

Mag-1 M2963 (518)

C

meer en beter
met minder

door prof. dr. ir. J.E. Parlevliet

Landbouw universiteit

518

Ontvangen
15 NOV 1993
UB-CA

71230

MEER EN BETER MET MINDER

door prof. dr ir J.E. Parlevliet



Voordracht bij het afscheid als hoogleraar in de
plantenveredeling aan de Landbouwniversiteit te
Wageningen op 4 november 1993

MEER EN BETER MET MINDER

Inleiding

De titel geeft in vijf woorden de richting aan van de ontwikkelingen in onze huidige maatschappij. Velen van U zullen dit herkennen. De onderzoeker/docent aan deze universiteit bijvoorbeeld krijgt regelmatig te horen dat het onderwijs en onderzoek beter moet, terwijl er een gestage verbreding van het werkterrein plaats vindt en er personeel ingeleverd moet worden. Deze opgedrongen verhoging van de produktiviteit en de ermee gepaard gaande stijging van de werkdruk is overal om ons heen te zien.

Mocht U nu denken, dat ik een analyse van deze ontwikkeling ga presenteren dan moet ik U teleurstellen.

De titel slaat op een geheel ander probleem. Het betreft het vraagstuk de wereldbevolking adequaat te blijven voeden zonder ernstige milieubelasting en de rol, die de plantenveredeling daarbij kan spelen.

Alvorens dit onderwerp aan te snijden wil ik eerst enkele verwante onderwerpen, die nu in discussie zijn, heel in het kort de revue laten passeren.

Het welvarende deel van onze aarde, waar momenteel ca 1,2 miljard mensen leven, heeft te maken met een duidelijke overproduktie in de agrarische sector. In dit deel van de wereld richt de discussie zich daarom vooral op de vraag "Hoe komen we van de overproduktie af en hoe kunnen we de landbouw milieuvriendelijker maken". De belangstelling voor ecologische landbouw en voor natuurbehoud groeit dan ook snel. Ook wordt er druk gediscussieerd om binnen de EG grote oppervlakten landbouwgrond uit produktie te nemen. Wij kunnen ons dat permitteren. In de zogenaamde derde wereld, de landen in ontwikkeling, ligt dat geheel anders. Er is geen sprake

van overproductie. De snel groeiende bevolking, politieke instabiliteit en lage wereldmarktprijzen, mede veroorzaakt door de overproductie in het welvarende deel, verhinderen dat. De FAO schat dat in dit deel van de wereld tenminste 500 miljoen mensen ondervoed zijn. En dit aantal gaat volgens deze organisatie snel stijgen.

Meer

Er zijn diverse schattingen gemaakt van het te verwachten verloop van de wereldbevolking over de komende 50 jaren. Lutz (zie Arizpe, Lutz en medewerkers, 1991) geeft minimum en maximum groei-scenario's, want groeien doet de wereldbevolking. Wordt het meest waarschijnlijke scenario aangehouden, dan groeit de wereldbevolking tot ergens tussen de 10 en 13 miljard. De groei zal voornamelijk in de ontwikkelingslanden plaatsvinden. Daar zal de bevolking ruim verdubbelen van 4,3 miljard nu tot 9 miljard of meer over 50 jaar. Al deze mensen moeten gevoed worden, dat is duidelijk. Maar het verbaast mij hoe vaak nog beweerd wordt, dat de voedselproductie, ook voor 10 miljard mensen biologisch en technisch heel goed mogelijk is, maar dat de politiek dit zal verhinderen. Ik vrees dat dit een onjuist beeld is. Het is ongetwijfeld mogelijk onze voedselproductie te verdubbelen in de komende 50 jaar, zelfs ondanks politieke hinderpalen. Een dergelijke produktiestijging gebeurde immers ook in de afgelopen 40 jaar ondanks politieke strubbelingen. Maar dan zal er weinig ruimte voor bestrijding van bodemerosie en chemische milieuvervuiling zijn.

Zonder een forse milieudegradatie te veroorzaken zijn wij niet in staat onze voedselproductie te verdubbelen.

De huidige landbouwkundige en ecologische kennis, de stand van de techniek en de gemiddeld onvolgende scholing van de agrarische bevolking laat dat niet toe. Om in de nog verdere toekomst vermoedelijk nog grotere aantallen mensen te voeden, moet onze landbouw, mondiaal gezien, veel duurzamer worden bij een gelijktijdig aanzienlijk hoger produktieniveau.

