het hierbovengenoemde lange-termijnonderzoek kansen bieden voor competitief onderzoek door bedrijven en onderzoeksinstellingen. De volgende vier voorstellen zijn bijvoorbeeld uitgewerkt:

- Synthese van selectieve ionoforen voor anionen en de toepassing in duurzame elektrochemische en optische sensor systemen.
- Synthese van selectieve receptoren voor neutrale moleculen en de toepassing in duurzame elektrochemische en optische sensorsystemen.
- Ontwikkeling van 'gefragmenteerde' enzymen en de combinatie met compatibele synthetische biomembranen voor de constructie van biosensoren.
- Modelmatige correctie van het verloop van de gevoeligheid en selectiviteit bij sensorarray's gebaseerd op multivariate analyse.

**HET VERVOLG VAN HET PROJECT** Sensortechnologieën biedt niet alleen interessante uitdagingen voor het landbouwkundig onderzoek. Juist het samenbrengen van het (fundamenteel) technisch onderzoek en het (applicatiegerichte) landbouwkundig onderzoek leidt het snelst en het meest effectief tot nieuwe generaties sensoren voor de primaire voedselproductie.

Tijdens de uitvoering van het DTO-project zijn de kansen, de mogelijkheden en de resterende barrières rondom nieuwe sensortechnologie in beeld gebracht. De partijen die bij het project betrokken zijn geweest, Vertis, 3T BV en de instituten Agrotechnologisch Onderzoek en Milieu- en Argotechniek van de dienst Landbouwkundig Onderzoek, hebben besloten het project voort te zetten. Zij onderzoeken de mogelijkheden om een platform samen te stellen met bedrijven en kennisinstellingen, waarmee de het onderzoeksprogramma en de ontwikkelingsvoorstellen kunnen worden uitgevoerd.





# HET RESULTAAT

IS HET MOGELIJK OM IN 2040 OP EEN DUURZAME MANIER TE

VOORZIEN IN DE BEHOEFTE AAN EEN GEVARIEERD EN HOOG-

WAARDIG VOEDSELPAKKET? DAT WAS DE HOOFDVRAAG

WAARMEE HET DTO-PROGRAMMA VOEDEN VAN START IS

GEGAAN. HET ANTWOORD IS BEVESTIGEND.

**VANUIT EEN DUURZAAM TOEKOMSTBEELD** zijn vier mogelijkheden geïllustreerd, die een bijdrage aan een duurzame voedselvoorziening en een adequaat beheer van de groene ruimte kunnen leveren: Duurzaam Landgebruik, High-tech Agroproductie, Geïntegreerde Conversie en Novel Protein Food. Deze zijn getoetst op hun potentiële milieuwinst. Het blijkt dat we met de vier mogelijkheden een voedselvoorziening kunnen realiseren waarvan de milieubelasting een factor twintig lager ligt dan de milieubelasting die de huidige voedselketen veroorzaakt. De verdere ontwikkeling en implementatie van die mogelijkheden is in gang gezet. Een voorbeeld is de uitvoering van projecten in het gebied rond Winterswijk waarmee de mogelijkheden van Duurzaam Landgebruik worden gedemonstreerd.

**OOK DE ECONOMISCHE HAALBAARHEID** van een duurzame voedselvoorziening is zo goed mogelijk doorgerekend. Het blijkt dat veel projecten niet alleen op lange termijn haalbaar zijn, maar ook nu al een kader bieden voor kansrijke innovaties en nieuwe aantrekkelijke producten. Verschillende bedrijven zijn al bezig om de resultaten van het DTO-programma te incorporeren en in R&D-programma's verder uit te werken, bijvoorbeeld op het gebied van Novel Protein Food en op het gebied van High-tech Agroproductie.

**OM TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN OP HET SPOOR TE KOMEN** is een methodiek ontwikkeld. Een methodiek waarbij een schets van de ontwikkelingen op lange termijn sturing geeft aan maatregelen op korte termijn. Deze methodiek is uitgewerkt, beproefd en verfijnd in de verschillende projecten en kan nu als handreiking dienen voor bedrijven en instellingen die verder willen werken aan een duurzame technologische ontwikkeling.

**TIJDENS EEN SYMPOSIUM** op 15 januari 1997 in de RAI te Amsterdam zijn de resultaten van het programma besproken met betrokken bedrijven, instellingen, overheden en maatschappelijke organisaties. Het blijkt dat de projecten kunnen steunen op de belangstelling van velen. De deelnemers aan het symposium, waaronder vertegenwoordigers van alle grote tweede-kamerfracties, waren zonder uitzondering positief over het nut van de DTO-projecten. Een bloemlezing uit de reacties:

- Ferd Crone (PvdA) ziet mogelijkheden om zelfs bij fundamenteel onderzoek de behoeften van markt en samenleving hoog op de agenda te krijgen.
- Marijke Vos (Groen Links) zegt dat de aanjaagfunctie van een programma als DTO dringend gewenst is.
- Marius Varekamp (VVD) vindt het jammer als de kennis en ervaring die in DTO-verband is opgedaan, niet vertaald zou worden naar de praktijk. Hij ziet daar wel mogelijkheden voor.
- Maria van der Hoeven (CDA) wil elementen uit het DTO-programma gebruiken als kapstok voor vervolgp programma's.

**HET DRAAGVLAK** voor de resultaten van het DTO-programma, wordt niet alleen geschets door de kamerbrede steun die er is, maar vooral door de bijdrage die enkele honderden inhoudelijk deskundigen, wetenschappelijke instellingen, maatschappelijke organisaties, bedrijven en overheden aan het programma hebben geleverd. Daarnaast hebben meer dan tien externe financiers een financiële bijdragen aan het programma geleverd. Verder hebben zo'n duizend mensen het programma actief gevolgd. Een overzicht van direct betrokkenen staat op pagina 70-72 van deze publicatie.

Iedere partij is vanuit een eigen rol en verantwoordelijkheid bij voedselproductie en -consumptie betrokken. Tijdens het DTO-programma is aangetoond, dat die rollen en verantwoordelijkheden elkaar niet hoeven te bijten. Integendeel, het is mogelijk een groot aantal verschillende partijen enthousiast te maken voor één einddoel. Inmiddels zijn hieruit nieuwe samenwerkingsverbanden ontstaan. Zij gaan met de resultaten van het programma Voeden verder aan de slag.

## KEY TO FOOD

### SPECTRUM OF A SUSTAINABLE FOOD SUPPLY

#### SUMMARY

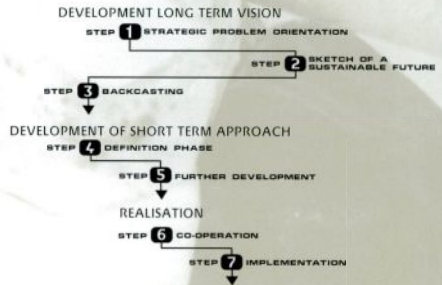
THE SUSTAINABLE TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT PROGRAMME (STD) WAS SET UP IN RESPONSE TO THE PHENOMENAL GROWTH OF BOTH POPULATION AND PROSPERITY LEVELS WORLD-WIDE, WHICH IS ITSELF LEADING TO AN UNPRECEDENTED INCREASE IN THE DEMAND FOR A HIGH QUALITY, VARIED DIET. VARIOUS NATIONAL AND INTERNATIONAL STUDIES HAVE LED US TO THE CONCLUSION THAT THIS GROWTH CAN ONLY BE SUSTAINED IN THE LONG TERM IF IN THE NEXT FIFTY YEARS WE CAN SUCCEED IN BECOMING AROUND TWENTY TIMES AS EFFICIENT IN OUR USE OF RESOURCES, SPACE AND ENERGY. THE AIM OF THE STD PROGRAMME IS TO IDENTIFY THE CHANGES OF DIRECTION REQUIRED AND THE OPPORTUNITIES TO BE EXPLOITED TO MAKE THIS GOAL ACHIEVABLE.

It is possible to develop sustainable systems for food production. In fact, such systems would open up new opportunities both for the agricultural sector and for the food industry. It would appear that other sectors, including the water, recreation, energy and waste sectors and nature and rural management would also benefit from a sustainable food supply. The STD Food sub-programme proves this claim and supports it with a large number of examples. The aim of the programme is to bring opportunities to light and to implement changes of direction. The Dutch government initiated the STD programme in 1993. A wide range of centres of excellence, businesses and social organisations have contributed. The overall programme comprises five sub-programmes: FOOD • CHEMISTRY • TRANSPORT • HOUSING • WATER. This publication outlines the findings of the Food sub-programme.

The results of the STD Food sub-programme demonstrate that a sustainable food supply is achievable. Five projects were carried out to investigate the possibilities, and a large number of developments were initiated. A wide range of businesses, centres of excellence, government bodies and social organisations were involved, all of whom recognise the importance of a sustainable food supply and are prepared to take on the responsibility of carrying out both the projects and the related research.

#### SUSTAINABLE LAND USE

In the Sustainable Land Use programme new management systems are being developed to optimise the use of the countryside. Central to these systems is the integration of various functions, such as agriculture, water and energy recovery, waste processing, rural development, countryside management and recreation. The combination of functions in one geographical area leads to the recovery of space and is of advantage both to nature and to the environment since, for example, the waste products from one function can serve as the raw material for another function. It also offers the land-user more potential to earn a living.



In Winterswijk, a municipality in the east of the Netherlands, farmers, the cattle feed and artificial fertiliser industry and businesses involved in the fields of nature, water, energy and recreation are putting sustainable land use into practice. A steering group has been appointed, which represents the nineteen main parties. Two possible development options for the year 2020 have been drawn up for an area of 13,600 hectares, decisions being based on the wishes of residents, businesses and local organisations. Nine demonstration projects have been designed and are now being implemented with existing businesses or at a specific location. Part of the project entails the identification of new technological areas of need and the development of those technologies.

#### HIGH-TECH AGROPRODUCTION

This entails the development of a closed cultivation system whereby fresh vegetables are grown in highly controlled conditions. This cultivation system is intended for production for the local market. Production can be precisely geared to meet market demand and organic waste can be recovered and re-used as a raw material. The water and carbon dioxide cycles are also closed as far as possible. Sunlight, together with any energy recovered during waste processing, covers total energy demand. High-tech agroproduction presents a framework for the development of any number of technologies which would make sustainable crop cultivation possible. Technological breakthroughs are required particularly in the areas of plant physiology, light conversion, energy storage, energy conversion and the control of complete programmes. Contact has been made with a number of leading institutes world-wide in relation to the development of these technologies. A number of businesses involved are setting up a pilot project and are attempting to implement a broad, integrated research programme.

#### WHOLE CROP UTILISATION

The combination of precision farming with the processing of primary products in a bio-refinery could prove to be one sustainable means of meeting the demand for consumable proteins, oils and fats. Two examples of food items which could be produced in this way are lupin-based cheese and pasta made from sustainably cultivated potatoes. Food crops are a source not only of food but also of non-food products such as cellulose, of biomass as a source of energy and of a range of basic chemicals which can be used in the pharmaceutical industry and in the fine chemicals industry. In the chemical industry, interest in whole crop utilisation is growing. Products which are already being made on a small scale include biological nappies, flax fibre reinforced bumpers and bio-plastics. Potatoes and hemp are two agricultural crops suitable for use in bulk in the chemical industry. Chemical companies and research institutes are working on the further development of whole crop utilisation.



