

# 1 Voedingsgenomics: (on)mogelijkheden voor maatschappelijke keuzes

*Guido Ruivenkamp*

## 1.1 Inleiding

Veel wetenschappers denken positief over de mogelijke toepassingen van genomicsonderzoek in de agrofoodsector. Zo wordt beweerd dat meer kennis van het plantengenoom kan leiden tot hogere opbrengsten, omdat het tijdstip van zaaien, bemesten en oogsten nauwkeuriger is vast te stellen. Hetzelfde geldt voor kennis van resistenties tegen ziekten of plagen, en van het verbouwen van gewassen op zouthoudende of droge gronden. Niet alleen de landbouwproductie, maar ook de verwerking van landbouwproducten in voedingsmiddelen kan door genomics worden beïnvloed. Zo kan de toegenomen kennis van industrieel belangrijke micro-organismen de omzetting van landbouwproducten in voedsel efficiënter en milieuvriendelijker maken. Ten slotte kan er een toenemende differentiatie in de consumptie van levensmiddelen worden gerealiseerd, doordat nieuwe mogelijkheden ontstaan om voedingsproducten 'op maat' te ontwikkelen, dat wil zeggen afgestemd op de specifieke gezondheidseisen van individuele consumenten. De verwachting is al met al dat er in het voedingsgenomicsonderzoek keuzes mogelijk zijn die vele maatschappelijke toepassingen kunnen dienen.

Dit essay bespreekt de mogelijkheden, maar ook de problemen bij het maken van maatschappelijke keuzes in het voedingsgenomicsonderzoek. Kern van het betoog is dat genomicsonderzoek binnen twee verschillende paradigma's van landbouwontwikkeling en voedselproductie kan plaatsvinden. Allereerst binnen het paradigma van een industrialiserende landbouw binnen globale agro-industriële productieketens, waarbij het genomicsonderzoek aansluit bij de historische ontwikkeling van de externalisering van het landbouwkundig onderzoek. Onder externalisering of verwetenschappelijking van landbouwkundig onderzoek verstaan we de systematische en voortdurende reorganisatie van de landbouwbeoefening naar het beeld dat in en door de landbouwwetenschappen ontworpen wordt. Dat begrip wordt

ook wel betiteld als het tot stand brengen van veranderingen in de landbouw van *buitenaf*.

Ten tweede binnen het paradigma van de regio-specifieke diversiteitslandbouw, waarbij het genomicsonderzoek aansluit bij strategieën om veranderingen juist van *binnenuit* de landbouwsector te faciliteren en aan te laten sluiten bij lokaalspecifieke, endogene ontwikkelingen. Onder diversiteitslandbouw verstaan we al die vormen van landbouwstijlen waarin geprobeerd wordt om enkele ontkoppelingsprocessen die kenmerkend zijn voor een geïndustrialiseerde landbouw (Van der Ploeg 1992), teniet te doen. Biologische landbouw, landbouw gericht op het vervaardigen van streekgebonden producten et cetera vallen daaronder (Jongerden & Ruivenkamp 1996). Een endogene ontwikkeling tracht aan te sluiten bij lopende, regionaalspecifieke innovatieprocessen, die gekenmerkt worden door een nauwkeurige afstemming op de lokale kennis over de lokale bronnen.

De positie van het voedingsgenomicsonderzoek binnen de twee genoemde paradigma's impliceert dat ook de co-creatie van sociale (gamma) en technische (bèta) elementen van het voedingsgenomicsonderzoek verschillende vormen kan aannemen. Het gaat dus niet meer om de vraag of samenwerking tussen technische en sociale wetenschappers wenselijk is. Uit de maatschappelijke acceptatieproblemen van biotechnologie is die les wel grotendeels getrokken. Bij het genomicsonderzoek komt de vraag centraal te staan welke specifieke vorm die gamma-bèta integratie in het genomicsonderzoek kan gaan innemen. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om de afgeleide vraag welke specifieke duurzaamheidsaspecten van een industrialiserende of diversiteitslandbouw in welke specifieke genomicsonderzoeksvormen (exogeen of endogeen) kunnen worden opgenomen.

De keuze om genomics te ontwikkelen vanuit haar verwevenheid met industrialiserende landbouw of diversiteitslandbouw en als exogeen of als endogeen innovatie-instrument in te zetten, wordt in dit essay besproken. De opbouw ervan is als volgt. De tweede paragraaf stelt dat genomics als wetenschappelijk-technologisch complex niet uit de lucht komt vallen, maar het resultaat is van een lange historische ontwikkeling in landbouwkundig onderzoek en technologie en moet worden begrepen vanuit haar verwevenheid met historische ontwikkelingen binnen globale voedselketens, oftewel de agro-industriële productieketen. Er worden argumenten aangedragen dat het genomicsonderzoek een illustratie vormt van de externalisering van het landbouwkundig onderzoek, hier verder vorm aan geeft en primair geplaatst moet worden binnen de sociale organisatie van agro-industriële productieketen.

In de derde paragraaf wordt gesteld dat deze historische ontwikkelingen in de agro-industriële productieketen door biotechnologische ont-

wikkelingen worden versterkt en veranderd. Het concept *dialectical change* wordt geïntroduceerd, waarbij benadrukt wordt dat het genomicsonderzoek niet alleen verweven is met de 'geschiedenis', maar ook met reorganisatieprocessen, met een 'geïndustrialiseerde landbouw-in-overgang', waardoor de co-creatie van sociale en technische elementen in het genomicsonderzoek een andere vorm kan krijgen.

Vervolgens worden deze reorganisaties niet alleen gekenmerkt door sociaal-economische verschuivingen in het 'landschap van de landbouw en voedselproductie' (Appadurai 1992), maar ook betrekking hebben op het handelingsperspectief van actoren uit de voedselketen. Hierdoor verandert ook de identiteitsvorming van boeren, van bedrijven en van wetenschappers (Ruivenkamp 2002). Zo is het niet langer passend om bijvoorbeeld zaaizaad- en enzymbedrijven uitsluitend als economische grootheden te beschrijven. Door de directe invloed van hun nieuwe producten op de programmering van de landbouwproductie krijgen deze bedrijven ook steeds meer een politieke identiteit. Niet alleen de identiteit van bedrijven, maar ook die van wetenschappers verandert, doordat bijvoorbeeld het verschil tussen fundamenteel en toegepast onderzoek steeds meer vervaagt.

Welke kant het voedingsgenomicsonderzoek uitgaat, zal steeds meer worden bepaald door deze nieuwe identiteitsvorming van de verschillende actoren in de agro-industriële productieketen en vooral door processen die de identiteit vormen van wetenschappers die zich met het voedingsgenomicsonderzoek bezighouden.

In de vierde paragraaf komt de identiteitsvorming van deze wetenschappers ter tafel. Dit essay poneert de stelling dat juist de wetenschappers in het genomicsonderzoek zelf steeds meer worden geconfronteerd met een specifieke maatschappelijke tegenstrijdigheid. Het wetenschappelijk onderzoek bepaalt steeds meer de landbouwpraktijk. Tegelijkertijd wordt het steeds onduidelijker welke specifieke bijdrage de individuele onderzoeker aan een bepaalde maatschappelijke verandering levert. De complexe sociale organisatie van het onderzoek brengt met zich mee dat de wetenschapper steeds meer van de sociale dimensies in zijn onderzoek vervreemdt, maar de sociale betekenis van zijn werk toeneemt. Op grond daarvan concluderen wij dat de mogelijkheden voor een keuze over een specifieke co-creatie van sociale en technische elementen in voedingsgenomicsonderzoek primair zal worden bepaald door de specifieke maatschappelijke verhoudingen (context) waarbinnen het huidige voedingsgenomicsonderzoek zich voltrekt. In die context komen de volgende twee spanningsvelden samen:

- het spanningsveld van de verwevenheid van het voedingsgenomicsonderzoek met historische ontwikkelingen en/of met reorganisatie-

processen van een industrialiserende landbouw (paragraaf 1.2 en 1.3);

- het spanningsveld van een complexe, ondoorzichtige en vervreemdende organisatie van het onderzoek, dat tegelijkertijd een steeds belangrijkere sociale rol vervult (paragraaf 1.4).

Aan de hand van zeven stellingen in de paragrafen worden argumenten en onderbouwingen aangedragen. Welke concrete vorm de co-creatie van sociale en technische elementen in het voedingsgenomicsonderzoek uiteindelijk aanneemt, zal door bovengenoemde maatschappelijke tegenstellingen en conflicten worden bepaald. Daarbij zal van grote invloed zijn of de wetenschappers in staat zijn meer greep te krijgen op de sociale betekenis van hun werk en of zij bereid zijn de huidige eendimensionale verbondenheid van het voedingsgenomicsonderzoek met de industrialiserende landbouw te doorbreken.