Met minder

De zeer hoge agrarische produktie in de welvarende landen en in een aantal regio's van de derde wereld is tot stand gekomen door hoge externe inputs, zoals kunstmest, pesticiden, irrigatie enz. Dit heeft geleid tot soms zeer ernstige vervuiling van het milieu, in eerste instantie de bodem, maar ook het grondwater, het oppervlaktewater en de lucht werden belast.

Moderne landbouw, met zeer hoge inputs ten dienste van opbrengstmaximalisatie, is, op lange termijn gezien, geen acceptabel landbouwsysteem. Er dienen duurzamer vormen van landbouw ontwikkeld te worden. Er zijn diverse vormen in discussie, zoals **geïntegreerde landbouw**, gekenmerkt door zorgvuldiger toepassing van inputs en activiteiten, **ecologische landbouw**, waar geen kunstmest en pesticiden worden gebruikt en **traditionele landbouw**, een verzamelbegrip, gekenmerkt door weinig inputs en geen mechanisatie. Zwerflandbouw, maar ook de landbouw van het begin van deze eeuw in West-Europa, behoren hiertoe.

Deze landbouwsystemen worden vaak beschreven als zijnde duurzamer dan onze moderne landbouw. Wat de chemische milieudegradatie betreft zal dat wel waar zijn. Maar er is ook een andere vorm van milieudegradatie, die wereldwijd een belangrijke rol

speelt en onze voedselproductie op termijn kan ondergraven, namelijk **bodemdegradatie**. Hoe ernstig dit probleem is wordt geschetst in de rapporten "World Resources 1990-91 en 1992-93", waar ik enkele gegevens aan heb ontleend. Tabel 1 laat zien dat bijna 2 miljard ha grond in de afgelopen 45 jaren is aangetast en dat erosie, verlies van de vruchtbare teeltaarde, de hoofdoorzaak is, terwijl chemische degradatie van relatief ondergeschikt belang is. Desondanks zijn er in deze periode alleen al door verzilting 16 miljoen ha onbruikbaar geworden voor landbouw.

Tabel 1. Bodemdegradatie in miljoenen ha in de afgelopen 45 jaar.

Oorzaak	Oppervlak
Watererosie (afspoeling)	1090
Winderosie	550
Chemische degradatie,	240
waarvan door verzilting,	80
waarvan zeer sterke verzilting	16
Bodemverdichting (tractoren b.v.)	80
Totaal (= 15 % van wereldlandopp.)	1960

Tabel 2 geeft de relatie aan met het totale wereldoppervlak. De bodemdegradatie, speciaal bodemerosie, is vooral ernstig in het akkerbouwareaal. Bijna 30 procent van dit areaal, waarop het merendeel van ons voedsel verbouwd wordt, is aangetast en de aantasting is vaak niet gering zoals tabel 3 laat zien. Van de ca. 1960 miljoen ha zijn er 1200 miljoen dusdanig aangetast, dat teelt- en andere maatregelen, die de individuele boer kan uitvoeren, niet meer

Tabel 2. Verdeling wereldlandoppervlak naar type begroeiing en het deel dat door bodemdegradatie(BD) is aangetast in procenten. (1% = 130 miljoen ha).*

Begroeiing	Oppervlak (in %)	
	Totaal	met BD
Akkerbouw	15,4	4,2
Weidegronden	30,6	5,3
Bosbouw	20,7	4,5
Natuurlijke vegetatie	22,0	1,1
Geen vegetatie (ijs, zand, rots)	11,3	-
Totaal	100,0	15,1

*) In de afgelopen 45 jaar.

Tabel 3. Mate van achteruitgang van de bodemkwaliteit. Oppervlakte in miljoenen ha.

Mate	Opp.	Herstelmogelijkheden via:
Licht	749	Maatregelen van individuele teler
Matig	906	Regionale maatregelen. Individuele teler kan dit niet realiseren
Sterk	300	Zeer kostbare investeringen, die de draagkracht van de meeste ontwikkelingslanden te boven gaan
Zeer sterk	9	Herstel niet mogelijk
Totaal	1964	

toereikend zijn. Het gaat hier om een oppervlakte van 500 maal het landbouwareaal van Nederland. Een kwart hiervan is al nauwelijks meer te herstellen, gezien de enorme kosten, die dat zou vergen. Dit betekent, dat het produktievermogen van het huidige landbouwareaal afneemt en zal blijven afnemen in een steeds sneller tempo, omdat de bodemdegradatie alleen maar toeneemt door de enorme bevolkingsgroei.