## **NOVEL PROTEIN FOOD**

Meat is an important source of protein in our diet, but its production causes severe environmental strain. It is possible to replace meat with 'novel protein foods' (NPFs). These are protein-containing products made, for example, from vegetable substances or from micro-organisms. It is possible to produce a wide range of NPFs. Seven specific possibilities have been analysed within the context of the STD programme. It has been ascertained that the production of these NPFs would reduce environmental strain by a factor of between ten and thirty compared with the environmental strain resulting from meat production. NPFs would meet future consumer demands, since they are tasty, healthy and easy to prepare. They are also less expensive than meat: the cost price is a factor of between two and five lower than the cost price of pork. This makes them attractive to both producer and consumer. Consumer research indicates that in the long term NPFs can be expected to win forty percent of the meat market share.

In order to introduce NPFs onto the market on a large scale, it will be necessary to develop new technologies in the areas of smell, taste, touch, texture and nutritional value as well as increase the scale of production and reduce environmental strain. Follow-up projects, such as the introduction of the first generation of NPFs onto the market, the carrying out of basic and applied research and the development of new NPF products have been initiated by businesses and centres of excellence, working in co-operation with the Dutch government.

## **SENSOR TECHNOLOGY**

New measurement and control engineering together with models which can be used for interpreting data are essential to the achievement of a sustainable food supply. Crop cultivation must be closely monitored so that exactly the right amounts of water, nutrients, light and carbon dioxide can be administered. Disease must be detected at an early stage in order to facilitate treatment without the use of herbicides and minimise production loss. The ideal moment for harvesting must be identified. New sensor technology is also needed for the tracing of disease in animals, the measurement of fertiliser composition and the biological purification of water.

The potential development of new electrochemical sensors, bio-sensors, optochemical sensors, spectroscopy and new image processing techniques has not yet been fully explored. It is expected that it will take between five and ten years to develop these sensors.

## **STD WORKING METHOD**

STD has developed a new working method which can be used to generate new opportunities for a vital, sustainable food supply. This method is characterised by three elements:

- Long-term solutions that determine the short-term steps to be taken;
- Technological solutions viewed within the context of cultural and social factors that form the basis of the programme;
- Solutions agreed upon in consultation and co-operation with directly and indirectly involved parties.

The working method has been summarised in a seven-step plan, which can be used as a manual for companies, organisations and government bodies wishing to invest in sustainable development.

The working method is not linear, as might be suggested by the plan, but iterative. Whenever a new insight was gained we took time to reflect, in order to ensure that we would end up with a realistic and consistent picture of a sustainable food supply for the next century. An outline of the step-by-step plan is given below.

### **STEP 1. STRATEGIC PROBLEM ORIENTATION**

In order to identify areas in which there is currently a lack of sustainability and those areas in which current trends must be changed, we started by conducting a broad fundamental analysis of food supply as it now is.

### **STEP 2. SKETCH OF A SUSTAINABLE FUTURE**

Taking a future perspective is a central characteristic of the STD programme. In co-operation with social organisations, businesses and government bodies we drew up a coherent picture of a sustainable food supply which could be in place by 2040. We used this picture to select the search paths for a sustainable food provision.

**STEP 3. BACKCASTING** Backcasting (the discipline of taking the future as your starting point and reasoning backwards) reveals ways in which a sustainable future can be realised. It requires new management structures, new forms of land use, new agricultural products and new systems which facilitate the supply of those products.

**STEP 4. DEFINITION PHASE** The vision for the future was developed further and the systems for a sustainable food supply which had already been outlined were defined in more detail and tested for feasibility. In which precise areas do we need to change current trends? Which companies and organisations are able to contribute? What exactly will the innovations achieve?

### **STEP 5. FURTHER DEVELOPMENT**

The possible innovations were worked out in more detail. The short-term and long-term possibilities were presented, and concrete examples given. R&D programmes and demonstration projects were set up to supply the knowledge and experience we were lacking.

### **STEP 6. CO-OPERATION AND INTEGRATION**

The development of a solid support base was a crucial theme running throughout the STD programme. Businesses, centres of excellence, social organisations and government bodies have contributed to the programme both practically and financially. New joint ventures have been formed and are now testing out in practice the possibilities which came to light in the course of the STD programme.

### **STEP 7. REALISATION AND IMPLEMENTATION**

The ultimate goal of the STD programme is, of course, to ensure that the options which have been developed are actually used and will result in the establishment of a sustainable food supply in the next century. The STD programme has started a number of processes off which can be expected to lead to the accomplishment of this goal.

## SAMENVATTING

HET PROGRAMMA DUURZAME TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELING (DTO) IS OPGEZET VANUIT DE WETENSCHAP DAT DE WERELDBEVOLKING ÉN DE WELVAART HAND OVER HAND TOENEMEN. DAT GELDT OOK VOOR DE VRAAG NAAR EEN HOOGWAARDIG EN GEVARIIEERD VOEDSELPAKKET. UIT VERSCHILLENDE NATIONALE EN INTERNATIONALE STUDIES VALT AF TE LEIDEN, DAT DIE GROEI OP LANGERE TERMIJN ALLEEN MOGELIJK IS, ALS WE OVER EEN HALVE EEUW ONGEVEER TWINTIG KEER EFFICIËNTER OMGAAN MET GRONDSTOFFEN, RUIMTE EN ENERGIE. HET PROGRAMMA DTO IS EROP GERICHT OM TRENDBREUKEN EN MOGELIJKHEDEN OP TE SPOREN DIE DAT MOGELIJK MAKEN: EEN FACTOR TWINTIG IN VIJFTIG JAAR.

Duurzame systemen om voedsel te produceren zijn mogelijk en bieden nieuwe kansen voor de landbouwsector en voor de voedingsmiddelenindustrie. Ook andere sectoren zoals de water-, de recreatie- de energie- en de afvalsector en het natuur- en landschapsbeheer blijken bij een duurzame voedselvoorziening baat te hebben. Het DTO-programma Voeden toont dat aan en illustreert dat met tal van voorbeelden. Het programma is erop gericht om die kansen aan het licht te brengen en om trendbreuken te bewerkstelligen.

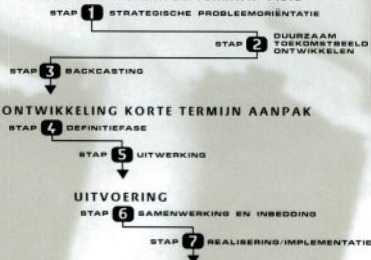
De Nederlandse overheid heeft het DTO-programma in 1993 geïnitieerd. Aan de uitvoering ervan hebben tal van kennisinstellingen, bedrijven en maatschappelijke organisaties een bijdrage geleverd. Het complete programma bestaat uit vijf deelprogramma's: VOEDEN • CHEMIE • VERPLAATSEN • HUISVESTEN • WATER. In deze publicatie worden de resultaten van het deelprogramma Voeden toegelicht.

Het resultaat van het DTO-programma Voeden laat zien dat een duurzame voedselvoorziening mogelijk is. In vijf projecten zijn daartoe de mogelijkheden onderzocht en een groot aantal ontwikkelingen zijn in gang gezet. Bij het programma is een groot aantal bedrijven, kennisinstellingen, overheden en maatschappelijke organisaties betrokken die het belang van een duurzame voedselvoorziening inzien en de verantwoordelijkheid voor de uitvoering van de projecten en het benodigde onderzoek overnemen.

## DUURZAAM LANDGEBRUIK

In het project Duurzaam Landgebruik worden nieuwe bedrijfssystemen ontwikkeld waarmee de potenties van het landelijk gebied ten volle kunnen worden benut. Kern daarbij is het integreren van meerdere functies zoals landbouw, water- en energiewinning, afvalverwerking, natuurontwikkeling, landschapsbeheer en recreatie. De combinatie van functies in één gebied leidt tot ruimtewinst en is voordelig voor natuur en milieu, bijvoorbeeld omdat reststoffen van één functie als grondstof kunnen dienen voor een andere. Het biedt voor de landgebruiker bovendien meer mogelijkheden om een inkomen te verdienen.

## ONTWIKKELING LANGE TERMIJN VISIE



In Winterswijk, een gemeente in het oosten van Nederland, brengen agrariërs, natuur-, water-, energie- en recreatiebedrijven en de veevoeder- en kunststofindustrie duurzaam landgebruik in praktijk. Er is een stuurgroep ingesteld waarin de negentien belangrijkste partijen vertegenwoordigd zijn. Voor een gebied van 13.600 hectare zijn op grond van de wensen van bewoners, bedrijven en instellingen twee ontwikkelingsperspectieven voor het jaar 2020 opgesteld. Er zijn negen demonstratieprojecten ontworpen die in onderlinge samenhang bij bestaande bedrijven of op een specifieke locatie worden uitgevoerd. Binnen het project worden de benodigde nieuwe technologieën geïdentificeerd en ontwikkeld.

## HIGH-TECH AGROPRODUCTIE

Hierbij gaat het om het ontwikkelen van een gesloten teeltsysteem waar onder vergaand geconditioneerde omstandigheden verse groenten worden gekweekt. Het beoogde teeltsysteem produceert voor een lokaal afzetgebied. Hierdoor kan de productie nauwkeurig worden afgestemd op de vraag van de markt en kunnen organische reststoffen worden teruggewonnen en opnieuw gebruikt worden als grondstof. Ook de water- en kooldioxidekringlopen worden zoveel mogelijk gesloten. Zonlicht dekt, samen met eventueel teruggewonnen energie uit afvalverwerking, de volledige vraag energie.

High-tech agroproductie biedt een kader voor ontwikkeling van tal van technologieën die duurzame gewasteelt mogelijk maken. Met name op het gebied van plantenfysiologie, lichtconversie, energieopslag en -conversie en sturing van totaalsysteem zijn technologische doorbraken noodzakelijk. Met een aantal topinstituten in de wereld zijn contacten gelegd om deze technologieën te ontwikkelen. Enkele betrokken bedrijven zetten een pilot-project op en proberen een breed en geïntegreerd onderzoekprogramma uit te voeren.

## GEÏNTEGREERDE CONVERSIE

Een combinatie van precisielandbouw en bewerking van primaire producten in een (bio)refinery kan op een duurzame manier voorzien in de vraag naar consumeerbare eiwitten, oliën en vetten. Mogelijke producten zijn bijvoorbeeld kaas die geproduceerd wordt op basis van lupine of pasta die gemaakt wordt op basis van duurzaam geteelde aardappel.

Naast voedingsmiddelen leveren voedselgewassen ook non-food producten zoals cellulose, biomassa voor de energievoorziening en uiteenlopende basisstoffen voor de farmaceutische en fijnchemische industrie. Bij de chemische industrie groeit de belangstelling voor geïntegreerde conversie van planten. Producten die al op kleine schaal worden gemaakt, zijn bijvoorbeeld biologische luiers, vlasvezelversterkte bumpers en bio-plastics. Landbouwgewassen die binnen de chemische industrie op grote schaal kunnen worden toegepast zijn aardappel en hennep. Chemische bedrijven en researchinstellingen werken aan de verdere ontwikkeling van geïntegreerde conversie.



## NOVEL PROTEIN FOOD

Vlees vormt een belangrijke eiwitbron in ons voedselpakket. De productie ervan brengt echter een zware milieubelasting met zich mee. Het is mogelijk om vlees te vervangen door zogenoemde 'Novel protein foods' (NPF's). Dat zijn eiwithoudende producten die bijvoorbeeld gemaakt zijn op basis van plantaardig materiaal of op basis van micro-organismen. Er zijn veel soorten NPF's mogelijk. Hiervan zijn er in het kader van het DTO-programma zeven geanalyseerd. De productie van deze NPF's blijkt een factor tien tot dertig minder belastend voor het milieu te zijn dan de productie van vlees. NPF voldoet een de toekomstige eisen van de consument: het is lekker, gezond en makkelijk klaar te maken. Bovendien is NPF goedkoper: de kostprijs is een factor twee tot vijf lager dan de kostprijs van varkensvlees. Dat maakt het een interessant artikel voor producenten en voor consumenten. Uit consumentenonderzoek blijkt dat NPF op langere termijn een marktaandeel van veertig procent op vlees kan veroveren.