Vandaar dat aan het slot van dit essay diverse mogelijkheden worden aangeven om tot een andere co-creatie van sociale en technische elementen in het voedingsgenomicsonderzoek te komen en deze te koppelen aan endogene ontwikkelingstrajecten. Deze mogelijkheden illustreren dat er in principe keuzes gemaakt kunnen worden over de co-creatie van sociale en technische elementen in het genomicsonderzoek, maar dit essay benadrukt ook dat door de huidige historische context van het voedingsgenomicsonderzoek dergelijke keuzes over een andere co-creatie vaak worden gemarginaliseerd. Vandaar het pleidooi dat juist de keuzes voor een andere co-creatie meer publieke steun krijgen, zodat het voedingsgenomicsonderzoek niet langer ontwikkeld wordt vanuit haar eendimensionale verbondenheid met de industrialiserende landbouw.

## **1.2 De historische ontwikkeling naar een industrialisatie van de landbouw**

Volgens Goodman et al. (1987) voltrekt de industrialisatie van de landbouw zich via twee langlopende historische processen, die zij samenvatten via de begrippen *appropriation* (toeëigening) en *substitution* (vervanging).

*Appropriation* verwijst naar de geleidelijke overname van de controleerbare biologische activiteiten uit de boerenpraktijk door externe instituten, vooral de industrie. Zo is bijvoorbeeld de zaadproductie van gewassen, oorspronkelijk uitgevoerd op het boerenbedrijf, steeds meer uitbesteed aan externe onderzoeksinstellingen en uiteindelijk toegeëigend door life sciences bedrijven. Dit zijn bedrijven die zich bezighouden met zaai-zaadproductie, veredeling, diagnostica en de productie van (dieet)voeding, medicijnen en dergelijke.

Een klassiek voorbeeld van het werkkerrein van life sciences bedrijven is de ontwikkeling van hybride maïsvariëteiten die het mogelijk hebben gemaakt dat de maïsteler in feite buitenspel is gezet bij de reproductie van de maïsvariëteiten. Een ander voorbeeld van een soortgelijke industriële toeïgening van boerenhandelingen heeft zich voltrokken rondom de beheersing van de bodemvruchtbaarheid. Oorspronkelijk deed de boer dat zelf via onder andere gewasrotaties, maar nu wordt bodemvruchtbaarheid primair beheerst door het gebruik van kunstmest, die agrochemische bedrijven aanleveren (Jongerden & Ruivenkamp 1996).

*Substitution* verwijst naar de historische ontwikkeling waarbij geleidelijk de agrarische basis van de voedselproductie wordt vervangen door een industriële biochemische basis. Deze ontwikkeling ondermijnt de directe lijnen tussen landbouw- en voedselproducten. Landbouwproducten worden steeds meer gereduceerd tot industriële halffabrikaten en kunnen op den duur zelfs worden vervangen door synthetische industriële producten. Deze ontwikkeling werd ingezet met de vervanging van boter (gemaakt van melk) door boter(ine) ofwel margarine (gemaakt van plantaardige oliën). Een recent voorbeeld is de vervanging van biet- en rietsuiker door maïsfructosestroop en door aminozuurcomponenten (aspartaam) als zoetstofbron (Ruivenkamp 1986).

### **1.2.1 Het voedingsgenomicsonderzoek binnen agro-industriële productieketens**

Deze twee ontwikkelingen – toeïgening en substitutie – impliceren niet alleen dat de agrariërs hun controle op een aantal agrarische activiteiten verliezen, maar vooral ook dat zij nieuwe arbeidsrelaties met landbouwkundige onderzoeksinstellingen en bedrijven moeten aangaan. Hierdoor wordt de agrarische sector steeds meer een onderdeel van een agro-industriële productieketen. In die keten zijn vier fasen te onderscheiden:

1. de productie van *inputs* voor de landbouw, zoals zaden en kunstmest;
2. de eigenlijke landbouwproductie;
3. de verwerking van landbouwproducten tot voedingsmiddelen;
4. de distributie van de voedingsmiddelen naar de consument.

De landbouw kan hierdoor steeds minder als een autonome sector worden beschouwd. Allerlei activiteiten die de agrariërs oorspronkelijk zelf uitvoerden, zoals het opslaan en bewaren van uitgangsmateriaal, het veredelen en kruisen van variëteiten en het verzorgen van de bodemvruchtbaarheid, zijn steeds meer door externe instellingen (bijvoorbeeld genenbanken, veredelingsbedrijven, agrochemische bedrijven) overgenomen. Daardoor ontstaan nieuwe arbeidsrelaties

tussen agrariërs en producenten en leveranciers van deze nieuwe producten (zaaizaad, kunstmest). De agrariër raakt steeds meer geïntegreerd in de internationale organisatie van de agro-industriële productieketens. De specifieke wijze waarop de landbouw is geïntegreerd in internationale agro-industriële productieketens brengt met zich mee dat technologische ontwikkelingen die zich in de eerste, derde en vierde fase van de keten voltrekken, steeds meer invloed hebben op de landbouw zelf.

De relatie tussen de ontwikkeling van landbouwtechnologie en het ontstaan van nieuwe arbeidsrelaties moet echter niet als eenrichtingsverkeer worden opgevat. Er is eerder sprake van een wederzijdse beïnvloeding. Niet alleen beïnvloedt nieuwe technologie de wijze waarop landbouw in agro-industriële productieketens wordt geïntegreerd. Ook beïnvloeden de kenmerkende arbeidsrelaties tussen de verschillende actoren van de agro-industriële productieketens de ontwikkeling van moderne landbouwtechnologie en de wijze waarop onderzoek wordt uitgevoerd.

Nieuwe landbouwtechnologieën als biotechnologie en genomics worden dan ook primair ontworpen vanuit de arbeidsrelaties die in de agro-industriële productieketens bestaan. Essentiële kenmerken van die arbeidsrelaties binnen globale voedselketens zijn onder andere:

- de toenemende concentratie van economische macht bij multinationale ondernemingen in alle fasen van de voedselketen;
- de toenemende standaardisering en uniformering van de landbouw via het gebruik van een beperkt aantal hoge-opbrengstvariëteiten;
- de kwaliteitsverandering van het landbouwproduct van eindproduct tot halffabrikaat.

De hiervoor beschreven sociale organisatie van globale voedselketens heeft doorgewerkt in de specifieke ontwikkeling van de agro-industriële biotechnologie (Ruivenkamp 1989). In het verlengde van de agro-industriële biotechnologie ontwikkelt zich het voedingsgenomicsonderzoek. Gezien de wederzijdse beïnvloeding van technologische en maatschappelijke ontwikkelingen luidt de eerste stelling:

*Kenmerkende arbeidsrelaties van de agro-industriële productieketen worden in het genomicsonderzoek weerspiegeld en verder vormgegeven.*

Concreet betekent deze algemene stelling dat het genomicsonderzoek kan aansluiten bij en verder vorm geeft aan:

- de historische ontwikkeling van een toenemende verwetenschappelijking en externalisering van het landbouwkundig onderzoek (Van der Ploeg 1992) – als kenmerk voor de arbeidsrelatie tussen weten-

schapper en agrariër binnen de agro-industriële productieketen. Dit impliceert dat het genomicsonderzoek met zich mee kan brengen dat de identiteitsvorming van de wetenschapper en agrariër steeds meer door deze specifieke praktijk van een geëxternaliseerd wetenschappelijk landbouwkundig onderzoek wordt bepaald;

- de historische ontwikkeling naar een toenemende standaardisering en uniformering van de landbouw – kenmerkend voor de arbeidsrelatie tussen zaaizaadbedrijf en agrariër. Dit impliceert dat het voedingsgenomicsonderzoek de nieuwe identiteitsvorming van zaaizaadbedrijven als beslissende actoren kan ondersteunen;
- de historische ontwikkeling naar een kwaliteitsverandering van het landbouwproduct, dat steeds meer als een biochemisch (functioneel) haffabrikaat wordt beschouwd – kenmerkend voor de specifieke arbeidsrelatie tussen voedingsmiddelenbedrijven en agrariërs. Dit impliceert dat het genomicsonderzoek een voedingsmiddelenproductie als assemblage van biochemische, functionele voedselcomponenten kan versterken;
- de historische ontwikkeling naar een toenemende multinationalisering van de voedselproductie en toenemende patentering van cruciale wetenschapsproducten.

Deze verwevenheid van het voedingsgenomicsonderzoek met de bestaande arbeidsrelaties in de agro-industriële productieketen is echter niet iets onvermijdelijks. Die verwevenheid en extrapolatie van de ‘historische’ relatievormen kunnen juist door de verschillende actoren zelf worden bekritiseerd. Zij kunnen kritiek leveren op de veronderstelde noodzakelijkheid om het genomicsonderzoek te plaatsen in het verlengde van de historische ontwikkelingen, temeer omdat biotechnologische ontwikkelingen leiden tot veranderingsprocessen, die kenmerkend zijn voor een ‘industrialiserende landbouw-in-overgang’. Dit impliceert dat het genomicsonderzoek ook beïnvloed kan worden door juist deze veranderingsprocessen van een ‘industrialiserende landbouw-in-overgang’ en dat de co-creatie van sociale (gamma) en technische (bèta)relaties een andere vorm kan krijgen.