Deze afname van het produktievermogen is moeilijk zichtbaar te maken. Het wordt verhuld door de enorme opbrengststijgingen veroorzaakt door betere rassen en moderne teeltmethoden. Jennings en medewerkers (1990) hebben een poging gedaan om de negatieve effecten van erosie te schatten in een gebied, waar erosie een belangrijke rol speelt en waar de mate van erosie varieert. Tabel 4 geeft hun bevindingen weer. In de loop van 50 jaar nam het produktievermogen van de bodem met 15-20% af, ondanks een ruime verdubbeling van de werkelijke opbrengsten.

Tabel 4. Opbrengst van wintertarwe in de Palouse Vallei, VS. Werkelijke opbrengsten (E+) en opbrengsten wanneer er geen erosie zou zijn geweest (E-). (Jennings en medew., 1990).

Jaar	Opbrengst (ton/ha)	
	E+	E-
1930	1,5	1,5
1950	2,4	2,7
1965	3,2	3,7
1980	3,9	4,7

Uitwijken naar nog niet in cultuur gebrachte gronden zal ook geen soelaas bieden, want de grond die nog niet in cultuur gebracht is, is met de ons nu ten dienste staande methoden nauwelijks of niet geschikt voor produktieve landbouw . Volgens tabel 5 is slechts een heel klein deel, 4 %, van het landoppervlak in de ontwikkelingslanden, waar de groei in voedselproduktie voornamelijk zal moeten plaats vinden, geschikt voor landbouw met een hoge produktie. En in de rest van de wereld is het niet veel beter.

Kortom, er zal over 50 jaar minder produktiepotentieel beschikbaar zijn dan nu terwijl er ten minste tweemaal zoveel voedsel geproduceerd moet worden.

Tabel 5. Percentage van landoppervlak in ontwikkelingslanden met een aantal ernstige teeltbeperkingen. (1% = 67 miljoen ha).

Vrijwel geen beperkingen	4
Droog - zeer droog	36
Al-toxiciteit (tevens te zuur)	24
Ondiepe bodems	13
Steile hellingen	16
Nutriënten worden slechts vastgehouden	9

En beter

Wij moeten niet alleen meer produceren met minder produktiepotentieel, het moet ook nog beter.

Wereldwijd zijn vrijwel alle landbouwactiviteiten als niet duurzaam aan te merken (Pearson, 1992). Op de natte rijstbouw na veroorzaken bijna alle traditionele landbouwsystemen bodemerosie en dat doen zij al

duizenden jaren. Nauwkeurig sedimentatie onderzoek in het Patzcuaro meer ten westen van de stad Mexico door O'Hara en medewerkers (1993) bracht aan het licht, dat de erosie veroorzaakt door landbouwkundige activiteiten in de periode van 2500 tot 350 voor Christus minstens even groot was als de erosie, die optrad na de Spaanse verovering in de 16e eeuw en de ermee gepaard gaande introductie van Europese landbouwmethoden, gebaseerd op de ploeg. Zij kwamen dan ook tot de conclusie, dat terugkeer naar traditionele, arbeidsintensieve landbouw geen oplossing vormt voor de milieudegradatie.

Zelfs de zojuist genoemde natte rijstbouw, die weinig erosie met zich meebrengt, is niet duurzaam, vooral niet bij hoge stikstofgiften, daar in dit milieu veel methaangas wordt geproduceerd, een gas dat een 20 tot 40 maal sterker broeikas effect heeft dan de zoveel besproken kooldioxide.

Zoals wij eerder gezien hebben veroorzaakt de moderne, sterk gemechaniseerde landbouw, behalve erosie chemische milieuvervuiling en structuurbederf van de bodem (tabel 1). De chemische vervuiling beperkt zich niet tot de bodem zelf, maar tast ook grondwater, oppervlaktewater en lucht aan.