De ontwikkeling van nieuwe technologie op het gebied van sensoriek, texturering, voedingswaarde, opschaling van de productie en reductie van de milieubelasting is nodig om NPF op grote schaal op de markt te kunnen brengen. Vervolgprojecten zoals het op de markt brengen van de eerste generatie NPF's, het uitvoeren van fundamenteel en toegepast onderzoek en het ontwikkelen van nieuwe NPF-producten, zijn door bedrijven en kennisinstellingen in samenwerking met de Nederlandse overheid gestart.

## SENSORTECHNOLOGIE

Nieuwe meet- en regeltechniek en modellen om gegevens te interpreteren, zijn essentieel voor een duurzame voedselvoorziening. Gewasteelt moet nauwkeurig kunnen worden gevolgd om precies de juiste hoeveelheid water, nutriënten, licht en kooldioxide te kunnen toedienen. Ziekten moeten in een pril stadium worden gedetecteerd om bestrijding zonder chemische gewasbeschermingsmiddelen en met zo weinig mogelijk productieverlies mogelijk te maken. Oogstmomenten moeten nauwkeurig kunnen worden bepaald. Ook voor het opsporen van ziekten bij dieren, het meten van de samenstelling van mest en het biologisch zuiveren van water is nieuwe sensortechnologie nodig.

Er zijn onder andere mogelijkheden voor elektrochemische sensoren, biosensoren, optochemische sensoren, spectroscopie en nieuwe beeldverwerkingstechnieken. De verwachting is dat deze sensoren binnen vijf tot tien jaar beschikbaar komen.

## DTO-WERKWIJZE

DTO heeft een nieuwe werkwijze ontwikkeld waarmee de nieuwe kansen voor een vitale en duurzame voedselvoorziening zijn uitgewerkt. Die werkwijze wordt gekenmerkt door drie elementen:

- Oplossingen voor de lange termijn bepalen de richting voor acties op korte termijn.
- Technologische mogelijkheden vormen de ingang van het programma, maar worden niet los gezien van culturele en structurele factoren.
- Nieuwe kansen worden gerealiseerd in samenwerking en in samenspraak met direct en indirect betrokkenen.

De werkwijze is samengevat in een plan met zeven stappen, dat kan dienen als handreiking aan bedrijven, instellingen en overheden die zich sterk willen maken voor een duurzame ontwikkeling. De werkwijze is niet lineair, zoals het schema misschien doet vermoeden, maar iteratief. Telkens wanneer zich nieuwe inzichten voordeden, is een stap terug gezet, zodat uiteindelijk een breed gedragen, realistisch en consistent beeld van een duurzame voedselvoorziening in de volgende eeuw kon worden geschetst. Hiernaast zijn de grote lijnen van het stappenplan toegelicht.

**STAP 1. STRATEGISCHE PROBLEEM-ORIËNTATIE** Om de huidige onduurzaamheden en de benodigde trendbreuken op het spoor te komen, is begonnen met een brede en fundamentele analyse van de voedselvoorziening van vandaag.

**STAP 2. SCHETS VAN EEN DUURZAME TOEKOMST** Denken vanuit de toekomst is een centraal kenmerk van het DTO-programma. Daarom is in samenwerking met maatschappelijke instellingen, bedrijven en overheden een samenhangende schets gemaakt van een duurzame voedselvoorziening in 2040. Op basis van die schets zijn de zoekrichtingen voor een duurzame voedselvoorziening geselecteerd.

**STAP 3. BACKCASTING** Door backcasting, ofwel terugredeneren vanuit de toekomst, komt aan het licht hoe we de schets van een duurzame toekomst kunnen realiseren. Daarvoor zijn nieuwe organisatievormen nodig, nieuwe vormen van landgebruik, nieuwe (agrarische) producten en systemen om daarin te voorzien.

**STAP 4. DEFINITIEFASE** Het toekomstbeeld is verder uitgewerkt en de geschetste systemen van een duurzame voedselvoorziening zijn nauwkeuriger omschreven en op hun haalbaarheid getoetst. Welke trendbreuken zijn er precies nodig? Welke bedrijven en instellingen zijn in staat om een bijdrage te leveren? Welke voordelen kunnen met de innovaties worden behaald?

**STAP 5. UITWERKING** De mogelijke zoekrichtingen zijn vervolgens verder uitgewerkt. De mogelijkheden op korte en lange termijn zijn met concrete illustraties aangetoond. Op sommige punten schiet bestaande kennis en ervaring tekort. Om die aan te vullen zijn demonstratieprojecten en R&D-programma's opgesteld.

**STAP 6. SAMENWERKING EN IN-BEDDING** De ontwikkeling van draagvlak heeft als een rode draad door het gehele DTO-programma gelopen. Bedrijven, kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties en overheden hebben financieel en inhoudelijk aan het programma bijgedragen. De mogelijkheden die tijdens het DTO-programma aan het licht zijn gebracht, worden nu binnen nieuwe samenwerkingsverbanden in praktijk gebracht.

**STAP 7. REALISATIE EN IMPLEMENTATIE** Het einddoel van het DTO-programma is uiteraard dat de ontwikkelde mogelijkheden werkelijkheid worden en leiden tot een duurzame voedselvoorziening in de volgende eeuw. Het DTO-programma heeft een aantal processen die daartoe kunnen leiden, in gang gezet.



Het programma voeden is opgezet en uitgevoerd onder leiding van ir. Oskar de Kuiper. De verschillende projecten uit het programma worden zijn uitgevoerd onder leiding van: ir. Jacques Beeren (Behoeftevalanalyse/voeden), ir. Oskar de Kuiper (Duurzaam Landgebruik en Symposium), ir. Jan Bos (Hoogwaardige Technologische Agroproductie en Geïntegreerde Conversie), dr. ir. Hans Linsen (Novel Protein Foods) en dr. ir. Frans Kampers (Sensortechnologie).

**BEHOEFTEVALANALYSE VOEDEN** STUURGROEP: dr. ir. G. van Groenendijk (Programma DTO) & dr. ir. O.C.H. de Kuiper (Programma DTO) & dr. dr. J.M.P. Papenhuijzen (Ministerie van LNV/NRLO) & mw. drs. M.W. van Schijndel (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu) & dr. ir. K. Visser (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu) & drs. F.A. Vollenbroek (Ministerie van VROM). & PROJECT-GROEP: dr. ir. J.Th.J. Beeren (Arcadis Heideij Advies BV) & A. Hickling (Processconsultant workshop-Warrickshir (UK) & dr. dr. ir. J. Hiddink (IMD Micon BV Industriële Milieudiensten) & dr. ing. A. Hoogerwerf (DLO-Instituut voor Agro-Technologische Onderzoek) & dr. ir. C.A. de Jong & dr. ir. H. Klein-Teeselink (Arcadis Heideij Advies BV) & dr. ir. O.C.H. de Kuiper (Programma DTO) & dr. dr. dr. G. Meerdink (Landbouw Universiteit Wageningen Vakgroep Proceskunde) & dr. ir. H. Nierboer (TNO-Voeding) & dr. ir. P. Nouwen (Heideij Advies BV). DIRECT BETROKKENEN: dr. ir. J.C.J. Amerlaan (Tuinbouw Proefstation Nauldijk) & dr. ir. J.G. Andrae (Albert Heijn BV) & dr. drs. T. Bade (KPMG Milieu) & dr. H. van den Berg (Applicon Dependable Instruments BV) & dr. ir. J. Bol (TNO Voeding) & dr. dr. G. van den Bosch (Cehave NV) & mw. dr. S.A. Bouwer-Hertberg (Albert Heijn BV) & dr. ir. A.H.M. Bresser (RIVM) & dr. R. van Broekhuizen (Landbouwuniversiteit Wageningen Vakgroep Sociologie) & dr. dr. ir. S. Bruin (Unilever Research Laboratorium) & mw. ir. M. Bultenkamp (Vereniging Milieufederatie) & dr. dr. A. Capelle (Cebeco Handelsraad B.A.) & dr. prof. dr. H. Challa (Landbouwuniversiteit Wageningen Vakgroep Tuinbouw Plantenteelt) & mw. prof. dr. C.E.R. van Dam-Mieras (Open Universiteit) & prof. dr. ir. G. van Dijk (Nationale Coöperatieve Raad voor Land- en Tuinbouw) & dr. dr. ing. H.W.J. Donkers (DLO Instituut voor Milieu en Agritechniek) & dr. G.J. Doornbos (LTO Nederland) & dr. dr. ir. A.H. Eenink (Nutricia) & mw. dr. J. van Eijndhoven (Rathaus Instituut) & mw. ir. M.H. Feenstra (v/h Swoka) & dr. dr. ir. P. Folstar (TNO) & mw. dr. M. Frans (Koppens BV) & dr. A.W. van Genderen (v/h beleidsmedewerker Voeding en Milieu Consumenten Contact) & dr. ir. Th.G.E. Geurts (Gist Brocades) & dr. prof. dr. ir. E.A. Goewie (Landbouw Universiteit Wageningen Vakgroep Ecologische Landbouw) & drs. H.J. de Graaf (Rijks Universiteit Leiden Milieurologie) & dr. ir. G.P. Groote & drs. H.A. Haccou (Arcadis Heideij Advies BV) & mw. S. van Hasselt (Eurotoques) & prof. dr. ir. J.G.A. Hautvast (Landbouw Universiteit Wageningen Vakgroep Humane Voeding) & dr. ir. H.J.A. van Helden (Kema Nederland BV) & dr. G. Huis in 't Veld (Consumentenbond) & dr. prof. dr. D. Huisings (Huisings Environmental Consultants, Inc.) & dr. dr. H.J. Huizing (Instituut voor Agro-technologische Onderzoek (ATO-DLO)) & dr. dr. ir. M.K. van Itersum (Landbouw Universiteit Wageningen Vakgroep Theoretische Teeltkunde) & dr. H.F.M. Janssen (Ministerie van LNV) & dr. ir. R.J. Janssens (TNO Voeding) & dr. ir. M.F.M. Janssens (ATO-DLO)) & dr. J.P. Juffermans (De Kleine Aarde) & dr. ir. J. van Kasteren (Pica Pers - Productiebureau BV) & dr. ir. J.W. ter Keurs (Rijks Universiteit Wageningen Milieubiologie) & dr. ir. A.J.M. Klassen (De Greenery International) & dr. dr. ir. J.F. Kliboubek (Cantunia Melkunie BV) & dr. G. Klein Lebbink M.Sc. (Stork NV) & dr. ir. O. Korver (Unilever Research Laboratorium) & dr. dr. ir. N.W.F. Kossen (Gist Brocades) & dr. de Kruif (Rabobank Nederland Eindhoven Coörd Tuinbouw) & dr. C.J. Lakwijk (Philips Nederland BV) & dr. dr. ir. J.M.G. Lankveld (Campina Melkunie BV) & dr. v. van Leeuwen (v/h Koffie Space BV) & dr. ir. J.J. Lentscher & dr. dr. ir. B.G. Linsen (BGL Management Consultants) & dr. dr. ir. G. Meester (Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij) & dr. dr. J. Mellema (Cobeco) & mw. J. Mooren (Voedingsbond FNV) & dr. dr. ir. L.H. de Nie (Suikerunie Nieuwe Ontwikkelingen) & dr. dr. ir. J. Nieuwenhuis (Unilever Research Laboratorium) & dr. ir. E.J.C. Paardekooper (TNO-Voeding) & dr. dr. ir. J.M.P. Papenhuijzen (Ministerie van LNV/NRLO) & drs. J.L. de Ridder (Consumentenbond) & prof. dr. ir. A. van 't Riet (Landbouw Universiteit Wageningen Procestechnologie) & dr. ir. J. van Roekel (Stichting Agro Keten Kennis) & dr. dr. ir. J.F.M. de Rooij (Unilever Research Laboratorium) & prof. dr. ir. A. Rorsch (Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij NRLO) & dr. ir. A.J.A. van Royen (Voortlichtingsbureau voor de Voeding - voedingscentrum AfD. directie) & dr. dr. P. van Sambeek (Vereniging Milieufederatie) & dr. ir. J.P.M. Schenkelaars (Schuttelaar & Partners) & dr. ir. A.H. Scholten (SWOKA) & dr. ir. M.R.J. Schuttelaar (Schuttelaar & Partners) & dr. A.L.M. Simonetti (Gist Brocades) & dr. ir. A.R. Sjaauw-Koen-Fa (Rabobank Nederland) & dr. dr. ir. Th. Snorens (Nutricia) & dr. dr. ir. J.H.J. Spieritz (Instituut voor Agro-technologische en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (DLO)) & mw. prof. dr. W.A. van Steveren (Landbouw Universiteit Wageningen Vakgroep Humane Voeding) & dr. ir. A.A.M. Sweep (Centraal Bureau van de Landbouwvellingen) & dr. dr. P.H. Vereijken (AB-DLO) & dr. dr. ir. A.P. Valk (Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek) & dr. prof. dr. ir. C.T. Verrips (Unilever) & dr. ing. R. Vingerling (NEDAP Agri BV) & dr. prof. dr. ir. A.C.J. Voragen (Landbouw Universiteit Wageningen Levensmiddelen-technologie) & dr. ir. H.C. de Vriend (Stichting Consument en Biotechnologie) & dr. ir. J.W.M. Vulto (Centrum voor Landbouw en Milieu) & dr. dr. T.J. Wams (Milieufederatie) & dr. P.G.A. Weber (Rabobank Midden Westland) & dr. ing. H. ter Wee (Verenigde Coöperatieve Melkindustrie Cobero B.A.) & drs. E.O. Weeda (Novem BV) & mw. ir. M.J. van de Weele-Minderhoud (Nederlandse Bond van Plattelandsvrouwen) & drs. drs. W.A. van der Weijden (Centrum voor Landbouw en Milieu) & dr. ing. P.J.J. Wever (Cebeco Messtoffen Beheer en Cores BV) & dr. dr. R.F. Wiefelging (Sender Den Haag Groep Milieu en Energie) & dr. dr. ir. J.G. de Wilt (NRLO) & dr. E.H. Wolterj (Agrico Research BV) & dr. dr. ir. L.C. Zachariasis (Landbouw Economisch Instituut DLO) & dr. M. Zwaan (Rijk Zwaan Zaaideelt en Zaaideelhandel BV). & FINANCIERS: Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer & Visserij & Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening & Milieu.