### **1.3 Het genomicsonderzoek verweven met een industrialiserende landbouw-in-overgang**

In deze paragraaf komt het concept van een *dialectical change* aan de orde. Concreet voorbeelden daarvan zijn bijvoorbeeld: deze druppel doet de emmer overlopen; een extra pakje op de rug van de reeds zwaar beladen ezel doet die ezel ineensstorten. Met andere woorden, het concept dialectical change verwijst naar de kwantitatieve toename van een ontwikkeling, waarna er op een bepaald moment een kwalita-

tief nieuwe situatie ontstaat. En, het script van het voedingsgenomics-onderzoek kan niet alleen bepaald worden door de 'geschiedenis', oftewel de kenmerkende historische ontwikkelingen in de agro-industriële productieketen, maar ook door de kwalitatieve veranderingen die zich juist in de sociale organisatie van de keten voordoen. De introductie van biotechnologische ontwikkelingen in de agro-industriële productieketen brengt namelijk met zich mee dat de twee kenmerkende ontwikkelingen van appropriation en substitution door een kwantitatieve uitbreiding kwalitatief van inhoud gaan veranderen. Hierdoor kan ook het genomiconderzoek enigszins los komen te staan van de historische ontwikkelingen van appropriation en substitution, en meer verweven worden met de kwalitatief nieuwe eigenschappen van een industrialiserende landbouw-in-overgang.

In deze paragraaf wordt de kwalitatieve verandering in de organisatie van de agro-industriële productieketen aan de hand van drie specifieke scheidingsprocessen beschreven. Daarbij wordt aangegeven dat er een andere co-creatie van sociale en technische elementen in het voedingsgenomicsonderzoek kan ontstaan door een verwevenheid van het genomicsonderzoek met deze nieuwe kenmerken van een industrialiserende landbouw-in-overgang.

### **De scheiding van landbouw en natuurlijke omgeving**

Biotechnologie sluit niet alleen aan bij de historische ontwikkelingen appropriation en substitution, maar versterkt deze ontwikkelingen zodanig dat er een kwalitatieve verandering in de sociale organisatie van de agro-industriële productieketen optreedt (Ruivenkamp 1989). Hierna volgt een uiteenzetting dat de kwantitatieve uitbreiding van de 'toeëigeningsmogelijkheden' ertoe heeft geleid dat *appropriation* zelf verandert in een kwalitatief nieuwe ontwikkeling van controle op afstand over de toegeëigende en controleerbare biologische activiteiten. Deze kwantitatieve uitbreiding van de industriële toeëigening van controleerbare biologische activiteiten heeft zich vooral voltrokken door de landbouw van haar natuurlijke omgeving te ontkoppelen (Van der Ploeg 1992). Een ontkoppelingproces, waaraan de wetenschappelijke plantenveredeling een belangrijke bijdrage heeft geleverd en die door biotechnologische ontwikkelingen in de veredeling wordt versterkt.

### **Plantenveredeling**

De genetische informatie van een plant is mede (evolutionair) gevormd door de interactie van de plant met zijn natuurlijke omgeving. Via natuurlijke selectieprocessen hebben planten zelf de eisen van hun omgeving voor een goede groei in hun genetisch programma geïnternaliseerd. Daardoor kunnen sommige planten in een koud klimaat en andere planten weer in een warm klimaat groeien. Door traditionele



veredelings- en kruisingstechnieken is geprobeerd om de grenzen van deze nauwe relatie tussen plantengroei en natuurlijke omgeving te verleggen. Zo is er tijdens de Groene Revolutie geprobeerd om in het genetisch programma van gewassen andere informatie in te brengen, vooral eigenschappen voor hogere opbrengsten. Het inbrengen van deze economisch belangrijke eigenschappen ging vaak ten koste van de geïnternaliseerde eigenschappen, die de planten juist een natuurlijke bescherming gaven. De plant leverde daardoor wel hogere opbrengsten, maar had ook steeds meer van buitenaf bescherming nodig om te overleven.

De verdelingstechnieken hadden de landbouwvariëteiten dus enerzijds 'bevrijd' van de beperkende eigenschappen van hun natuurlijke omgeving, maar ze tevens afhankelijk gemaakt van andere technieken of eigenschappen. Van belang hierbij is dat eigenschappen om te overleven in eerste instantie niet in de genetische structuur van de nieuwe variëteiten werden ingebracht. Ze werden 'van buitenaf' toegevoegd in de vorm van onder andere agrochemische bestrijdingsmiddelen en kunstmest. In plaats van de interactie tussen plantengroei en omgeving ontstond er een driehoeksrelatie tussen plantengroei, chemicaliën en omgeving.

Deze contextuele verandering – die is aangeduid met de term biochemicalisering van de landbouw (Ruivenkamp 1989) – wordt niet alleen in de agro-industriële biotechnologie meegenomen (zoals blijkt uit de ontwikkeling van herbicide-resistente gewassen), maar ook verder uitgebreid. Zo worden er gewassen ontwikkeld met een ingebouwde resistentie tegen insectenplagen, ziekten, of gewassen die zelf stikstof kunnen binden, een hogere voedingswaarde hebben en die geleidelijk aan in koudere, warmere, vochtiger of drogere regio's kunnen worden verbouwd. Al deze verschillende soorten gewassen hebben gemeen dat ze worden ontwikkeld binnen het paradigma van de biochemicalisering van de landbouw. Oftewel, binnen de dualistische ontwikkeling om enerzijds gewassen te bevrijden van hun relatie met de eigen omgeving en anderzijds ze afhankelijk te maken van het geëxternaliseerde landbouwkundig onderzoek. Dit betekent niet dat men voor alle gewassen eenzelfde eindpunt van deze route voorziet in bijvoorbeeld het perspectief van het telen in kassen – 'los van de koude grond' – waar het klimaat wordt gereguleerd. Eerder zal er sprake zijn van een toenemende differentiatie van teeltvormen in verschillende regio's. Maar wel met hetzelfde basiskenmerk dat de regulering van de relatie tussen gewas en omgeving steeds meer door wetenschappelijke informatie, ingebracht in het zaaizaad, wordt bepaald.

Door de verdere ontwikkeling van de verschillende plantbiotechnologische technieken, zoals weefselkweek, celfusietechnieken en R-DNA-technieken, zal men steeds efficiënter kunnen interveniëren in de genetische structuur van een gewas. Deze kwantitatieve uitbreiding

van de mogelijkheden om de genetische structuur van gewassen te veranderen, leidt tot de volgende specifieke kwalitatieve veranderingen in de sociale organisatie van de agro-industriële productieketen, die ook in het voedingsgenomicsonderzoek kunnen worden meegenomen.

### **1.3.1 Nieuwe aspecten in de controle op afstand over een industrialiserende landbouw**

De arbeidsrelatie tussen zaaizaadbedrijven en agrariërs is niet meer zodanig dat het bedrijfsleven zich de reproductie van het zaaizaad toeëigent. Nog belangrijker wordt het verschijnsel dat door de toenemende verspreiding van nieuwe variëteiten er ook een specifieke vorm van landbouwproductie wordt verspreid. Dit wordt geïllustreerd door de toename van de verbouw van transgene gewassen met een factor 30 in een periode van slechts zes jaar. Ondanks vele protesten steeg de verbouw van transgene gewassen van 1,7 miljoen hectare in 1996 tot 52,6 miljoen hectare in 2001, waarbij het bovendien vooral gaat om de introductie van slechts één nieuwe eigenschap (herbicidetolerantie) op 77 procent van het transgene areaal (40,6 miljoen hectare) (James 2001).

Immers, de kwantitatieve uitbreiding van de mogelijkheden om de genetische structuur van een gewas te veranderen, houdt in dat er steeds meer via wetenschappelijk onderzoek wordt bepaald waar, wanneer en op welke wijze het landbouwproduct wordt gezaaid, geoogst en hoe het landbouwproduct industrieel moet worden verwerkt. De sturing van het landbouwproductiesysteem komt zo steeds meer in handen te liggen van private en publieke onderzoeksinstituten die de nieuwe kennisintensieve inputs ontwikkelen en verspreiden. En steeds meer zal het agrarisch productiesysteem op afstand worden gecontroleerd via het gebruik van deze nieuwe kennisintensieve inputs. Er vindt zodoende een herverdeling van politieke invloed, van beslissingsmacht, plaats. Het zijn niet meer primair de beleidsmakers op de ministeries of de agrariërs zelf, maar de onderzoekers, werkzaam binnen complexe en ondoorzichtige netwerken, die via de ontwikkeling van nieuwe variëteiten een bijdrage leveren aan de wijze waarop het landbouwproductiesysteem wordt uitgevoerd. Via de verspreiding van hun kennisintensieve inputs wordt er een controle op afstand over de agrarische productie uitgevoerd, waarbij de eigenschappen van de inputs specifieke arbeidshandelingen voorschrijven en de programmering van de agrarische productie reguleren. Deze nieuwe producten worden dan ook wel aangeduid als *politiserende producten* (Ruivenkamp 1989). Dat wil zeggen, producten die via hun specifieke, *materiële* kenmerken specifieke arbeidshandelingen en interventies voorschrijven. De herverdeling van de politieke invloed op de programmering van de landbouwproductie vindt dus plaats via de gecombineerde ontwikkeling van een afnemende invloed van beleidsmakers op het productieproces (vaak aangeduid met de

term liberalisering) en de toenemende invloed van de nieuwe inputs op de programmering van de landbouwproductie. Hierdoor verplaatst het 'politieke systeem' zich tot in de organisatie van de productieketen.