Dit betekent, mondiaal gezien, dat vrijwel alle landbouwsystemen aan een herziening toe zijn. Het moet beter, veel beter. Uiteindelijk moet alle landbouw niet alleen voldoen aan de eis van hoge produktiviteit, zij moet ook duurzaam zijn, althans veel duurzamer dan de huidige landbouw. En over deze verhoging van de produktiviteit moet niet te gemakkelijk gedacht worden. Want de drie grote voedselgewassen, tarwe, maïs en rijst, samen goed voor meer dan de helft van onze voedselbehoefte, hadden over de driejarige periode 1990 tot en met

1992, mondiaal gezien, een gemiddelde opbrengst respectievelijk van 2,5 ton, 2,4 ton en 3,7 ton per ha respectievelijk (Agricultural Statistics, 1992). Deze opbrengsten moeten dus wereldwijd, gezien, naar zo'n 5 tot 7 ton per ha, iets dat zonder externe inputs niet mogelijk is.

Duurzamer voedselproductie

In het begin van mijn uiteenzetting heb ik al de begrippen geïntegreerde en ecologische landbouw laten vallen. Er wordt op diverse plaatsen in de welvarende landen met systemen geëxperimenteerd, die binnen deze landbouwvormen vallen. Daarnaast zijn er hier en daar landbouwsystemen in gebruik, die traditionele en geïntegreerde aspecten combineren. Van de laatste categorie wordt een mooi voorbeeld beschreven door Guo en Bradshaw, 1993. Het betreft een dorp in de Chinese provincie Jiangsu, waar al eeuwenlang een duurzaam landbouwsysteem met een hoge graad van hergebruik wordt toegepast. Het is een zeer intensief systeem, waarin vrijwel al het land maximaal benut wordt. Akkerbouw, vaak drie oogsten per jaar, tweemaal rijst in de zomer en tarwe in de winter, gaat gepaard met intensief gebruik van landbouwkundige afvalprodukten voor dierlijke productie (varkens, visvijvers etc.). Daarnaast bemest men het land met de dierlijke uitwerpselen. Dit heeft geleid tot een hoge produktie, voor een groot deel voor intern gebruik en voor slechts een betrekkelijk klein deel voor de markt. De laatste tijd echter bleek kunstmesttoepassing door de lage, maar wel gestage bevolkingsaanwas, niet meer te vermijden. De voornaamste conclusies van de auteurs waren de volgende:

- Het duurzame karakter is gebaseerd op een vrij complex, geïntegreerd netwerk van landbouwkundige activiteiten.
- Het duurzame karakter is slechts houdbaar bij een niet-groeiende bevolking.
- Het systeem is zeer arbeidsintensief.
- De mensen zijn goed gevoed, maar de marktwaaarde van het deel, dat naar de markt kan is te gering om van welvaart van enig niveau te spreken, althans naar westerse maatstaven gemeten.

Een geheel ander voorbeeld komt uit Brazilië. Ruim 100 km ten zuiden van Belem, de havenstad aan de monding van de Amazone, ligt Tomé-Acu, een door Japanners in 1929 gestichte landbouwkolonie (Subler en medew., 1990). De gronden van het regenwoud zijn, na ontbossing, zeer arm. Toch hebben deze boeren uiteindelijk een vrij duurzaam landbouwsysteem ontwikkeld. De ca 280 families benutten ieder ongeveer 20 ha voor akkerbouw. Het systeem is gebaseerd op gewasdiversificatie, zowel in de ruimte (mengteelt) als in de tijd (vruchtwisseling). Er worden 34 gewassen in 69 combinaties geteeld. Om op deze arme bodem een voldoende hoog produktieniveau te halen is toepassing van kunstmest, naast organische bemesting nodig, evenals het gebruik van pesticiden. Het systeem, vooral de vele gewassen en de mengteelten maakt het inhuren van (goedkope) Braziliaanse arbeidskrachten noodzakelijk. De gedetailleerde beschrijving van dit systeem maakt het mogelijk een aantal conclusies te trekken:

- Er is permanente landbouw op deze arme regenwoudgronden mogelijk.
- Het landbouwsysteem is echter complex, omdat de bodem steeds bedekt dient te zijn om verlies aan

organisch materiaal, en zo van bodemstructuur, te beperken.

- Het systeem is zeer arbeidsintensief.
- Het vraagt veel organisatorische capaciteiten, technische kennis en kapitaal.
- Het systeem is mogelijk nog niet duurzaam genoeg.
- Op kleine schaal is het mogelijk een dergelijke diversiteit van produkten op de markt te brengen. Indien dit op grote schaal zou gebeuren dan is er voor een deel van die produkten geen afzet meer.