**DUURZAAM LANDGEBRUIK** STUURGROEP: dr. ir. R.H.C.M. Awater (NV Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland) & dr. G.C. Boenink (GLTO Gelderland) & dr. mr. C.N. de Boer (Vereniging Natuurmonumenten) & dr. ir. J.C. Boesche (Provinciaal Bestuur van Gelderland) & dr. B.B.W. ten Brinke (Stichting WCL Winterswijk) & dr. ir. A. van den Ende (Waterschap Rijn en IJssel) & dr. J.G. Esselink (Werkgroep NSW Landgoederen Winterswijk eo) & dr. ir. A.J.A.M. Gerritzen (Voor Coöperatie ABC) & mw. drs. A.M.C. Goedmakers (NV Nuon) & dr. B. Harfstekamp (Platform Natuur en Landschap Achterhoek) & dr. ir. W. Jouswama (Innovatiecentrum Noord-Oost Nederland) & dr. H. M. Kapenga (Recreatiecamp Achterhoek Liemers) & dr. ir. O.C.H. de Kuiper (Programma DTO) & dr. H. Nagel (Coöperatieve Rabobank Winterswijk BA) & dr. ir. C.A.C.J. Oomen (Min van Landbouw Natuurbeheer en Visserij) Directie Oost) & dr. prof. dr. ir. J.D. van der Ploeg (Landbouwuniversiteit Wageningen Vakgroep Sociologie & Westerse gebieden) & dr. H.J. Slijkhuis (GLTO/LTO-Nederland) & dr. dr. ir. J.H.J. Spieritz (Dienst Landbouwkundig Onderzoek (AB-DLO)) & mw. Burgemeester C. Stijger (Gemeente Winterswijk) & drs. drs. A.J. Stortenbeek (RIMH) & dr. H.W. Wikerink (GLTO Winterswijk). BEGELEIDINGSGROEP RIJKS-OVERHEID: dr. drs. H.J. de Jong (Ministerie van Landbouw Natuur en Visserij) & drs. Dr. R. Brinkman (Ministerie van Volksgezondheid Ruimtelijke Ordening en Milieu) & dr. ir. G.C.C. Verstappen (Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbeheer). PROJECTTEAM: dr. ir. H.F.M. Aarts (Instituut voor Agro-technologische en bodemvruchtbaarheidsonderzoek (DLO)) & dr. ir. J.Th.J. Beeren (Arcadis Heideij Advies BV) & drs. H.J. de Graaf (Rijks Universiteit Leiden Milieubiologie) & dr. ir. D. Jansen (Staring Centrum voor AB-DLO) & dr. ir. O.C.H. de Kuiper (Programma DTO) & dr. drs. R.G.M. Kwak (Stichting WCL Winterswijk) & mw. ir. A.B.W.M. van der Pas (Programma DTO) & dr. J.W.B. Tiggelevon (Stichting WCL Winterswijk). ONDERZOEKERS: dr. dr. ir. A.J.A. Aarnink (IMAG-DLO) & dr. ir. T.W. Boer (IBN-DLO) & dr. prof. dr. ir. Bouma (Landbouw Universiteit Wageningen) & mw. ir. R.C. van der Geest (Arcadis Heideij Advies BV) & dr. prof. dr. ir. E.A. Goewie (Landbouw Universiteit Wageningen) & dr. ir. J. Gorter (Vereniging tot het Behoud van Natuurmonumenten) & mw. ir. M.J.D. Hack-Ten Broeke (SC-DLO) & dr. ir. J. Hassink (Ministerie van LNV/BV Groene Ruimte en Recreatie) & dr. drs. J.K.H. Hendriks (v/h Rijksuniversiteit Leiden Milieubiologie) & dr. ir. H. Hengsdijk (AB-DLO) & dr. dr. ir. M.J. van Itersum (Landbouw Universiteit Wageningen) & dr. ir. D. Jansen (SC-DLO) & mw. ir. E.M. Jókovi (SC-DLO) & dr. ir. A.W. Jongbloed (IO-DLO) & dr. dr. ir. J.H.M. Ketaars (AB-DLO) & dr. prof. dr. ir. D. van Keulen (AB-DLO) & dr. ing. G.M. Kiljan (Provincie Gelderland) & dr. ir. H. Klein Teeselink (Arcadis Heideij Advies BV) & dr. dr. ir. C.E. van 't Klooster (AB-DLO) & dr. ing. G. Kolkmann (IBN-DLO) & dr. dr. ir. H. Korevaar (AB-DLO) & dr. prof. dr. M.J. Kropff (AB-DLO) & dr. ir. J.C. Kuipers (NUON) & drs. R.G.M. Kwak (Stichting WCL Winterswijk) & mw. ir. S. Meijer (WOG) & dr. ir. W.J.M. Meijer (AB-DLO) & dr. ir. M.M. Mensink (Ministerie van LNV Directie