Een tweede verandering is dat de instandhouding van deze nieuwe sociale ordening niet alleen verloopt via een verdere mondialisering van de 'miracle seeds for development', maar vooral door een segmentering in regionaal gedifferentieerde landbouwproductiesystemen. Dezelfde gepatenteerde basistechnieken en producten kunnen worden gebruikt om verschillende soorten landbouwgewassen te ontwikkelen, zoals herbicideresistente, ziekteresistente, plaagresistente, stikstofbindende gewassen, en gewassen met een hogere voedingswaarde. Afhankelijk van het politiek-economische klimaat in de regio kan een life science-bedrijf bijvoorbeeld ziekteresistente gewassen voor het Noorden ontwikkelen en herbicideresistente gewassen voor het Zuiden.

Hetzelfde bedrijf kan dus belang krijgen bij uiteenlopende regionale ontwikkelingen en gescheiden voedselketens, die allebei eraan bijdragen het rendement van de investering in de gepatenteerde basistechnieken te maximaliseren. Dit houdt in dat regio's en lokaalspecifieke productiesystemen niet langer hun eigen identiteit kunnen ontlenen aan de aanwezigheid van hun eigen alternatieve productiesysteem. Veeleer zal de mate van politieke autonomie van een regio worden bepaald door de mogelijkheid om ruimte te creëren voor een andere materiële invulling van de kennisintensieve inputs. Het genomics-onderzoek kan daarbij zowel een belemmerende als faciliterende rol spelen. Gezien de bestaande sociale verhoudingen is het echter waarschijnlijk dat het genomicsonderzoek zich primair in het verlengde van bovengenoemde reorganisatieprocessen plaatst, wat leidt tot de tweede stelling:

*De scheiding van landbouw en natuurlijke omgeving weerspiegelt zich in het genomicsonderzoek en wordt daardoor verder versterkt en gevormd.*

De ontwikkeling van het genomicsonderzoek binnen de hierboven genoemde veranderingen in de organisatie van de agro-industriële productieketen impliceert dat het genomicsonderzoek aansluit bij en leidt tot versterking van de:

- dualistische ontwikkeling in de veredeling om gewassen zowel te bevrijden van hun geïnternaliseerde en beperkende omgevingsfactoren als de gewassen afhankelijker te maken van de kennisintensieve informatie die wetenschappers inbrengen;
- ontwikkeling om efficiënter in de genetische structuur van gewassen te interveniëren. Gezien de verwevenheid van het genomicsonderzoek met de sociale reorganisatie van de voedselketen zal die

efficiëntietoename plaatsvinden binnen de beschreven context van een verschuiving van de beslissingsmacht over de landbouwproductie richting onderzoekscentra. Dit impliceert dat het genomicsonderzoek zelf een steeds meer 'politiserende inhoud' zal krijgen;

- ontwikkeling naar een controle op afstand over landbouwproductie door toenemende segmentering van regionaal verschillende landbouwsystemen. Zo kan het genomicsonderzoek aansluiten bij de maatschappelijke druk om in bepaalde regio's nieuwe gewassen te ontwikkelen zonder gebruik te maken van gentechnologische methoden, maar het genomicsonderzoek tegelijkertijd in andere regio's kan worden benut om via een gerichtere gentechnologische interventie hoogproductieve gewassen of gewassen met een veranderde voedingswaarde te ontwikkelen;
- ontwikkeling naar een toenemende patentering en privatisering van technieken en producten, die voor verschillende soorten gewassen en voor verschillende regionale productiesystemen worden gebruikt.

De wederzijdse beïnvloeding van maatschappelijke ontwikkelingen en het voedingsgenomicsonderzoek beperkt zich niet alleen tot wat er gebeurt bij de ontwikkeling van nieuwe landbouwvariëteiten, maar wordt ook beïnvloed door de veranderingen die zich voordoen bij de verwerking van landbouwproducten in voedingsmiddelen.

### **1.3.2 De scheiding van landbouw- en voedselproduct**

De historische ontwikkeling naar de geleidelijke en partiële vervanging (substitution) van de agrarische basis door een industriële en synthetische basis van voedselproductie is door de opschaling, verwetenschappelijking en internationale homogenisering van regionale verwerkingsmethoden sterk gestimuleerd. Verwerkingsmethoden zijn van hun regionale specificiteit losgekoppeld. De landbouwsector is steeds meer veranderd in een subsector van een internationale voedselindustrie. Bovendien veranderde het landbouwproduct steeds meer van een specifieke grondstof (bijvoorbeeld rietsuiker) voor een specifiek regionaal voedselproduct (suiker) naar een algemene input (koolhydraatbron) om voedselcomponenten te vervaardigen (glucose en fructose), geassembleerd op internationaal niveau. Biotechnologie ondersteunt dit doorbreken van de directe lijn tussen landbouw- en voedselproduct door twee processen:

1. de ontwikkeling van nieuwe enzymatische technieken om voedselcomponenten uit een steeds breder scala van landbouwgewassen te betrekken;
2. mogelijkheden om deze componenten door micro-organismen in de fabriek te produceren.

Door de verbeteringen en de toepassingen van de enzymtechnologie en de microbiologische productie van voedselcomponenten wordt het voedselproduct steeds meer losgekoppeld van een specifiek landbouwproduct. De scheiding van landbouw- en voedselproduct voltrekt zich via een geleidelijke overgang van het 'historische proces van substitutie' naar een ontwikkeling van onderlinge uitwisselbaarheid van agrarische en biochemische grondstoffen bij de vervaardiging van voedingsmiddelen. De kwantitatieve uitbreiding in het onderling vervangen en uitwisselbaar maken van verschillende agrarische en biochemische bronnen voor de voedselproductie heeft ertoe geleid dat het aloude basisprincipe – voedsel is een verwerking van specifieke landbouwproducten – wordt doorbroken en het voedselproduct steeds meer van het landbouwproduct wordt gescheiden (Ruivenkamp 1989). Het voedingsgenomicsonderzoek dat zich binnen dit scheidingsproces ontwikkelt, zal dan ook sterk worden bepaald door de volgende kwalitatieve veranderingen in de verwerking van landbouwproducten tot voedingsmiddelen.

### **Nieuwe aspecten in de verwerking van landbouwproducten**

De scheiding van landbouw en voedselproduct brengt met zich mee dat er een toenemende flexibilisering in de toevoer van agrarische grondstoffen naar de verwerkende industrie gerealiseerd kan worden. De industriële grootverbruikers van bijvoorbeeld suiker, zoals frisdrankbedrijven, hoeven niet langer te kiezen uit biet- of rietsuiker, maar kunnen hun sucrosecomponenten (glucose en fructose) uit tal van koolhydraatbronnen betrekken, bijvoorbeeld uit maïs.

Bovendien maakt de ontwikkeling van de enzymtechnologie en de microbiologische productie van voedselcomponenten het mogelijk om de flexibilisering van de voedingsmiddelenproductie uit te breiden tot zelfs over de grenzen van de basisnutriënten. Zo kunnen koolhydraatbronnen via enzymen tot hun basisproduct glucose worden afgebroken en vervolgens door micro-organismen worden omgezet in eiwitten en/of aminozuren. Omgekeerd kunnen op industriële wijze sucrosevervangers worden geproduceerd op basis van aminozuren (bijvoorbeeld aspartaam). Niet alleen kunnen dus verschillende koolhydraatbronnen uitwisselbaar worden (bijvoorbeeld maïsfructose en rietsuiker als zoetstofbron) maar zelfs de scheidingslijnen tussen bijvoorbeeld koolhydraten en eiwitten kunnen worden opgeheven. De flexibele toevoer van grondstoffen naar de bedrijven die deze voedselcomponenten assembleren, kan daardoor worden uitgebreid en geïntensiveerd. Deze kwantitatieve uitbreiding in het betrekken van voedselcomponenten uit verschillende agrarische en biochemische grondstoffen heeft tot een kwalitatief nieuwe situatie geleid (*dialectical change*), die is aangeduid met het begrip *onderlinge uitwisselbaarheid* van agrarische en biochemische grondstoffen.