Wat de ecologische en geïntegreerde landbouw betreft is er een betrekkelijk kleine groep telers in diverse landen, die zulke systemen toepassen, terwijl er op proefboerderijen verschillende systemen worden vergeleken. Volgens World Resources 1990-91 en 1992-93 komen globaal de volgende trends naar voren:

De ecologische landbouw is over het algemeen complexer van aard dan moderne landbouw. Meer gewassen, een uitgekiender vruchtwisselingsschema, minder bodembewerking, meer groenbemesters en meer zorg aan de gewassen vragen een beduidend hogere arbeidsinzet en een betere scholing van de teler. Door het niet toepassen van kunstmest en pesticiden is de produktiviteit aanzienlijk lager dan bij moderne landbouw.

Geïntegreerde landbouw lijkt, door het zorgvuldiger omgaan met de grond, kunstmest en pesticiden, een sterke daling van de milieubelasting te bewerkstelligen, zonder aan produktiviteit in te hoeven boeten. Wel is er wat meer arbeid en een aanzienlijk grotere technische kennis nodig.

Duurzamer vormen van landbouw lijken meer arbeid, een grotere diversiteit aan gewassen en een hogere scholingsgraad van de teler te vragen. Deze voorwaarden gaan problemen opleveren, zodra deze landbouwvormen op grote schaal toegepast gaan worden. Een hogere arbeidsintensiteit leidt tot verlies van produktiviteit en/of tot een duurder produkt. Dit is vooral zichtbaar in zelfvoorzienende landbouwsystemen, vaak gepropageerd voor ontwikkelingslanden door hen die traditionele landbouw als duurzaam zien. Zelfvoorzienende landbouw houdt wel in, dat slechts een relatief klein deel van de voedselproduktie beschikbaar komt voor de niet-agrarische bevolking. "Dat hoeft ook niet", zeggen deze voorstanders, "want in de ontwikkelingslanden woont het grootste deel van de bevolking immers op het platteland". Zij vergeten hierbij twee aspecten. Ten eerste is het juist die weinig ontwikkelde plattelandsbevolking, die voor de bevolkingsgroei zorgt en ten tweede veroordelen wij met deze landbouwvorm die groep tot permanente armoede en daarmee indirect tot permanente groei. Dit is geen acceptabel alternatief. Ook deze boeren zullen in toenemende mate voor de markt moeten gaan produceren, willen zij deelnemen aan ontwikkeling en welvaartsgroei.

De aanzienlijk grotere gewassendiversiteit, die nodig is voor een goede vruchtwisseling, vormt ook een probleem. Het is op kleine schaal wel uit te voeren, maar niet op zeer grote schaal, omdat er dan voor veel van de produkten geen afzet zal zijn. Dit wordt veroorzaakt door het enorme areaal dat de drie voornaamste voedselgewassen innemen (tabel 6). Tarwe, maïs en rijst zijn samen goed voor meer dan de helft van het akkerbouwareaal. Alle andere

Tabel 6. Relatieve belang van diverse groepen eenjarige gewassen gebaseerd op beteeld oppervlak.

Gewassengroep	Relatieve oppervl.
Tarwe, maïs, rijst	100
Overige granen: gerst, haver, sorghum, rogge, giersten, etc.	30
Knolgewassen: aardappel, bataat, cassave, yams	12
Peulvruchten: soja, aardnoot, boon erwt, etc.	20
Overige voedselgewassen: o.a. bananen	5
Oliegewassen: zonnebloem, koolzaad, etc.	5
Handelsgewassen: katoen, vlas, suikerbiet, tabak, etc.	15

eenjarige gewassen, en dat zijn er vele tientallen, beslaan minder dan 50% van het areaal. Samen met het feit, dat vrijwel alle gewassen slechts in beperkte ecologische zones geteeld worden, maakt dit een ruime vruchtwisseling op grote schaal in veel gebieden vrijwel onmogelijk.

Aan de derde voorwaarde voor duurzame landbouw, een relatief hoge scholingsgraad van de teler, wordt in de welvarende landen slechts op beperkte schaal en in de ontwikkelingslanden vrijwel niet voldaan. In de welvarende landen moet het niet moeilijk zijn de gemiddelde teler op het gewenste hogere plan te brengen. De onderwijs- en voorlichtingstructuren ervoor zijn aanwezig. In de ontwikkelingslanden ligt het veel ongunstiger. De boeren zijn meestal weinig geschoold, terwijl de onderwijs- en voorlichtingstructuren doorgaans niet in staat zijn hier op relatief korte termijn veel verandering in aan te brengen.