Oost) & drs. drs. C.J.M. Musters (MIBI Leiden) & dr. drs. G.O. Nijland (Landbouwuniversiteit Wageningen) & dr. ir. I.C.G.A.M. Noij (SC-DLO) & ir. A. Oosterbaan (IBN-DLO) & dr. ing. E.N.J. Ouwkerk (IMAG-DLO) & dr. ir. N.W.M. Oijns (IMAG-DLO) & dr. ir. A.B.M. Orleans (Rijks Universiteit Leiden) & dr. G.J. Oudshoorn (Rijks Universiteit Leiden) & dr. ing. A.H.C. de Pas (Waterschap Rijn en IJssel) & dr. ir. B.J.A. van der Pouw (SC-DLO) & dr. dr. ir. A.L. Sijtsma (ATO-DLO) & dr. dr. ir. A.L. Smit (AB-DLO) & dr. ing. N.G. Telle (IMAG-DLO) & dr. ir. A. Valk (IMAG-DLO) & drs. drs. F.R. Veemelaars (SC-DLO) & dr. dr. P.H. Vereijken (AB-DLO) & drs. drs. P. Vos (Rijks Universiteit Leiden) & dr. ir. J. Vreke (SC-DLO) & dr. dr. A.K. van der Werf (AB-DLO) (dr. ir. H.C. Willes (IMAG-DLO) & dr. ir. A. Valk (IMAG-DLO) & dr. O. Wiersma (NUON)) & dr. H.W. Wikerink (GLTO Winterswijk) & dr. dr. W.K.R.E. van Wingerden (IBN DLO) & dr. dr. K.B. Zwart (AB-DLO). DIRECT BETROKKENEN: dr. A. Bomers & dr. ir. C. van den Boogaard (Cobeco Research) & dr. ir. A. Van den Breul (DSM Agro) & dr. drs. ing. A. Brogtrop (NV Nuon Vestiging Arnhem) & dr. J.G.M. Bronkhorst (Gemeente Winterswijk) & dr. W.B.J. Brunnekerf (Hendrix Voeders) & dr. ir. Jals (Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland) & dr. ir. C.A. Jen Cate (Kamer van Koophandel voor Centraal Gelderland) & dr. ing. J.H.M. Creemers (Fancom BV) & dr. ir. A.P.H.N. Dieben (Dieben en Meyer) & dr. E. Dingemans (Zuiveringschap Oost Gelderland) & mw. dr. L. Doorewaard (Twijnstra Guddé Management Consultants) & dr. G.J. Doornbos (LTO Nederland) & dr. G. Franken (v/h Gelders Landschap) & drs. drs. A.B.M. Gosselink (Provincie Gelderland Dienst RWG/LG) & mw. ing. J. Haanderikman (MEMON) & dr. ir. P.J.F.M. Hagen (Pagues Water Systems BV) & dr. ir. J.B.A. Hakvoort (DSM Agro) & dr. H. den Hartog (Provincie Gelderland) & dr. ir. D.H.A. van Hemmen (Provincie Flevoland) & dr. dr. H. Hetsen (Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij) NRLO) & dr. ing. J. Hogen Esch (Nedap NV) & dr. ir. G.J.H. Haitink (KVHM) & dr. ir. N. Hoogerwerf (Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu) & mw. E. Ten Hoopen (NV Waterleiding Maatschappij Oostelijk Gelderland) & mw. ir. C. Hugenholz (Kleisen & Partners) & dr. G. Huis in 't Veld (Consumentenbond) & dr. A.F.M. Hulshof (LTO MidOost) & dr. ir. M.L.E. Jansen (Ministerie LNV) & dr. ir. L.T.A. Joosten (Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland) & dr. ir. J. van Kasteren (Pica Pers - Productiebureau BV) & dr. ir. B.W.M. Koekoek (LTO Nederland) & dr. H.C. Kromhout (ANWB) & dr. B.J. Krouwel (Rabobank Coöperatieve Raiffeisen-Boerenleenbank B.A.) & dr. ir. R. Kuiper (Ministerie van VROM DGM Afd. TP) & dr. drs. W. van Laarhoven (Cehave NV) & dr. prof. dr. G. Lettinga (Landbouw Universiteit Wageningen) & drs. drs. M. Linskens (Nederlandse Vereniging tot Bescherming van Dieren) & dr. P. van Loos (Provincie Flevoland) & mw. Diering (Louis Bolk Instituut) & P.C. Grootenboer (Heideij Advies BV) & mw. p.l.d.ing. U. Meyer-Reiners (NUON) & dr. ir. B. van Oijk (Vereniging Milieufederatie) & dr. dr. ir. H.J. van Oosten (Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek) & dr. J. Panman (Fries Vleesland Land- en Tuinbouworganisatie) & dr. dr. ir. J.M.P. Papenhuijzen (Ministerie van LNV NRLO) & mw. M. Quent (NUON) & dr. ir. H.F.M. Rampen (Vereniging tot het Behoud van Natuurmonumenten) & dr. ing. Th.H.M. Reuling (NV Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland) & dr. J. Reus (Centrum voor Landbouw en Milieu) & drs. drs. A.J.M. Roozen (Stichting Het Gelders Landschap) & dr. K. de Ruijter (Provincie Gelderland) & dr. P.M. Scheepers (Platform Biologische Landbouw en Voeding) & dr. ir. H.W.E. Schreurs (Heideij Advies BV) & dr. ir. F.L. Schulting (KIWA) & dr. ir. W.W.M. Spreuwenberg (Cehave) (Eenre NV Veevoeding) & dr. G.J. Stolker (Arcadis Heideij Advies) & drs. drs. J.W. Straatsma (LTO Nederland) & dr. dr. ir. A.P. Velleik (Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek) & dr. ir. R.O.J.E. Visser (Farmex Melkuitklevende B.V.) & drs. drs. F.A. Vollenbroek (Ministerie van VROM DGM) & dr. ir. N.W. de Vos (ABC) & dr. O. Wiersma (NUON) & dr. ir. W.S. Van Wingerden (Provincie Gelderland). PUBLIC RELATIONS: mw. E. Ten Hoopen (NV Waterleiding Maatschappij Oostelijk Gelderland) & mw. M.P.M.H. Van de Klashorst (Natuurmonumenten) & dr. ir. M.M. Mensink (Ministerie van LNV Directie Oost) & mw. M. Quent (NUON) & dr. J.H. Schaap (GLTO-Gelderland) & dr. W. Schepers (Gemeente Winterswijk) & mw. G.A.M. Yverwaal (Arcadis Heideij Advies BV) & mw. B. Veldrop (Waterschap Rijn en IJssel) & dr. J. Visser (Provincie Gelderland REW, afd. LG) & dr. M. Vlijmings (LTO Nederland) & dr. ir. R.J. de Waal (Instituut voor Agro-technologische en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek). FINANCIERS: Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij & Rijks Universiteit Leiden & Provincie Gelderland & NUON & Waterleidingbedrijf Oost Gelderland & Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) & RIZA & Ministerie van Volksgezondheid Ruimtelijke Ordening en Milieu & Rabobank Nederland & Natuurmonumenten & Arcadis Heideij Advies BV & Rabobank Winterswijk & Stichting Waardevol Cultuur Landschap.

**NOVEL PROTEIN FOOD**

PROJECTTEAM: dr. A. de Haan (Programma DTO) & mw. dr. H. Hermans (Science Writing & Consultancy) & mw. A.A.M. de Jong (Programma DTO) & dr. ir. O.C.H. de Kuiper (Programma DTO) & dr. ir. I. Larsen (ADL) & dr. ir. B.G. Linsen (Programma DTO) & dr. ir. J. Quist (Programma DTO) & mw. A.G. Shah (ADL). ONDERZOEKERS: dr. T. Baggerman (SWOKA) & dr. ir. N. van den Berg (Centrum voor Milieukunde RUL) & dr. ir. M.A.J.S. van Boekel (LU Wageningen Zuivel- en Levensmiddelen-technologie) & dr. G. Boers (LEI-DLO) & dr. ir. J.G.H. Brouwer (TNO/MEP) & dr. ir. P.A.F. de Bruin (SWOKA) & mw. dr. ir. R.M. Buitelaar (ATO-DLO) & dr. ir. P.G. Eggels (TNO/MEP) & dr. G. Eggink (ATO-DLO) & dr. ir. M. Feenstra (SWOKA) & dr. dr. ir. G.J. Fonk (SWOKA) & drs. A. Gaasbeek (LEI-DLO) & mw. ir. A.M. Hamstra (Swoka) & dr. ir. van der Hoek (LEO-DLO) (dr. ir. J.H.J. Hulskotte (TNO/MEP) & dr. G. Huppes (Centrum voor Milieukunde RUL) & mw. ir. I.A.M.A. Jahae (LEI-DLO) & dr. ir. R.J.J. Janssens (TNO Voeding) & dr. ir. C.A. de Jong (SWOKA) & dr. prof. dr. W.M.F. Rongen (Landbouw Universiteit Wageningen Levensmiddelen-technologie) & dr. ing. F. Klinkenberg (Programma DTO) (dr. drs. R.A.C. Koster (LEI-DLO)) & dr. M. van Leeuwen (LEI-DLO) & mw. drs. A.M.C. Loeber (Universiteit van Amsterdam) & mw. M. van de Mol (SWOKA) & dr. ir. E.J.C. Paardekooper (TNO-Voeding) & dr. dr. P.J. Peis (TNO-ME IMET) & dr. ir. R. Reuber & dr. ir. A.J. Reinhard (LEI-DLO) & dr. dr. ir. J.C. de Ruy (Landbouw Universiteit Wageningen Zuivel & Levensmiddelen-technologie) & dr. dr. L. Sijtsma (ATO-DLO) & mw. M. van den Velden (VeldVak) & dr. ir. B.L. van der Ven (TNO Milieu-Energie- en Procesinnovatie) & dr. P. Verhoeven (Swoka) & dr. ir. J.J. de Vlieger (LEI-DLO) & mw. drs. A. Wegener-Sleewijk (Centrum voor Milieukunde RUL) & dr. K. wijnen (LEO-DLO) & dr. dr. G. Wijnagards (TNO Voeding) & dr. dr. P. de Wolf (ATO-DLO) & dr. Z. Yang (TNO-Voeding) & mw. ing. K.L. Zimmerman (LEI-DLO). TOEKOMSTBEELDEN VOOR CONSUMENT- & Actorgroep marketing: mw. drs. C.W. André-de la Porte (Albert Heijn BV) & dr. dr. L. Kaper (Koninklijke Douwe Egberts BV) & dr. dr. R. Krietveld (MBA Gist-Brocades Corporate) & mw. A.H. van Schijndel (Nutricia Nederland BV Sales Marketing Klinisch) & dr. dr. ir.



G.H.W. Willems (Friesland Dairy Foods) • mw. ir. J.S. van Zandvoort-Roelofs (Unilever Research Vlaardingen) • mw. ir. J.S. van Zandvoort-Roelofs (Unilever Research Vlaardingen) • Actorgroep Wageningen op Technologie: dhr. dr. C. Eggink (ATO-DLO) • dhr. ir. A.J. Eykelboom (Van den Berg Nederland Sourcing Unit Unios) • dhr. ir. Th.G.E. Geurts (Gist Brocades) • dhr. dr. ir. J.M.C. Lankveld (Campina Melkunie BV) • dhr. ir. E.J.C. Paardekooper (TNO: Voeding) • dhr. Dr. ir. J.M.P. Papenhuizen (Ministerie van LNV/NRLO) • dhr. prof.dr. ir. K. van 't Riet (Landbouwhogeschool Wageningen Procestechologie) • Actorgroep Consument & Milieu: dhr. ing. H. Boerma (Zuidhollandse Milieufederatie) • dhr. drs. R. Jelles (Ministerie van VROM) • dhr. ir. R. Top (Ministerie van VWC) • dhr. ir. H.C. de Vriend (Stichting Consument en Biotechnologie) • mw. M.J. van de Weele-Minderhoud (Nederlandse Bond van Plattelandsvrouwen). DIREKT BETROKKENE: dhr. dr. W.I.W. Aalbersberg (IOP Industriële Eiwitten) • dhr. A.J.M. van Aert (Van Hall Instituut) • dhr. W.G. Albrecht (Platform Biologische Landbouw Voeding) • dhr. drs. ing. W.P. van Althuis (Innovatiecentrum Midden Nederland) • dhr. W.J. Arnold (Innovatiecentrum Den Haag) • mw. I. Baas-Hoffschulte (Ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschappen Directie OEW/MLV) • dhr. dr. ir. G.J.P.M. de Bekker (VAL) • dhr. prof.dr. J. Bering (Erasmus Universiteit Rotterdam) • dhr. ir. A.B.P. de Bie (Schuitema NV) • dhr. prof.dr. ir. J.A.M. de Bont (LUV Levensmiddelen- en Industriele Microbiologie) • dhr. H. van Boven (Nederlandse Vegetarierbond) • mw. Brante (De Korenaar) • dhr. P. de Bruyne (Maurits Groen Milieu) • dhr. ir. H.E. Clevering (Landbouwschap) • dhr. mr. H.J.M. Desain (VNO) • dhr. dr. C. van Dijk (ATO-DLO) • dhr. drs. H.B. Donkersloot (v/h Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen) • dhr. drs. F.J. Duijnhouwer (RMNO) • dhr. dr. C.E. Dutilh (Unilever Nederland) • mw. ir. R.L. de Flietlaats-Goethart (Mora BV) • dhr. A. Ganguly (Unilever NV) • dhr. W.Th.M. Hekens (Stichting Voeding Nederland) • dhr. A.B.A.M. van Hellemond (Has Hogere Agrarische Schoel Den Bosch) • dhr. T. Hoogerwerf (Bakker Leekkerkerk Holland BV) • mw. M. Huber (Voedingsinstituut Den Haag) • dhr. dr. J.F. Kleibouwer (Campina Melkunie BV) • dhr. F.B. Kramer (Nehem Consulting Group) • dhr. ir. J. F. Klinkenberg (Programma DTO) • dhr. J. Lagendijk (Van den Berg Nederland Sourcing Unit Unios) • dhr. dr. ir. J. van der Linden (Nederlands Instituut voor Zuivel Onderzoek) • dhr. ir. A.J. de Lint (Koninklijke Ahold NV) • dhr. ir. G.M.L. van Loon (CSM) • dhr. R. de Man (Nestle Nederland BV) • dhr. prof.dr. C.J.H. Midden (Technische Universiteit Eindhoven) • dhr. R. Oostveen (Nunhems Zaden BV) • dhr. Ouwkerk (CO One) • dhr. J.A. Over (Raadgevend Ingenieursbureau voor Milieu en Innovatie BV) • dhr. drs. P.J. Pesik (TNO-IME IMET) • dhr. P. Roksnoer (Ting/Del Prijspot VOF) • dhr. dr. ir. G. Scholten (v/h SWOKA Instituut voor Consumentenonderzoek) • dhr. J.P. Schoonderbeek (Bakker Leekkerkerk Holland BV) • dhr. F. van der Schoot (Katholieke Universiteit Brabant) • dhr. ir. R.J. Tazelaar (Produktieschappen Vee Vlees en Eieren) • dhr. dr. A. van den Ven (Cargill BV) • dhr. prof.dr. ir. A.G.J. Voragen (Landbouwhogeschool Wageningen Levensmiddelen- en Industriele Microbiologie) • dhr. C.J.P. Vreeken (Bakker Leekkerk Holland BV) • mw. drs. A. Wegener-Sleeswijk (Centrum voor Milieukunde RUL) • dhr. P.S. Winkel (Technologie Instituut STW). FINANCIERS: Landbouwhogeschool Wageningen • Rijks Universiteit Leiden • Nederlandse Organisatie voor toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek • Dienst Landbouwkundig Onderzoek • Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek • Avebe BV • Unilever Nederland N.V. • Gist Brocades N.V. • Ministerie van Volksvoeding, Ruimtelijke Ordening en Milieu • Rijksinstituut Instituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling • Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij • Ministerie van Economische Zaken.