De co-creatie van sociale en technische elementen in het voedingsgenomicsonderzoek kan vooral worden gevormd door deze ontwikkeling naar een toenemende uitwisselbaarheid van grondstoffen in de agro-industriële productieketen.

Een tweede consequentie van een toenemende scheiding van het landbouw en voedselproduct is dat de mogelijkheden voor regionale voedselvoorziening worden vergroot, omdat de voedingsmiddelen (componenten) uit verschillende agrarische en biochemische grondstoffen kunnen worden geassembleerd. Tegelijkertijd zal er echter ook een toenemende concurrentie kunnen ontstaan tussen de verschillende regionale methoden (sociale organisatievormen) om overeenkomstige basisnutriënten te produceren.

Deze twee ontwikkelingen samen – de toenemende mogelijkheden van componentenproductie op regionaal niveau plus een intensievere concurrentie tussen de regionale extractie- en productiemethoden – brengt met zich mee dat er voor de schijnbaar onafhankelijke regionale productiesystemen een toenemende afhankelijkheid ontstaat van het wetenschappelijk onderzoek in de biochemische industrie. Het genomicsonderzoek, verweven met deze ontwikkelingen, kan daardoor een steeds grotere invloed uitoefenen op regionale ontwikkelingen.

Een derde consequentie van het scheidingsproces is dat de onderzoeksinstituten en bedrijven die over de knowhow en de productiecapaciteit beschikken om eiwit-, koolhydraat- en vetsplitsende enzymen op de markt te brengen, belangrijke actoren worden in het tot stand brengen van reorganisaties van de productie in vele landen. Zo zijn successen in de enzymproductie beslissend geweest om bijvoorbeeld andere landbouwgewassen in een bepaalde regio voor verschillende voedingsmiddelen te gaan gebruiken (denk aan het gebruik van maïs als zoetstof). Ook kan de ontwikkeling van nieuwe enzymen internationale handelsstromen van landbouwgewassen veranderen (zoals het gebruik van maïsfructose in de VS heeft aangetoond) en kan het prijspeil van verschillende landbouwproducten worden beïnvloed. Het belang van de enzymtechnologie ligt in dit intrinsiek politieke karakter om reorganisaties in de derde fase van de voedselketen tot stand te brengen. Enzymen zijn als politiserende producten aangeduid (Ruivenkamp 1989), omdat zij een belangrijke bijdrage leveren aan het flexibiliseren van de grondstoffentoevoer naar voedselverwerkende industrieën en daarbij reorganisaties in de agro-industriële productieketen teweegbrengen. Onderzoeksinstituten en bedrijven die deze katalysatoren ontwikkelen, kunnen daarom als cruciale politieke actoren worden aangeduid.

Een vierde consequentie van de scheiding van landbouw- en voedselproduct is dat er een drastische verandering in de sociale organisatie van de voedselketen optreedt, waardoor zelfs de analytische geldigheid van het ketenbegrip kan verdwijnen.

Naarmate het basisprincipe van de voedselproductie – namelijk dat voedselproducten verwerkte landbouwproducten zijn – wordt doorbroken, komt de voedingsmiddelenindustrie losser te staan van de intrinsieke voedingskwaliteiten van het landbouwproduct en baseert zij zich steeds minder op de verwerking van landbouwproducten en hun derivaten. Tegelijkertijd raakt de voedselindustrie steeds meer geïntegreerd en zelfs afhankelijk van de ontwikkelingen in de biochemische industrie. De politiek-economische macht in de derde fase van de voedselketen verplaatst zich daardoor naar gebieden die voor een belangrijk deel schijnbaar buiten de voedselketen liggen, zoals de enzymproductie en de microbiologische productie van voedselcomponenten. Dit impliceert dat de gebeurtenissen in de voedselketen steeds minder vanuit een analyse van de voedselketen kunnen worden begrepen, maar moeten worden geanalyseerd vanuit bijvoorbeeld de biochemische industrie.

De ontwikkeling van het voedingsgenomicsonderzoek binnen deze reorganisatieprocessen in de productie van voedselcomponenten van een industrialiseerde landbouw in overgang leidt tot de derde stelling over het voedingsgenomicsonderzoek:

*De scheiding van landbouw en voedselproduct wordt in het voedingsgenomicsonderzoek meegenomen en door het genomicsonderzoek verder versterkt.*

Deze stelling impliceert dat genomicsonderzoek aansluit bij en zal leiden tot versterking van de:

- ontwikkeling om de biokatalyserende functies van de industrieel belangrijke micro-organismen te verbeteren, waardoor ook de flexibilisering van de regionale productiesystemen van voedselcomponenten kan toenemen. Het voedingsgenomicsonderzoek krijgt daarmee een direct politiek-economische inhoud;
- ontwikkeling naar een intensieve concurrentie van verschillende regionale productiesystemen om voedselcomponenten op basis van regionale grondstoffen te produceren;
- tegenstrijdige ontwikkeling van een regionale onafhankelijkheid in de productie van voedselcomponenten, gecombineerd met een toenemende afhankelijkheid van wetenschappelijke en technologische onderzoeksnetwerken;
- tendens dat de ontwikkelingen in de productie van voedselcomponenten steeds meer buiten de voedselketen worden bepaald. Dit betekent dat bijvoorbeeld landbouweconomen niet alleen hun blik moeten verruimen via het hanteren van een ketenanalyse, maar dat zij zich ook moeten bezighouden met de ontwikkelingen in bijvoorbeeld de biochemische industrie en in de co-creatie van sociale en technische elementen in het genomicsonderzoek.

Het genomicsonderzoek kan al met al een belangrijke bijdrage gaan leveren aan de ondersteuning van een overgang naar een nieuw voed-

selproductiesysteem, waarin een aantal voedingsstoffen als vetten, eiwitten, suikers et cetera worden geproduceerd, vervolgens functionele componenten (vitamines, mineralen) en smaak- en kleurstoffen worden toegevoegd en het gehele pakket van bestanddelen ten slotte in de (traditionele) vorm van een levensmiddel in een aantrekkelijke en veelbelovende verpakking aan de consument wordt geleverd. Vaak wordt alleen nog door de verpakking het imago van een directe lijn met de agrarische basis gelegd. De verpakking wekt de illusie dat bijvoorbeeld het chocoladekoekje vooral cacao bevat en aardbeienjam voor het grootste deel uit aardbeien bestaat. Meestal zijn de kosten voor het produceren van deze imago's (reclame en dergelijke) en voor het produceren van de vraag groter dan de directe productiekosten van het product zelf. Het is dan ook frappant te moeten constateren dat men nauwelijks rekening houdt met deze veranderingen en nog steeds praat over 'vraag en aanbod', de 'individuele consument en producent' zonder deze begrippen te herdefiniëren binnen de nieuwe economies of 'signs & space' (Lash & Urry 1994).

De overgang van een productie van voedingsmiddelen, gemaakt van specifieke agrarische producten, naar een productie van voedingscomponenten, geassembleerd uit een breed scala van agrarische en biochemische grondstoffen, maakt het mogelijk dat er een nieuw productiesysteem ontstaat, waarin de scheiding van landbouw- en voedselproduct overgaat in een derde scheidingsproces, namelijk de scheiding van het landbouwproduct van zijn intrinsieke voedingskwaliteit.

### **1.3.3 De scheiding van het landbouwproduct van zijn intrinsieke voedingskwaliteit**

Bij een verdere ontwikkeling in het doorbreken van de directe lijn tussen landbouw- en voedselproduct kunnen de geassembleerde voedselcomponenten ook steeds meer worden gescheiden van hun intrinsieke voedingskwaliteiten. Door deze scheiding ontstaat er ruimte om de geassembleerde voedselcomponenten te binden aan nieuwe, symbolische en/of door derden opgelegde kwaliteitseisen van het product. Zo zouden de geassembleerde voedselcomponenten op de markt gebracht en verkocht kunnen worden vanwege hun veronderstelde bijdrage aan allerlei schoonheids- en sportiviteitsimago's. Tegelijkertijd zullen er meer controles moeten worden uitgeoefend (en betaald) om 'vervuiling in de producten' te voorkomen en inzicht te krijgen in hoeverre de geassembleerde voedselproducten daadwerkelijk de geclaimde bijdragen leveren. Zo heeft bijvoorbeeld de ongewenste aanwezigheid van te veel nandralon in vitaminepreparaten onlangs nogal wat dopingperikelen in de voetballerij veroorzaakt.