Rol van de plantenveredeling

De enorme opbrengststijgingen in de afgelopen 80 tot 90 jaar zijn gerealiseerd door de combinatie van plantenveredeling en teeltverbetering. Onder het laatste aspect vallen een breed scala van verbeteringen, zoals drainage, irrigatie, toepassen van kunstmest, pesticiden, groeihormonen en groeiremmers. De plantenveredeling speelde steeds in op de zich wijzigende teeltsituatie en zorgde voor rassen, die optimaal aan de op dat moment in gebruik zijnde teeltsystemen waren aangepast. Het massaal produceren en beschikbaar stellen van gezond en raszuiver zaaizaad en pootgoed is typisch een activiteit op de grens tussen teelt en plantenveredeling en is een essentiële component van de moderne hoogproductieve landbouw. Wat de combinatie van teeltverbetering en veredeling vermag geeft tabel 7 weer. De tarweteelt kan tot de traditionele teelten gerekend worden tot in het begin van de twintigste eeuw. Er werden landrassen geteeld, waarin niet veredeld werd. In de middeleeuwen waren de opbrengsten zeer laag en fluctueerden zeer sterk met jaren en regio's. Pas vanaf de 15e eeuw is er van enige opbrengststijging sprake als gevolg van teeltverbetering.

Tabel 7. Tarwe opbrengsten in ton/ha in Engeland vanaf de middeleeuwen (Stanhill, 1976; Agricultural Statistics, 1992).

Jaar	1200	1400	1500	1600	1700	1800	1900	1990
Opbrengst	0,6	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	6,8

Verdere teeltverbeteringen in de 18e eeuw veroorzaakten een lichte versnelling in de opbrengststijgingen. De grote variatie in opbrengst van jaar tot jaar en van regio tot regio bleef. In de 19e eeuw begon de plantenveredeling schuchter op gang te komen en deze zorgde voor een verdere opbrengsttoename. Pas de laatste 80 tot 90 jaar, met de veredeling in volle gang, stegen de opbrengsten in een, historisch gezien, ongekend tempo. De stijging van minder dan 2 ton tot bijna 7 ton per ha wordt voor ongeveer de helft aan rasverbetering toegeschreven. De nadelen, die met die opbrengststijging gepaard gingen, chemische milieubelasting en structuurverlies van de grond door de mechanisatie, zijn al eerder genoemd. De enorme variatie in opbrengsten van jaar tot jaar en van plaats tot plaats zijn in de moderne teeltsystemen sterk afgenomen. De combinatie moderne rassen en moderne teelt leidt zeker niet tot een geringere stabiliteit, zoals nog al eens beweerd wordt.

Teeltverbetering gecombineerd met het produceren van goede, aangepaste rassen is dus een zeer sterk instrument om tot de noodzakelijke hoge opbrengsten te komen. Bij de teeltverbetering moet dan wel gedacht worden aan aanpassingen, die tot een hogere duurzaamheid leiden bij een relatief hoog produktieniveau. Systemen, die tot de geïntegreerde landbouw behoren lijken hier het meest voor in aanmerking te komen. Zijn deze systemen er eenmaal, dan zorgt de plantenveredelaar wel dat hier aangepaste rassen bij geproduceerd worden. Zo ging het in het verleden en zo zal het ook in de toekomst gaan.

Essentieel voor een efficiënt gebruik van de combinatie teelt- en rasverbetering is een goed omschreven

teeltsysteem, dat op relatief grote schaal toegepast wordt. Dat is ook de reden waarom de internationale landbouwkundige instituten niet in staat geweest zijn om betere rassen voor de zelfvoorzienende landbouw te produceren. De zelfvoorzienende landbouw is namelijk geen systeem. Iedere boer doet wat binnen zijn mogelijkheden ligt. En die mogelijkheden worden gedicteerd door een veelheid van variabelen, die per regio, per locatie, per veld en zelfs binnen een veld sterk kunnen verschillen en waarop hij door gebrek aan financiële mogelijkheden en kennis weinig invloed kan uitoefenen. Een mozaïek van teeltsituaties dus. Voor een dergelijke situatie zijn geen aangepaste rassen te maken, want de kweker weet niet voor welke teeltsituatie hij moet kweken. En dat hoeft ook niet want, zoals ik al eerder opmerkte, de zelfvoorzienende landbouw is, op lange termijn gezien, geen reële mogelijkheid. Deze telers moeten ook voor de markt gaan produceren via duidelijker omschreven landbouwsystemen. Daar kan de veredelaar wel superieure rassen voor maken.