### HOOGWAARDIGE TECHNOLOGISCHE AGROPRODUCTIE (HTA)

PROJECTTEAM: dhr. ir. J.C.J. Ammerlaan (Tuinbouw Proefstation Naalwijk Bedrijfskunde) • dhr. ir. J.Th.J. Beeren (Arcadis Heimide Advies BV) • dhr. J. Bos (Programma DTO) • dhr. prof.dr. ir. G.P.A. Bot (DLO Instituut voor Milieu en Agrarische Technologie) • dhr. ing. A. Hoogerwerf (DLO-Instituut voor Agro Technisch Onderzoek) • dhr. dr. O. van Kooten • dhr. ir. O.C.H. de Kuijer (Programma DTO) • dhr. C.J. Lakwijk (Philips Nederland BV) • dhr. dr. ir. H.P.J. van Oosten (NRLO) • mw. ir. A.B.W.M. van der Pas (Programma DTO) • dhr. ir. A.E. Simons (Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO-DLO) Bioconversie) • dhr. A.N.L. Snijders (IF Technology BV). JURY PRIJS-VRAAG: dhr. prof.dr. ir. H.P. Van Heel (Synchroon) • dhr. prof.dr. ir. J.L.A. Jansen (Programma DTO) • dhr. ir. C.W.J. van Koppem • dhr. prof.dr. ir. H.H. van der Kroonenberg (ECN) • dhr. J. Mulder • dhr. B. van Oijk (Vereniging Milieufederatie). INZENDERS PRIJS-VRAAG: dhr. K.C. Bakker e.a. (Wageningen - Nederland) • dhr. Geert Bruggeman (Brugge - België) • dhr. Olaf Döring (Bruggen - Duitsland) • dhr. William Hehmann (Greer - USA) • dhr. Jaco Hiemstra (Bunnik - Nederland) • dhr. B.A. McCormack (Hamburg - UK) • dhr. Martin Deeder (Highstown - USA) • dhr. Robert Rensen (Arnhem - Nederland) • dhr. Sri Setyati Hajarji (Bogor - Indonesië). DIRECT BETROKKENEN: mw. drs. C.W. André-de la Porte (Albert Heijn BV) • Afd. Kwaliteit & Milieu • dhr. prof. W. Bernhardt (Purdue University, Lafayette - USA) • mw. ir. A.M.C.A. van Bostel (Senter IOP Industriële Eiwitten) • dhr. ir. T.J. van de Brand (CITO NRD) • dhr. ir. J.R. Byers (Lethbridge Research Centre, Research Branch Agriculture and Agri-Food Canada) • dhr. J. Capelle (Cebeco Handelsraa B.A.) • dhr. ir. E.M.C.G.A. Duijkers (Noveon BV) • dhr. ir. A.R. van der Fels (Rabobank Nederland) • mw. ir. M.H. Feenstra (v/h Swoka) • dhr. ir. K. Geertsema (Vereniging Hagelunie) • dhr. C. Gramman (Agrarisch Telematica Centrum) • dhr. A.K. Horigina (National Agriculture Research Centre - Japan) • dhr. Dr. Ryouchi Ikeda (National Agriculture Research Centre - Japan) • dhr. Dr. Denji Ishiuchi (National Agriculture Research Centre - Japan) • dhr. mr. R.W.M. Jacobs (Shell Nederland) • dhr. prof.dr. ir. T. de Jong (TU Delft) • dhr. J. Kamp (ATC) • dhr. Dr. Kunihiko Kasano (National Institute of Agrobiological Resources - Japan) • dhr. Dr. Shusaku Katayama (National Research Institute of Agricultural Engineering) • dhr. Tatsuo Katsura (National Institute of Bioscience and Human-Technology (NIBH) - Japan) • dhr. H. Katuin (De Boer Winkelbedrijven NV) • dhr. Dr. Hikaru Kazano (National Agriculture Research Centre - Japan) • dhr. Dr. E.J.M. Kobus (Kiwa NV) • dhr. P.W.G. Kok (De Boer Winkelbedrijven NV) • dhr. H. Kortensbach (RBK Bouwmanagement BV) • dhr. Dr. Katsuya Matsuba (National Agriculture Research Centre - Japan) • dhr. Dr. Katsuyuki Minami (Japan International Research Center for Agricultural Sciences) • dhr. C. Nijssen (Nijssen Koeling BV) • dhr. G.J.P. van Oosten (Groenveiting Westland BA) • dhr. Jim Peacock (Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) - Canberra - Australië) • dhr. ing. E.J. Peckier (LTO / NTS Afd. Technologie) • dhr. dr. G. Saindon (Lethbridge Research Centre, Research Branch Agriculture and Agri-Food Canada) • dhr. Dr. Sadanori Sase (National Research Institute of Agricultural Engineering) • dhr. Dr. Junichi Sato (National Agriculture Research Centre - Japan) • dhr. Dr. Hiroshi Seino (National Institute of Agro-Environmental Sciences) • dhr. ir. J.F. Smit (Innovatiecentrum Den Haag) • dhr. K. Vis (Hagelunie Agrarische Verzekeringen) • dhr. drs. F.A. Vollebrouck (Ministerie van VROM DGM) • dhr. P.C.A. Weber (Rabobank Midden Westland) • dhr. ir. W.K.J. Wiechers (NV Provinciale Noordbrabantse Energie Maatschappij PNEM) • dhr. J.P.C. de Wit Rijk Zwaan Zaadteelt en Zaadhandel BV) • dhr. Dr. Iso Yamaguchi (National Agriculture Research Centre - Japan). FINANCIERS: Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO-DLO) • Arcadis Heimide Advies BV • Rabobank • Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij • Ministerie van Volksvoeding, Ruimtelijke Ordening en Milieu • Dienst Landbouwkundig Onderzoek • Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO-DLO) • EnergieNed • Cebeco Handelsraa B.A. • Hagelunie Agrarische Verzekeringen B.V.

### GEÏNTEGREERDE CONVERSIE

STUURGROEP: dhr. ir. J. Bos (Programma DTO) • dhr. ir. Th.G.E. Geurts (Gist Brocades) • dhr. dr. P. Groeneveld (R.I.E.M.) • dhr. ir. M.L.E. Jansen (Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij) • dhr. ir. O.C.H. de Kuijer (Programma DTO) • dhr. dr. ir. J.M.P. Papenhuizen (NRLO) • dhr. dr. J.P.M. Sanders (Avebe BA). PROJECTGROEP: dhr. ir. J. Bol (TNO Voeding) • dhr. ir. J. Bos (Programma DTO) • dhr. H. Bretele (DLO Instituut voor Milieu en Agrarische Technologie) • dhr. ir. C. Erkens (DLO Instituut voor Milieu en Agrarische Technologie) • dhr. drs. C.M. Erzing (STB-TNO) • dhr. dr. ir. J. Hiddink (IMD Micon BV Industriële Milieudiensten) • dhr. ir. R.J.J. Janssens (TNO Voeding) • dhr. ing. R.H. Ruijter (IMD Micon BV) • dhr. drs. A. Tukker (STB-TNO). DIREKT BETROKKENEN: dhr. ing. A.H. Bosma (DLO Instituut voor Milieu en Agrarische Technologie) • dhr. Dijkhuizen (IMD Micon BV) • dhr. ir. G.J.B.P. van Dongen (v/h IMD Micon BV) • dhr. dring. H.W.J. Gonkers (DLO Instituut voor Milieu en Agrarische Technologie) • dhr. ing. A. Hoogerwerf (DLO-Instituut voor Agro Technisch Onderzoek) • dhr. dr. ir. F.W.H. Kampers (DLO Instituut voor Milieu en Agrarische Technologie) • dhr. ir. P.J.A. van de Laak (TNO STB). FINANCIERS: Dienst Landbouwkundig Onderzoek • Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO-DLO) • Ministerie van Landbouw Natuur & Visserij • Ministerie van Volksvoeding, Ruimtelijke Ordening en Milieu • TNO Voeding.

### SENSORTECHNOLOGIE

PROJECTTEAM: dhr. ir. J. Balendonck (IMAG-DLO ElektroSystemen) • dhr. dr. ir. J. Brunink (ST BV) • dhr. dr. ir. D. Groene (IMAG-DLO) • dhr. dr. ir. F.W.H. Kampers (DLO Instituut voor Milieu en Agrarische Technologie) • dhr. ir. H. Leuwis (T/B Sensors & Microsystems Technology) • dhr. dr. ir. C. Lockhorst (IMAG-DLO Bedrijfsmanagement) • dhr. dr. M.B.J. Meinders (Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO-DLO) • dhr. dr. ir. J.H.M. Metz (DLO Instituut voor Milieu en Agrarische Technologie) • dhr. drs. W. Zenneberg (Vertis BV). DIRECT BETROKKENEN: dhr. ir. F.C.H. van den Beemt (STW Technology Foundation) • dhr. dr. A. van den Berg (MESA Research Institute) • dhr. H. van den Berg (Applikon Dependable Instruments BV) • dhr. ir. L.J. Brouwer (Hak BV) • dhr. J. van Burg (Applikon Dependable Instruments BV) • dhr. ing. J. Cop (Intesent) • dhr. ing. B.A.H. Dieterink (Kipp & Zonen) • dhr. dr. R. van Hal (Van Esen Instruments BV) • dhr. ir. J.J.W. van Heijningen (Priva Agro BV) • dhr. ir. W. Jousma (Bronkhorst Hi-Tech B.V.) • dhr. W. van Leeuwen (v/h Fokker Space BV) • dhr. J.J. Olie (Deifelt Geotechnics) • dhr. ing. E.J. Peckier (LTO / NTS Afd. Technologie). FINANCIERS: Dienst Landbouwkundig Onderzoek Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG-DLO) • Bronkhorst Hi-Tech B.V. • ST BV • Nedap N.V. • Avebe BV • Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij • Ministerie van Economische Zaken • Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek (ATO-DLO).