Het genomicsonderzoek dat binnen deze context wordt ontwikkeld, zal kunnen aansluiten bij de mogelijkheid om 'gezonde' (industriële)



voedingscomponenten voor de ‘individuele consument op maat’ te ontwikkelen. Een verwevenheid van het genomicsonderzoek met dit derde scheidingsproces in de agro-industriële productieketen impli- ceert de vierde stelling:

*De scheiding van het landbouwproduct van zijn intrinsieke voedings- kwaliteit weerspiegelt zich in het genomicsonderzoek en wordt daar- door verder gevormd.*

Deze stelling betekent dat het genomicsonderzoek nieuwe mogelijk- heden kan creëren om consumptie van geassembleerde voedselcom- ponenten te stimuleren, die voldoen aan de (geproduceerde) criteria van de sportieve en gezondheidsimago’s van de individuele consument. Naarmate in het agro-industriële productieproces de intrinsieke voe- dingskwaliteiten steeds meer worden gescheiden van het landbouw- en het voedselproduct, kan het genomicsonderzoek zich steeds meer oriënteren op het versterken van een nieuwe industriële toeëigening van het ‘op maat’ ontwikkelen van (gezonde) voedingscomponenten voor de individuele consument.

## **1.4 Maatschappelijke tegenstrijdig- heid binnen het voedingsgenomics- onderzoek: de loskoppeling van de sociale (gamma) betekenis uit het (bèta) wetenschappelijk onderzoek**

In de eerste twee paragrafen zijn vier algemene stellingen geformu- leerd over de verschillende vormen van co-creatie van sociale en tech- nische elementen in het voedingsgenomicsonderzoek. Welke vorm die co-creatie daadwerkelijk aanneemt, zal in de toekomst moeten blij- ken. Daarbij kan men veronderstellen dat de onderzoekers die bij het genomicsonderzoek betrokken zijn, een belangrijke rol zullen spelen. Deze paragraaf geeft aan dat er weinig reden tot optimisme is. Juist deze onderzoekers zullen worden geconfronteerd met een specifieke maatschappelijke tegenstrijdigheid in hun onderzoek: terwijl ze wer- ken aan ‘politiserende producten’, wordt hun zicht op de sociale bete- kenis van hun werk steeds geringer doordat zij binnen zeer complexe en fluïde netwerken moeten opereren.

Een voorbeeld: het wetenschappelijk enzymonderzoek vindt plaats binnen een internationaal productiesysteem dat zich kenmerkt door een toenemende concentratie van de productie binnen enkele bedrij- ven en het gebruik van een beperkt aantal enzymen van enkele micro-

biologische bronnen. Dit geconcentreerde productiesysteem wordt echter uitgevoerd via talrijke samenwerkingsverbanden tussen een steeds breder scala producerende en wetenschappelijke instanties. Met andere woorden, enzymen worden ontwikkeld binnen een geconcentreerd-gedecentraliseerd productiesysteem dat zich baseert op complexe en flexibele netwerken van samenwerkingsverbanden tussen bedrijven, publieke en particuliere onderzoeksinstanties in de verschillende fasen van de enzymproductie. Door deze specifieke organisatie van de enzymontwikkeling en productie verliezen enzymproducenten hun greep op en inzicht in dit productieproces, terwijl de eindproducten van hun arbeid, de enzymen, grote sociale veranderingen teweegbrengen in de mondiale voedselproductie. Deze maatschappelijke tegenstrijdigheid in het enzymonderzoek lijkt niet alleen kenmerkend te zijn voor de enzymproductie zelf, maar ook voor de ontwikkeling van alle 'politiserende producten' van de biotechnologieontwikkeling. Dezelfde ontwikkelingen van enorme concentratie en ondoorzichtige samenwerkingsverbanden vindt misschien nog duidelijker plaats in de zaaizaadsector, rondom de ontwikkeling van nieuwe veredelings technieken.

De complexe en fluide samenwerkingsverbanden binnen de productieketen van biotechnologische producten en technieken brengen met zich mee dat de traditionele scheidslijnen tussen fundamenteel en toegepast onderzoek vervagen. Het onderzoek naar de complexe enzymatische processen in planten (bijvoorbeeld de ACC-synthese en ACC-oxidase) kan enerzijds als voorbeeld van fundamenteel onderzoek worden beschouwd, terwijl anderzijds juist deze onderzoeksactiviteiten cruciaal kunnen zijn om bijvoorbeeld rijpingsprocessen van groenten en fruit te beïnvloeden. Deze onderzoeksactiviteiten kunnen juist voor de voedselmultinationals van groot belang worden, wat verklaart dat zij druk bezig zijn om de belangrijkste wetenschappelijke ontwikkelingen op dit gebied te patenteren.

Zo worden fundamenteel wetenschappelijke activiteiten rondom het verzamelen, selecteren, isoleren en inbrengen van genetische informatie in gewassen, steeds meer vercommercialiseerd en gekoppeld aan de economische belangen van de *genetics supply industry*.

De ondoorzichtigheid van de onderzoeksnetwerken en de toenemende commercialisering van allerlei wetenschappelijke deelgebieden brengen met zich mee dat ook de scheidslijnen tussen publiek en particulier onderzoek vervagen. Het wordt steeds problematischer het verschil tussen publiek en particulier onderzoek te baseren op een verschil in locatie vanwaar het onderzoek wordt uitgevoerd en/of op de bron van financiering: overheid of particulier. Deze aspecten worden steeds minder belangrijk om een verondersteld inhoudelijk verschil in het onderzoek zelf aan te tonen.

Bovendien stromen steeds meer onderzoeksresultaten en producten, zowel van publieke naar particuliere onderzoeksinstellingen en vice versa, samen binnen complexe en ondoorzichtige onderzoeksnetwerken van life sciences bedrijven. Bedrijven, die daarnaast de financiële mogelijkheid hebben om de succesvolste resultaten van publiek onderzoek op te kopen. Daarnaast doen publieke onderzoeksinstellingen steeds vaker onderzoek vanuit een referentiekader dat reeds door het gebruik van specifieke kennisintensieve inputs is opgelegd. Zo heeft de mondiale verspreiding van 'hoge-opbrengstvariëteiten' en het gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen ertoe geleid dat ook publieke onderzoeksinstellingen het onderzoekspad van de geïndustrialiseerde landbouw volgen. Welke variëteiten en welke gewassen in een regio worden verbouwd, wordt dan ook steeds meer bepaald door 'technische overwegingen': wat kan met wat samen, gegeven het gebruik van dat middel.

De druk om bij bepaalde ontwikkelingen in de geïndustrialiseerde landbouw aan te sluiten kan zo groot worden dat publieke onderzoeksinstellingen hetzelfde soort onderzoek verrichten als particuliere onderzoeksinstellingen, ook zonder door de industrie te zijn benaderd. Hierdoor kunnen publieke onderzoeksinstellingen geneigd zijn om problemen van bijvoorbeeld de huidige rotatiesystemen in de landbouw op (bio)technocratische wijze op te lossen.

In het wetenschappelijk onderzoek voltrekt zich dus de volgende maatschappelijke tegenstrijdige ontwikkeling. Enerzijds is er sprake van een toenemende complexiteit van de sociale organisatie van het onderzoek. Deze baseert zich op fluïde netwerken rondom allerlei deelgebieden, die steeds omvangrijker en talrijker worden, en op fluïde informatiestromen van publieke naar particuliere, van fundamentele naar toegepaste onderzoeksinstellingen en vice versa. Hierdoor heeft de individuele onderzoeker nauwelijks nog zicht op zijn/haar bijdrage aan de ontwikkeling van een specifiek eindproduct en op de sociale dimensies van dat product. Anderzijds wordt dit wetenschappelijk werk steeds meer gekenmerkt door zijn bijdrage aan de ontwikkeling van 'politiserende producten', zoals specifiek zaaizaad (glyfosaat-resistente gewassen) en industrieel belangrijke micro-organismen (*Aspergillus niger*, *Saccharomyces cerevisiae*, et cetera).

Bovendien wordt van de onderzoekers verwacht 'als persoon' volledig betrokken te zijn bij zijn/haar deelonderzoek en daardoor dus indirect ook bij de reorganisaties in het productiesysteem. Zo vindt er in het wetenschappelijk onderzoek vaak een toenemende integratie plaats van arbeidstijd en vrije tijd, van werk en hobby, van produceren en scholing. Deze persoonlijke betrokkenheid bij het deelonderzoek impliceert dat er sprake is van een uitbreiding en intensivering van de arbeidstijd bij juist de producenten (de enzym-onderzoekers, de plantenveredelaars, de medewerkers van fundamenteel onderzoek) die de

politiserende producten van de voedselketen vervaardigen. In plaats van de zich steeds 'herhalende dwang van de lopende band' als illustratieve beheersingsvorm van de arbeidskracht van het fordistische ontwikkelingsmodel, is er binnen het huidige ontwikkelingsmodel van een voedselcomponentenproductie sprake van een 'toenemende zelfkastijding in volledige vrijheid' van onderzoekers die een cruciale bijdrage leveren aan de ontwikkeling van de politiserende producten, zonder echter zelf in staat te zijn om te achterhalen welke specifieke bijdrage zij daaraan leveren.