Mogelijkheden van plantenveredeling

In de toekomstige duurzame teeltsystemen is plantenveredeling een noodzaak. Hoogproductieve teeltsystemen zijn namelijk niet mogelijk zonder de erbij behorende aangepaste rassen. Dit geldt voor alle hoogproductieve teelten, dus ook en vermoedelijk vooral voor de toekomstige duurzame teeltsystemen. Er wordt immers nog meer van plant en teeltmilieu gevraagd.

Waarom moeten nu rassen voor dergelijke duurzame teeltsystemen voldoen? Ook al zijn die systemen nog niet bekend en omschreven, toch is het wel

mogelijk een aantal eigenschappen te noemen, die toekomstige rassen dienen te hebben.

Mogelijk de belangrijkste groep eigenschappen wordt wel gevormd door de resistenties tegen biotische stressfactoren en tolerantie voor abiotische stressfactoren. De biotische stress wordt door ziekteverwekkers, dierlijke parasieten en beschadigers en door onkruiden veroorzaakt. De abiotische stress berust op een veelheid van oorzaken, zoals droogte, hitte, vorst, wind, ondiepe bodem, te zure, te zoute of te basische grond, giftigheid door mineralen, zoals Al en Mn, enz.

De opbrengstderving, veroorzaakt door combinaties van dergelijke factoren, werd door Boyer zichtbaar gemaakt (tabel 8). Hij vergeleek de hoogste opbrengst ooit op een praktijkperceel gemeten met de gemiddelde opbrengst in de VS. De hoogste opbrengst is een maat voor het genetisch opbrengstvermogen van

Tabel 8. Hoogste (H) en gemiddelde (G) opbrengsten in ton/ha van vijf belangrijke gewassen in de V.S. en het geschatte verlies door biotische en abiotische stressfactoren (naar Boyer, 1982).

Gewas	Opbrengst		Verlies door	
	H	G	Parasieten, onkruiden	Abiot. stress
Maïs	19,3	4,6	2,0	12,7
Tarwe	14,5	1,9	0,7	11,9
Sojaboon	7,4	1,6	0,7	5,1
Aardappel	94,1	28,3	14,9	50,9
Suikerbiet	121,0	42,6	17,1	61,3
Gem. %	100,0	24,8	10,9	64,3

dat gewas wanneer alle omgevingsfactoren, inclusief de toegepaste teeltmethoden, extreem gunstig uitvallen. De gemiddeld gerealiseerde opbrengst was slechts 25% van het maximaal haalbare over de belangrijke voedselgewassen gemeten. Van de 75% niet gerealiseerde opbrengst was slechts 11% te wijten aan ziekten, plagen en onkruiden, terwijl 64% veroorzaakt werd door abiotische stress.

In ontwikkelingslanden, waar de controle over de ziekten, plagen en onkruiden enerzijds en over belangrijke teeltfactoren, zoals een adequate mineralenvoorziening, regelmatig zaaibed, uniforme zaai, enz., vaak aanzienlijk slechter is dan in de VS., is het verschil tussen mogelijke en gerealiseerde opbrengst nog veel groter. Vermoedelijk wordt hier gemiddeld niet meer dan 5 tot 10% van de potentiële opbrengst gerealiseerd. De beperkende factoren moeten groten-deels bij biotische en abiotische stress gezocht worden en niet bij de genetische potentie van het gewas.

Dat biotische stress in de VS en in andere welvarende landen met moderne landbouwsystemen een relatief geringe schade geeft vindt volgens Boyer zijn oorzaak in de intensieve chemische bestrijding, inclusief het gebruik van herbiciden, en door resistentie. Bij de toekomstige, duurzamere teeltsystemen zullen de pesticiden zorgvuldiger en in beperkter mate toegepast moeten worden. Dit betekent een nog grotere nadruk op genetische resistentie, en dan vooral op duurzame resistentie, in de veredelingsprogramma's. Onderzoek, speciaal gericht op duurzame resistentie dient dan ook een hoge prioriteit te hebben. Biotechnologie kan hierbij een belangrijke rol spelen. Dit kan via het ontrafelen van de pathogeniteits-

mechanismen en het benutten van genen, die die mechanismen verstoren en met behulp van transformatie in de waardplant zijn aangebracht.