### SYMPOSIUM ORGANISATIECOMITEE

PROJECTTEAM: dhr. ir. O.C.H. de Kuijer (Programma DTO) • dhr. ir. J. Quist (Programma DTO) • dhr. ir. G.J.H. Holtink (KVHM) • mw. van Schevichon • dhr. G. Bosgra (Congresbureau NW) • mw. J. van Namen (Congresbureau NW). DEELNEMERS: dhr. W.Y. Aalbersberg (TOP. Industriële Eiwitten) • mw. W. Aarts (Universiteit van Amsterdam) • dhr. A.J.M. van Aert (Van Hall Instituut) • dhr. W.G. Albrecht (Platform Biologische Landbouw Voeding) • dhr. ir. J.C.J. Ammerlaan (Tuinbouw Proefstation Naalwijk Bedrijfskunde) • dhr. B. Ars (De kleine aarde) • dhr. ir. J.Th.J. Beeren (Arcadis Heimide Advies BV) • dhr. G. Beers (LEI - DLO) • dhr. ir. N. van den Berg (Centrum voor Milieukunde RUL) • dhr. ir. A. Bierma (Vereniging KNHM) • dhr. F. Biesboer (Weekblad Intermediair) • dhr. dr. ir. M.A.J.S. van Boekel (LU Wageningen Zuivel- en Levensmiddelen- en Industriele Microbiologie) • dhr. C.N. de Boer (Vereniging Natuurmonumenten) • dhr. ir. T.W. Boer (IBN-DLO) • dhr. ir. J. Bol (TNO Voeding) • dhr. ir. C. van den Bogaard (Cobero Research) • dhr. E.J. van den Born (RIVM) • dhr. prof.dr. ir. G.P.A. Bot (DLO Instituut voor Milieu en Agrarische Technologie) • dhr. R.P. Bouland (RIZA) • dhr. H. van Boven (Nederlandse Vegetarierbond) • mw. N. Bovendeur-Terpstra (Nederlandse Bond van Plattelandsvrouwen) • mw. ir. A.M.C.A. van Bostel (TNO Industriële Eiwitten) • dhr. ir. G.J.M. Brands • dhr. Dr. J.C. Brand (Ministerie VROM) • dhr. A.W.V.J. Brands (Easy Food) • dhr. B. Bredveld (LUW) • dhr. dr. H. Bretele (IMAG-DLO) • dhr. D.M. Bruggemann (ING Groep) • dhr. J.J.C. van der Brugger (Rathenus Instituut) • dhr. A.T.M. de Bruin (Themaproeg Landbouw-Milieu) • dhr. dr. ir. S. Bruin (Unilever Research Laboratorium) • dhr. De Buck (ING Bank) • dhr. dr. A. Capelle (Cebeco Handelsraa B.A.) • dhr. J.C. Carsouw (Vereniging voor de Nederlandse Vleeswarenindustrie) • dhr. drs. F.J.M. Crom (PvA) • dhr. P. Damsteep (Unilever Vleesgroep) • dhr. R. Dankert (Nijssen Technologies) • dhr. H. Dekkers (Stichting Agenda 21) • dhr. drs. R.D. Diamant (VAL) • dhr. A.P.H.N. Dieben (Dieben en Meyer) • dhr. P.J.M. Diederien (LEI - DLO) • dhr. dr. J.J.M. Dons (CPRO/DLO) • dhr. J.W. Eckhardt (Themaproeg Regionale Ontwikkelingen) • dhr. J.H. van Ee (Cargill BV) • dhr. dr. G. Eggink (ATO-DLO) • dhr. drs. W.G. van de Fliert (LTO Nederland Sectoren) • dhr. dr. ir. J. Fonk (SWOKA) • dhr. ir. Th.G.E. Geurts (Gist Brocades) • dhr. L. de Greef (Rathenus Instituut) • dhr. drs. W.Th.P. Groen (Ministerie van VROM) • dhr. ir. G. van Groenveld (Programma DTO) • dhr. ir. A. Haan (Gist Brocades) • dhr. P. de Haas (Provincie Noord-Holland) • dhr. J.L. Hadders (Provincie Overijssel) • dhr. prof. Dr. W.A. HaKamp (Erasmus Universiteit Rotterdam) • dhr. J.A.H. Hendriks • dhr. M. Hans (De Boerderij) • mw. dr. H. Hermans (Science Writing & Consultancy) • dhr. dr. ir. J. Hiddink (IMD Micon BV Industriële Milieudiensten) • dhr. H.H. Holtink • dhr. Hoen (CDA) • dhr. M.C.G. Hogenboom (CPRO-DLO) • dhr. G.J.H. Muijka (KVHM) • mw. M. Huber (Voedingsinstituut Den Haag) • mw. ir. I.A.M.A. Jahae (LEI-DLO) • dhr. J.W. Jansen (Cebeco Handelsraa) • dhr. prof.dr. ir. J.L.A. Jansen (Programma DTO) • dhr. A. Janssen (Redactie VMT) • dhr. drs. R. Jelles (Ministerie van VROM) • dhr. drs. H.J. de Jong (Ministerie van Landbouw Natuur en Visserij) • dhr. T. Jongema (ATO - DLO) • dhr. prof. dr. W.M.F. Jongen (Landbouwhogeschool Wageningen Levensmiddelen- en Industriele Microbiologie) • dhr. drs. J.H. Kanhai (Senter Den Haag Groep Milieu en Energie) • mw. T.Y. Kievit (Programma DTO) • dhr. G. Kolkmann (IBN DLO) • dhr. Dr. O. Korver (Unilever Research Laboratorium) • dhr. B.J. Krouwel (Rabobank Coöperatieve Raiffeisen-Boerenleenbank B.A.) • dhr. ir. O.C.H. de Kuijer (Programma DTO) • dhr. H.A. Kuiper (DLO) • dhr. ir. P.B. Kurpershoek (Arcadis Advies BV) • dhr. D. Lagerwijk (Hogeschool Delft) • dhr. ir. J.J.W. van Leeuwen (Programma DTO) • dhr. Dr. H. Leuwis (ST BV) • dhr. dr. ir. J. van der Linden (Nederlands Instituut voor Zuivel Onderzoek) • dhr. ir. R. Linnebank (Science Writing & Consultancy) • dhr. M.G.H. Oyebeek (Nijssen Technologies) • dhr. dr. ir. B.C. Inslens (BGL Management Consultants) • dhr. drs. M. Linskens (Nederlandse Vereniging tot Bescherming van Dieren) • mw. drs. A.M.C. Loeber (Universiteit van Amsterdam) • dhr. prof.dr. J. Mast (Unilever Research Laboratorium) • dhr. A. Malestein (Themaproeg Regionale Ontwikkeling) • mw. ir. N.Y.H. de Man (Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij) • dhr. drs. H.D. van de Mandele (RMNO) • dhr. L. Marcelis (AB-DLO) • dhr. dr. J. Marks (Ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschappen) • dhr. P.J. Mathot (NZO) • dhr. M. Matze (Louis Bok Instituut) • dhr. dr. ir. G. Meerdink (Landbouwhogeschool Wageningen) • dhr. ir. J.M. Meij (Stichting Toekomstbeeld der Techniek) • dhr. S.E. Meijer (NV Waterleidingrij). Oosterlijk Gelderland) • dhr. ir. H.A. Meijer (Programma DTO) • dhr. J.M.H. Mensinga (Ministerie van VROM) • dhr. dr. ir. J.H.M. Metz (DLO-IMAG) • dhr. J.M. Mulder (Landbouwschap) • dhr. H. Nagel (Coöperatieve Rabobank Winterswijk BA) • dhr. C. Nijssen (Nijssen Koeling BV) • dhr. P.W. Noom (Albert Heijn) • dhr. B. van Dijk (Vereniging Milieufederatie) • dhr. W.A. van Oosterum (Rabobank Nederland) • dhr. M.G.H. Oyebeek (Nijssen Technologies) • dhr. G.A. Pak (CLM) • dhr. Dr. ir. J.M.P. Papenhuizen (Ministerie van LNV NRLO) • mw. ir. A.B.W.M. van der Pas (Programma DTO) • dhr. T.J.W. Peeters (Heuscheun & Schrouff) • dhr. ing. E.J. Peckier (LTO / NTS Afd. Technologie) • mw. F.W.T. Penning de Vries (AB-DLO) • dhr. S. Posthumus (Stichting Agenda 21) • dhr. ir. B.J.A. van der Pouw (Staring Centrum) • dhr. ir. J. Quist (Programma DTO) • dhr. H.J. Reduze (Stichting Agenda 21) • mw. W. Reuvekamp (Wageningen Universiteitslab Redactie) • dhr. prof. dr. C.J. Rinjnos (KNHM) • dhr. ir. J.A. Roels (Koninklijke Gist-Brocades N.V.) • dhr. A. Rommelse (Maurits Groen Milieu & Communicatie) • dhr. J. Rynja (FNK Potatoe Processors) • dhr. M. van de Sande • mw. M. van Schevichon



## COLOFON

Samenstellers en uitgever zijn zich volledig bewust van hun taak een zo betrouwbaar mogelijke uitgave te verzorgen. Niettemin kunnen zij geen aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele in deze uitgave voorkomende onjuistheden.

REDACTIE: Oskar de Kuijter, Leo Jansen, Conny Bakker, Henk Bouwmeester, Tatiana Kievit, Geert van Grootveld, Philip Vergragt.

COÖRDINATIE: Conny Bakker, Rotterdam • TEKST EN INTERVIEWS: Henk Bouwmeester, Amersfoort  
VORMGEVING/BEELDREDACTIE: *Knock-Out visual direction for media*, Elenga & Zijlstra, Rotterdam

BEELDRESEARCH: Gerda Zijlstra, Rotterdam • FOTOGRAFIE INTERVIEWS: Dick Weisz, Delft

DRUK: Snoeck Ducaju & Zoon NV, Gent • VERTALING: CPLS, Eindhoven

UITGEVER: Mark S. Storm, Den Haag

(TNO Corporate Communicatie) • dhr. Schilpzand (Schutelaar & Partners) • dhr. H. Schoemaker (Food from Britain BV) • dhr. H. Schoemakers (Schoemakers BV) • dhr. C. van der Schoor (NCD0) • dhr. ing. R. Schouteten (Nunhems Zaden BV) • mw. M. de Schutter (Consumentenbond) • dhr. dr. L. Sijsma (ATO-DLO) • dhr. A. L. M. Simonetti (Gist Brocades) • dhr. mr. J. P. H. Six (Interpolis) • dhr. J. Slijs (Boeregroep) • dhr. R. A. M. Spee (Boekes/Bouleco BV) • dhr. L. M. F. Spierts (Mora B.V.) • dhr. dr. ir. J. H. J. Spiertz (Inst. voor Agrobiologisch- en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO)) • mw. C. Stijger (Gemeente Winterswijk) • dhr. drs. J. W. Straatsma (LTO Nederland) • dhr. E. T. van Tienen (ATO-DLO) • dhr. J. W. B. Tiggeloven (Stichting WCL Winterswijk) • dhr. M. J. Verekamp (VVD) • dhr. R. van Veen (Van Hall Instituut) • dhr. ir. F. R. Veeneklaas (SC-DLO) • mw. ir. A. de Veer (Ministerie van Natuurbehoud en Visserij) • dhr. P. ter Veer (D66) • dhr. C. H. Vezger (Van Melle International B.V.) • dhr. M. J. A. van der Velden (LEI-DLO) • dhr. C. Velders (Ministerie van LNV) • dhr. drs. F. Veldhuizen (Visual Activty) • mw. dr. ir. J. Verheesen (Voortlichtingsbureau Vlees) • dhr. dr. ir. A. P. Verkaik (NRLO) • dhr. ir. G. C. C. Verstappen (RIZA) • dhr. ir. J. J. de Vlieger (LEI-DLO) • mw. drs. M. Vos (Groen Links) • dhr. W. de Vries (Unilever Nederland) • dhr. J. Vullings (Agrarisch Dagblad) • mw. ir. M. J. van de Weele-Minderhoud (Nederlandse Bond van Plattelandsvrouwen) • dhr. G. C. T. Wierda (AWT) • dhr. H. H. M. Wildenbeest (Cebeco Meat Products) • dhr. J. S. van Zandvoort (URL).