De consequentie van deze specifieke sociale organisatie van het wetenschappelijk onderzoek is niet alleen dat de bèta-onderzoekers – door de complexe organisatie en specifieke maatschappelijke inbedding van hun werk – vervreemd zijn van de gammabetekenis van hun werk. Maar ook dat de overgang naar het hierboven beschreven nieuwe productiesysteem van een industrialiserende landbouw-in-overgang snel en geruisloos kan plaatsvinden. Zelfs de verbeelding over de mogelijkheid van een ander onderzoeksparadigma zal ontbreken. En de kritiek lijkt alleen de vorm te kunnen aannemen van totale negatie. Vaak volgen maatschappelijke organisaties dit traject van totale afwijzing. Ook omdat het perspectief van een andere co-creatie van sociale en technische elementen in biotechnologie en genomics niet wordt gezien. Uitgaande van een verwevenheid van het genomicsonderzoek met de hiervoor beschreven complexe sociale organisatie van het geëxternaliseerde landbouwkundig onderzoek kan de vijfde stelling worden geponneerd:

*Het genomicsonderzoek weerspiegelt en versterkt de maatschappelijke tegenstrijdige ontwikkeling dat individuele onderzoekers vervreemd raken van de sociale betekenis van hun werk, terwijl de sociale betekenis daarvan juist toeneemt.*

Toegesplitst op de hierboven beschreven reorganisaties in het wetenschappelijk onderzoek impliceert deze stelling dat het genomicsonderzoek kan leiden tot een versterking van de:

- vermenging van fundamenteel en toegepast, publiek en privaat onderzoek binnen de context van een politisering van de landbouw- en voedselproductie;
- ont koppeling van de sociale (gamma)betekenis uit het wetenschappelijke (bèta)onderzoek.

De verwevenheid van het genomicsonderzoek met de kenmerken van een industrialiserende landbouw-in-overgang is echter niet iets onvermijdelijks. Er kunnen ook andere ontwikkelingen plaatsvinden. De hiervoor beschreven maatschappelijke tegenstelling in het onderzoekswerk kan er ook toe leiden dat steeds meer onderzoekers gestimuleerd worden tot een kritische reflectie tegenover de ont koppeling van het gamma-element uit hun werk. Zij kunnen pogingen ondernemen om juist weer greep te krijgen op de sociale betekenis van hun weten-

schappelijk deelgebied. Oftewel: de maatschappelijke tegenstelling in het onderzoek kan uiteindelijk de onderzoekers stimuleren tot een subpolitiseren van het onderzoek (Beck 1994), tot een poging om wel zicht en greep te krijgen op de sociale betekenis van hun werk. Dit impliceert dat ook de volgende, zesde stelling over het genomicsonderzoek kan worden geponeerd.

*Het genomicsonderzoek kan een stimulans zijn voor reflecterende activiteiten van onderzoekers om de sociale betekenis in de verschillende deelgebieden van hun wetenschappelijke werk te reintegreren.*

Deze stelling impliceert dat het belangrijk is om na te gaan welke mogelijkheden de onderzoekers hebben om – binnen de huidige historisch-specifieke context – toch een andere co-creatie van gamma-bèta-elementen binnen het genomicsonderzoek tot stand te brengen.

#### **1.4.1 Mogelijkheden voor een reconstructie van het voedings genomicsonderzoek**

Maatschappelijke keuzes in het genomicsonderzoek kunnen vooral worden gemaakt in de wijze van regionale integratie in globale voedselketens. De ene mogelijkheid is dat het genomicsonderzoek aansluit bij de ontwikkeling van een industrialiserende landbouw-in-overgang en de ontwikkeling versterkt naar regionaal gesegmenteerde landbouw-productiesystemen (zie stelling 2). Ook kan het voedingsgenomicsonderzoek de ontwikkeling versterken van schijnbaar autonome, maar onderling uitwisselbare regionale productiesystemen van voedselcomponenten (zie stelling 3).

In dit geval is sprake van een gamma-bèta co-creatie binnen het genomicsonderzoek, dat is verweven met de ontwikkelingen van een industrialiserende landbouw en erop is gericht de drie scheidingsprocessen in de industrialiserende landbouw te versterken (zie paragraaf 1.2 en 1.3). Het is een gamma-bèta integratie volgens de optie van een ontwikkeling van 'buitenaf' (een exogeen innovatieproces). Een gamma-bèta co-creatie die gericht is op een verdere ontwikkeling van regionaal gedifferentieerde kennisintensieve inputs (zaaizaad en plantbeschermingsmechanismen), en op specifieke biokatalysatoren om de regionale autonomie in de productie van voedselcomponenten te vergroten of ter verbetering van de gezondheids garanties in de industriële componentenproductie.

Een tweede mogelijkheid is om de gamma-bèta co-creatie in het genomicsonderzoek te verweven met endogene ontwikkelingstrajecten. Het gaat hierbij om een ontwikkeling van 'binnenuit' (Van der Ploeg et al. 1994); een endogeen innovatieproces gebaseerd op een verbijzondering van de reeds aanwezige lokale bronnen en kennis. Een derge-

lijke gamma-bèta co-creatie in het genomicsonderzoek start vanuit de kritische reflectie dat de geïndustrialiseerde landbouw in een echte crisis verkeert en dat het nodig is om 'beyond modernization' (Van der Ploeg et al. 1995) te gaan. Een gamma-bèta co-creatie die erop is gericht het voedingsgenomicsonderzoek los te koppelen van zijn verbondenheid met de drie scheidingsprocessen van een industrialiserende landbouw, en het genomicsonderzoek te verbinden aan endogene innovatieprocessen.

De toekomst van het genomicsonderzoek kan dus steeds meer verstrikt raken in een nieuwe maatschappelijke strijd over het inzetten van genomics als een exogeen of endogeen innovatie-instrument. Het gaat om de machtsvraag over de vorming van een bèta-gamma co-creatie in het voedingsgenomicsonderzoek, gericht op perfectionering van de drie scheidingsprocessen van een industrialiserende landbouw óf gericht op het faciliteren van endogene ontwikkelingsprocessen. In beide gevallen zal de gamma-bèta co-creatie in het genomicsonderzoek zich met name manifesteren via het op een bepaalde wijze integreren van regionaalspecifieke ontwikkelingen in mondiale productiesystemen. Vandaar dat mijn laatste stelling luidt:

*Het genomicsonderzoek weerspiegelt en versterkt de maatschappelijke tegenstelling tussen een exogeen en een endogeen innovatieproces, dat zich met name zal manifesteren via verschillende vormen van regionale integraties in mondiale productiesystemen.*

In de paragrafen 1.2 en 1.3 is reeds aangegeven dat de regionale integratie voor een industrialiserende landbouw vooral van buitenuit en topdown wordt opgezet en aangestuurd door globale (markt)ontwikkelingen. Tot slot zal worden besproken op welke wijze de co-creatie van gamma-bèta-elementen in het voedingsgenomicsonderzoek ook kan worden gevormd vanuit een verwevenheid met endogene ontwikkelingstrajecten.

### **Mogelijkheden voor de ontwikkeling van voedingsgenomicsonderzoek binnen endogene ontwikkelings-trajecten**

Genomicsonderzoek dat beoogt aan te sluiten bij het endogene innovatievermogen in de regio en het spoor van een verdere verbijzondering van de regionale lokaliteit wil volgen en versterken, zal inhoudelijk aan de volgende voorwaarden moeten voldoen.

#### ***Voorwaarden voor endogene innovatie***

1. Het genomicsonderzoek moet zich richten op bijeenbrengen van wat in de industrialiserende landbouw van elkaar gescheiden is. Het genomicsonderzoek, vooral functional genomics, zal dus op zoek kunnen gaan naar die genen, transcriptomen, proteomen en meta-

bolomen die een bijdrage kunnen leveren aan onder andere het verweven van landbouw en natuurlijke omgeving.

2. Het genomicsonderzoek kan op zoek gaan naar eigenschappen die het regionale gewasrotatiesysteem kunnen verfijnen. Zo is bijvoorbeeld in India onderzoek gedaan naar het ontwikkelen van 'dual purpose and early maturing sorghum varieties' (Ruivenkamp 2002). Daardoor worden er niet alleen extra inkomsten gegenereerd, maar kunnen ook andere vervolggewassen eerder worden verbouwd en zijn er minder bestrijdingsmiddelen nodig.
3. Het genomicsonderzoek moet nagaan op welke wijze het een bijdrage kan leveren aan de de-commodificering van de zaaizaadproductie. Zo zal via functional genomics die (bijvoorbeeld apomictische) eigenschappen kunnen worden opgespoord, waardoor boeren weer in staat worden gesteld om hybride variëteiten op het boerenbedrijf zelf te vermeerderen.
4. Het genomicsonderzoek kan op zoek gaan naar eigenschappen bij industrieel belangrijke micro-organismen die het mogelijk maken om de directe lijn tussen landbouw- en voedselproduct op regionaal niveau te herstellen en op te waarderen. Vanuit een endogeen referentiekader zal meer nadruk komen te liggen op het vinden van micro-organismen en biokatalysatoren die in staat zijn de voedingskwaliteiten van regionaalspecifieke producten te herwaarderen.
5. Het genomicsonderzoek kan zich verbinden met initiatieven om regionale onafhankelijkheid niet primair tot stand te brengen op het niveau van de grootschalige voedselcomponentenproductie, maar eerder op het niveau van de ontwikkeling van landbouwgewassen binnen regionaalspecifieke geografische omstandigheden.