### PUBLICATIELIJST VOEDEN:

RAPPORTEN: • NPF Eindrapport programma DTO (mei 1996), Novel Protein Foods in 2035 Anders eten in een duurzame toekomst, Delft.

### WERKDOCUMENTEN

• Heidemij advies, ATO-DLO, ImD, TNO-Voeding & LUW (1994) Documentatiemap behoeftenveld-analyse Voeden Vo  
• AB-DLO, PE-LUW, RUL MIBI & Heidemij advies (1995) Duurzaam landgebruik, definitiestudie VD  
• TNO-Voeding, TNO-STB, ImD Micon & IMIAG-DLO (1995) Geïntegreerde conversie: duurzame nieuwe voeding VCo  
• Heidemij advies, ATO-DLO, IMIAG-DLO & PBC (1995) High-Tech Agroproductie, definitiestudie VHo  
• Broere, J., Resultaten duurzame beschermde teeltsystemen, Delft, 1997, evaluatierapport, VHi  
• Arthur D. Little (1993) Novel Protein Foods, definitiestudie VNo  
• De inventarisatie en selectie van eiwitbronnen voor Novel Protein Foods, 1995, Lolke Sijsma, Johan de Reu, Zhu Yang en Rob Janssens, DTO-werkdocument VN1  
• Technologische barrières voor Novel Protein Foods als ingrediënt, 1995, Johan de Reu, Lolke Sijsma, Rob Janssens en Zhu Yang, DTO-werkdocument VN2  
• Productieprocessen en technologische onzekerheden van NPF-opties, 1995, Lolke Sijsma, Johan de Reu en Rob Janssens, DTO-werkdocument VN3  
• Milieu-analyse Novel Protein Foods, 1995, Nico van den Berg, Gjal Hupples en Bernhard van der Ven, DTO-werkdocument VN4  
• Belang en ontwikkelingen Nederlandse vleessectoren, 1995, Ilona Jahae en Kees Wijnen, DTO-werkdocument VN5  
• De commerciële aantrekkelijkheid van Novel Protein Foods door bedrijven, 1995, Stijn Reinhard en René Koster, DTO-werkdocument VN6  
• Een oriëntatie op de consumenten-aspecten van Novel Protein Foods, 1995, Paul de Bruin, DTO-werkdocument VN7  
• De betekenis van vlees en andere eiwitproducten voor consumenten, 1995, Anneke Hamstra en Patrick Hoerveen, DTO-werkdocument VN8  
• Motieven en perspectieven voor het eten van Novel Protein Foods in plaats van vlees, 1995, Ton Baggerman en Anneke Hamstra, DTO-werkdocument VN9  
• Kansrijke Novel Protein Foods als ingrediënten voor toekomstige eiwithoudende voedingsmiddelen - rapportage B-fase, 1995  
• André de Haan, Helma Hermans, Oskar de Kuijter, Ivo Larsen, Hans Linsen en Jaco Quist, DTO-werkdocument VN10  
• Toekomstbeelden voor Consumenten van Novel Protein Foods, 1996, Gerjant Fonk en Anneke Hamstra, DTO-werkdocument VN12  
• Sensorische aspecten van Novel Protein Foods, Lolke Sijsma, Maarten Rabenberg, Rob Janssens, Anita Linnemann, DTO-werkdocument VN13, 1996.

• Voedingswaarde van Novel Protein Foods, 1996, Rob Janssens, Lolke Sijsma en Anita Linnemann, DTO-werkdocument VN4  
• Processen bij grootschalige productie van NPF's, 1996, Rob Janssens, Anita Linnemann, Maarten Rabenberg, Lolke Sijsma, DTO-werkdocument VN5  
• Milieutechnische potentie van grondstoffen voor Novel Protein Foods, 1996, Anita Linnemann, Lolke Sijsma, Rob Janssens, DTO-werkdocument VN6  
• R&D-programma's voor de ontwikkeling van Novel Protein Foods, 1996, Lolke Sijsma, Rob Janssens, Anita Linnemann, DTO-werkdocument VN7  
• Novel Protein Foods: milieu-analyse van de voortbrengingsketen, 1998, Nico van den Berg, Gjal Hupples, Bernhard van der Ven, B. Krutwagen, DTO-werkdocument VN8  
• Substitutiescenario's en modelontwikkeling voor Novel Protein Foods, 1996, Kees de Vlieger, Ilona Jahae, Ton van Gaasbeek, Joke van der Hoek, Myrna van Leeuwen, Kees Wijnen, DTO-werkdocument VN9  
• Stimulering NPF-ontwikkeling, 1996, Ilona Jahae, Kees de Vlieger, Myrna van Leeuwen, Kees Wijnen, DTO-werkdocument VN20  
• Ontwikkeling van Novel Protein Foods door bedrijven, Stijn Reinhard, René Koster en George-Jan Boers, DTO-werkdocument VN21, 1996  
• IP-NPF Ontwikkelingstraject Novel Protein Foods, rapportage C-fase, 1996, Jaco Quist, André de Haan, Hans Linsen, Oskar de Kuijter, Ivo Larsen en Helma Hermans, DTO-werkdocument VN22, 1996  
• Evaluatie gebruikte methoden en behaalde resultaten, A. Loeber, Universiteit van Amsterdam, DTO-werkdocument VN23, 1997  
• Slotevaluatie: samenvattend rapport, Anne Loeber, DTO-werkdocument, juli 1997  
• Duurzaam Landgebruik, definitiestudie, 1995, AB-DLO, PE-LUW, MIBI-RUL en Heidemij Advies B.V., DTO-werkdocument VD-0  
• Duurzaam Landgebruik, Map resultaten fase A en werkplannen fase B/C, juni 1996, DTO, AB-DLO, Heidemij Advies B.V., MIBI-RUL, Stichting WCL Winterswijk, DTO-werkdocument VD-1  
• Ontwikkelingsperspectief Duurzaam Landgebruik, Perspectieven voor het landelijk gebied van Winterswijk, juni 1997, H. J. de Graaf en C. J. M. Musters (redactie), DTO-werkdocument VD-2  
• Geïntegreerd informatiesysteem voor de evaluatie en bijsturing van duurzaam landgebruik, Basisontwerp van een monitoringsysteem voor het voorbeeldgebied Winterswijk, juni 1997, P. Vos en H. J. de Graaf (redactie), DTO-werkdocument VD-3  
• Duurzaam Landgebruik, van wensen en mogelijkheden naar voorbeeldsystemen, juni 1997, H. F. M. Aarts en O. C. H. de Kuijter, DTO-werkdocument VD-4  
• Duurzaam Landgebruik: van voorbeeldsystemen naar systeemonderzoek, juni 1997, H. F. M. Aarts en O. C. H. de Kuijter, DTO-werkdocument VD-5  
• Onderzoekprogramma multifunctioneel landgebruik, oplossen van knelpunten in voorbeeldsystemen duurzaam landgebruik, juni 1997, K. B. Zwart, DTO-werkdocument VD-6  
• Resultaten project Duurzaam Landgebruik, resultaten fase B/C, juni 1997, O. C. H. de Kuijter et al. DTO-werkdocument VD-7  
• VSO, IMAC-DLO, ATO-DLO, 3TBV, Vertis, Sensoren voor een duurzame voedselproductie, 1997, definitiestudie CD-ROM: Novel Protein Foods in 2035 - Anders eten in een duurzame toekomst, Delft SYMPOSIUM: Van Kasteren, J. Voeding zonder bij smaak; eten zonder het milieu te belasten, symposiumverslag BROCHURES  
• Interdepartementaal Onderzoekprogramma, Duurzame Technologische Ontwikkeling, Wat eten we in de volgende eeuw - Ontwikkelen van technologie om de wereld duurzaam te voeden, Delft  
• Interdepartementaal Onderzoekprogramma, Duurzame Technologische Ontwikkeling, Op weg naar een duurzame Voeding in 2040 - Programma Voeden, Delft 1995  
• Interdepartementaal Onderzoekprogramma, Duurzame Technologische Ontwikkeling, Licht op groente - Duurzame kasteel in 2040, Delft  
• Interdepartementaal Onderzoekprogramma, Duurzame Technologische Ontwikkeling, Land in zicht - Duurzaam landgebruik in 2040, Delft





DTO VISIE 2040 - 1998

#### **TECHNOLOGIE, SLEUTEL TOT EEN DUURZAME WELVAART**

In dit boek worden de kansen van een duurzame ontwikkeling en de werkwijze van DTO gevisualiseerd en beschreven. Het boek is tweetalig, Nederlands en Engels. ISBN 90-71694-86-0

Het programma DTO bestaat uit vijf deelprogramma's, die in afzonderlijke publicaties zijn beschreven. Deze publicatie gaat over het programma Voeden. De resultaten van de andere deelprogramma's vindt u in:

#### **SLEUTEL VERPLAATSEN**

##### **ONTWERP VAN DUURZAME VERVOERSYSTEMEN**

Vervoer van mensen en goederen kost veel energie en belast het milieu in meerdere opzichten. Ruimtegebrek veroorzaakt congestie, waardoor de mobiliteit steeds verder onder druk komt te staan. Om aan de groeiende mobiliteitsbehoefte tegemoet te komen zijn er alternatieven nodig zoals efficiënte voertuigen, ondergronds goederentransport en een betere vervoersorganisatie waardoor mensen zich comfortabel en milieuvriendelijk van deur tot deur kunnen verplaatsen. ISBN 90-71694-90-9

#### **SLEUTEL WATER**

##### **MODELLEN VAN EEN DUURZAME WATERKETEN**

Drinkwater dat met zorg is bereid, gebruiken we voor een kwart om de wc door te spoelen. Tegelijk laten we regenwater onbenut in het riool verdwijnen. We gebruiken water als medium om afval te transporteren en niet als een essentieel onderdeel van ons leefmilieu. Er zijn nieuwe systemen nodig om water vast te houden, efficiënter te gebruiken en met minder inspanning adequaat te zuiveren. ISBN 90-71694-87-9

#### **SLEUTEL CHEMIE**

##### **ZON EN BIOMASSA, BRONNEN VAN DE TOEKOMST**

De beste alternatieven voor het eindige gebruik van fossiele grondstoffen zijn biomassa en fotovoltaïsche zonne-energie. Hiermee kunnen we methanol maken, dat als intermediaire stof het beginpunt kan zijn van de energievoorziening en een groene chemie. Voor de sterke Nederlandse chemische sector liggen hier belangrijke kansen. ISBN 90-71694-89-5

#### **SLEUTEL HUISVESTEN**

##### **DUURZAME WIJKVERNIUWING IN ROTTERDAM**

Een duurzame wijk is een leefbare wijk. Waar bewoners zich betrokken voelen. Een duurzame wijk is ook een wijk waar bewoners de gelegenheid hebben om zuinig te zijn met energie, ruimte, drinkwater en materialen. Duurzame wijkvernieuwing houdt dus in, dat bestuurders én bewoners gezamenlijk plannen maken voor de toekomst. Rotterdam laat zien hoe dat kan en wat dat kan opleveren. ISBN 90-71694-88-7

DEZE BOEKEN KUNNEN WORDEN BESTELD BIJ DE UITGEVER TEN HAGEN & STAM B.V.









ISBN 90-71694-91-7



9 789071 694912

UITGEVER/PUBLISHER: TEN HAGEN & STAM BV