Deze voorwaarden geven aan dat in principe diverse keuzemogelijkheden bestaan om het voedingsgenomicsonderzoek te koppelen aan endogene ontwikkelingstrajecten en specifieke vormen van gamma-bèta co-creaties te ontwikkelen. Uiteraard is dit niet uitsluitend een zaak van de individuele onderzoeker. Temeer daar de individuele onderzoeker steeds meer in specifieke netwerken zal functioneren. Vandaar dat er pogingen zijn ondernomen om nieuwe netwerken op te zetten, waarbinnen wordt geprobeerd om biotechnologie en genomics in het verlengde van endogene ontwikkelingen te plaatsen. Een voorbeeld hiervan is het programma *Access to food through tailor-made biotechnologies*, dat door de leerstoelgroep TAO in samenwerking met partners uit India, Kenia, Ghana, Cuba en Brazilië wordt opgezet.

De invloed van deze biotechnologie-op-maat netwerken op de maatschappelijke discussie over de co-creatie van gamma-bèta-elementen zal vooral worden bepaald door de mate waarin deze netwerken erin slagen om op specifieke deelgebieden van het biotechnologisch en genomicsonderzoek een specifieke (alternatieve) vorm van gamma-bèta integratie tot stand te brengen.

## 1.5 Slotopmerkingen

In dit essay is besproken dat het voedingsgenomicsonderzoek primair verweven is met historische en kwalitatief nieuwe sociale ontwikkelingen van de agro-industriële productieketen. Ook is benadrukt dat deze verwevenheid niet als iets onvermijdelijks moet worden beschouwd. Allereerst omdat er tegengestelde vragen kunnen ontstaan over de gamma-bèta co-creatie vanuit de historische en kwalitatief nieuwe ontwikkelingen. Ten tweede omdat er onderzoekers kunnen zijn die – ondanks de beschreven maatschappelijke tegenstrijdigheid in het onderzoek – toch proberen meer inzicht te krijgen in de sociale betekenis van hun werk. Er bestaat dus ruimte (en die kan zelfs toenemen) om keuzes te maken over de gamma-bèta co-creatie in het voedingsgenomicsonderzoek.

Het is zelfs mogelijk een alternatieve co-creatie van gamma-bèta elementen in het voedingsgenomicsonderzoek te ontwikkelen. Een alternatieve gamma-bèta co-creatie die zich manifesteert door het genomicsonderzoek los te maken van zijn eendimensionale verbondenheid met de industrialiserende landbouw, en tegelijkertijd het genomicsonderzoek te verweven met initiatieven die werken aan een verbijzondering van regionale lokaliteiten.

Toch is een dergelijke keuze voor een alternatieve gamma-bèta co-creatie niet eenvoudig. De onderzoekers moeten opboksen tegen de huidige eendimensionaliteit van het genomicsonderzoek en tegelijkertijd zullen zij specifieke keuzes over die andere gamma-bèta co-creatie in het genomicsonderzoek moeten uitwerken. Een eerste stap zal kunnen zijn om hiervoor nieuwe onderzoeksnetwerken op te richten. Netwerken waarbinnen de onderzoekers zicht krijgen op hun mogelijkheden specifieke sociale dimensies in de deelgebieden van hun werk in te brengen. De onderzoeker werkzaam op het niveau van het genoom, transcriptoom, proteoom en metaboolom zal dan in staat zijn specifieke keuzes ten aanzien van de gamma-bèta co-creatie op deze wetenschappelijke deelgebieden te maken. Keuzes die zich vooral zullen toespitsen op het onderzoek naar verschillende vormen van regionale innovaties. Immers, vooral daar manifesteert zich de maatschappelijke tegenstelling tussen genomics als een exogeen instrument voor een geïndustrialiseerde landbouw-in-overgang of genomics als een endogene katalysator en facilitator voor endogene ontwikkelingen. De oprichting van transdisciplinaire en transprofessionele commissies zal daarbij een tweede stap kunnen zijn om de mogelijkheden voor maatschappelijke keuzes in het genomicsonderzoek te vergroten.



## Literatuur

- Appadurai, A. (1990). 'Disjuncture and difference in the global cultural economy'. In: Featherstone, M. (red.). *Global Culture: Nationalism, globalization and modernity*. London: Sage Publications.
- Beck, U., A. Giddens & S. Lash (1994). *Reflexive modernization. Politics, tradition and aesthetics in the modern social order*. Cambridge: Polity press.
- Cook, R.J. (1998). 'Toward a successful multinational crop plant genome initiative'. In: *Proceedings of The National Academy of Sciences 1998*. Online te zien op <http://www.pnas.org>.
- Goodman, D., B. Sorj & J. Wilkinson (1987). *From farming to biotechnology. A theory of agro-industrial development*. Oxford: Basil Blackwell publications.
- Integrated Genomics Ltd., Press releases 1999-2001 available online at <http://www.integratedgenomics.com/press/news2001>
- James, C. (2001). 'Global review of commercialized transgenic crops: 2001'. New York, Ithaca, *ISAAA Briefs*, no 24.
- Jongerden, J. & G. Ruivenkamp (1996). *Patronen van verscheidenheid*. Wageningen: Wetenschapswinkel Wageningen Universiteit.
- Kellner, D. (1989). *Critical Theory, marxism and modernity*. Cambridge: Polity Press.
- Lash, S. & J. Urry (1994). *Economies of signs & space*. London: Sage Publications Inc.
- NWO Programma Genomics, mei 2001.
- Ommen, B. van (2001). 'Elke eter de juiste hap'. In: *N&T wetenschaps-magazine*, oktober 2001.
- Perelli, A., F. Flematti & G. Ruivenkamp (1984). 'L'agribusiness multinazionale'. In: *La Questione Agraria* nr. 15. Milano: Franco Angeli Editore.
- Pistorius, R. & J. van Wijk (1999). *The exploitation of plant genetic information. Political strategies in crop development*. Amsterdam: Print Partners Ipskamp.
- Ploeg J.D. van der & Dijk G. van (red.) (1995). *Beyond modernization. The impact of endogenous rural development*. Assen: Van Gorcum.

Ploeg, J.D. van der & A. Long (red.) (1994). *Born from within. Practice and perspectives of endogenous rural development*. Assen: Van Gorcum.

Ploeg, J.D. van der (1987). *De verwetenschappelijking van de landbouw-beoefening Wageningen, Landbouwuniversiteit*. Departement sociale wetenschappen, paper nr. 21.

Ploeg, J.D. van der (1991). *Landbouw als mensenwerk: Arbeid en technologie in de agrarische ontwikkeling*. Muiderberg: Dick Coutinho B.V.

Rathenau Instituut (2002). *Expertmeeting Voedingsgenomics*. Den Haag: Rathenau Instituut.

Ruivenkamp, G. (1989). *De invoering van biotechnologie in de agro-industriële productieketen. De overgang naar een nieuwe arbeidsorganisatie*. Utrecht: Jan van Arkel Uitgeverij.

Ruivenkamp G. (1992). 'Can we avert an oil crisis?'. In: I. Ahmed (red.). *Biotechnology a hope or a treat?* London: The Macmillan Press Ltd.

Ruivenkamp, G. (1998). 'Subpolitiek: Politisering van onderop'. In: E. Lammerts van Bueren et al. (red.). *En toen was er DNA... Wat moeten we ermee*. Zeist: Indigo.

Ruivenkamp, G. (1992). 'Tailor-made versus Industrial Biotechnology'. In: *Prophyta*. Doetinchem: Misset.

Ruivenkamp, G. (2001). *Access to food through tailor-made biotechnologies*. Wageningen: Leerstoelgroep TAO.

Ruivenkamp, G. & H. Hobbelen (1987). 'Biotechnologie en de Derde Wereld: de ontmaskering van een nieuwe belofte'. In: *Derde Wereld Tijdschrift* 2, Nijmegen.

Sande T. van de, G. Ruivenkamp & S. Malo (1996). 'The socio-political context'. In: J. Bunders, B. Haverkort & W. Hiemstra (red.). *Biotechnology: Building on farmer's knowledge*. London: Macmillan Education Ltd.

Scholtens, B. (2002). 'Geld voor genen'. In: *de Volkskrant*, 23 maart 2002.

Werf, M. van der (2001). 'Voedsel van topkwaliteit'. In: *N&T wetenschapsmagazine*, oktober 2001.