Abiotische stressfactoren zijn overal uiterst belangrijk. In ontwikkelingslanden is het areaal met weinig abiotische beperkingen (tabel 5) zeer gering. Een groot deel van de voedselgewassen moet op gronden geteeld worden met min of meer ernstige beperkingen. Hiervan zijn droogte, door ontoereikende en sterk wisselende neerslag al dan niet gecombineerd met ondiepe bodems, en zure gronden al dan niet gecombineerd met Al of Mn toxiciteit wel de meest voorkomende en ernstigste beperkingen. Veredeling op tolerantie voor abiotische stress heeft al lange tijd een rol van betekenis gespeeld in de Westerse landen. Het selecteren van rassen, die goed zijn aangepast aan de wisselvalligheden van klimaat en bodem is een vorm van selectie voor tolerantie tegen diverse abiotische stressfactoren. Deze selectie speelde zich vooral af in de relatief goede teeltgebieden met niet al te ernstige abiotische beperkingen. Daarnaast zijn er grote oppervlakten met sterke beperkingen, zowel in de welvarende als in de ontwikkelingslanden. Hier kan doelgerichte veredeling op abiotische tolerantie grote vooruitgang boeken resulterend in een corresponderende verhoging van het produktievermogen. In tabel 5 werd al aangegeven dat in de ontwikkelingslanden enorme oppervlakten zuur of droog zijn. Hier kan veredeling nog heel veel betekenen.

Veredeling op tolerantie voor zure gronden, Al en Mn is heel goed mogelijk. Voor de granen zijn er goede en efficiënte selectiemethoden ontwikkeld welke met weinig moeite aangepast kunnen worden voor andere gewassen. Deze tolerantie kan het opbrengstniveau

van een gewas dicht bij dat op normale gronden brengen.

Droogtetolerantie is veel moeilijker te veredelen. Het is een zeer complexe eigenschap, waarbij veel genen, die met elkaar interactie kunnen vertonen, zijn betrokken. Er dient nog veel onderzoek uitgevoerd te worden, maar de revenuen kunnen zeer aanzienlijk zijn.

Ook voor andere abiotische stressfactoren kan tolerantieveredeling tot belangrijke verbeteringen leiden.

Naast resistentie tegen ziekten en plagen en tolerantie voor abiotische stress zijn er nog andere eigenschappen die in moderne, geïntegreerde landbouwsystemen een nuttige rol kunnen spelen. Onkruidonderdrukking en efficiënter gebruik van nutriënten zijn goede voorbeelden.

Onkruidonderdrukking kan door de juiste raskeuze en dus door plantenveredeling positief beïnvloed worden. De effecten moeten echter gezien worden als additief ten opzichte van diverse teeltmaatregelen.

Om het kunstmestgebruik flink te verminderen is een combinatie van zorgvuldige toepassing enerzijds en gebruik van rassen met een efficiënte benutting van mineralen anderzijds essentieel. Deze rassen zijn niet of vrijwel niet te vinden onder de moderne, hoogproductieve rassen. De eigenschap als zodanig bestaat; selectie ervoor is echter niet eenvoudig en tot nu toe niet lonend voor de veredelaar. Wanneer echter efficiënt gebruik van mineralen lonend wordt voor de kweker door het introduceren van goede regelgeving, die de geïntegreerde landbouw moet ondersteunen, zal hij wegen zoeken om deze eigenschap in het rassensortiment aan te brengen. Hiertoe is echter wel onder-

zoek in deze richting nodig, want erg veel is er nog niet aan gedaan.

In het bovenstaande zijn een aantal eigenschappen besproken, waarvan nu al te zien is, dat zij een belangrijke rol in duurzamere landbouwsystemen zullen gaan spelen. Steeds moet echter in het oog worden gehouden, dat eerst de teelt op een redelijk niveau gebracht dient te worden alvorens plantenveredeling effectief ingezet kan worden. De veredelaar zal nog geen rassen gaan produceren voor niet of nauwelijks toegepaste landbouwsystemen. Het veredelingsonderzoek kan uiteraard wel aan de slag en doet het ook al ten dele. Het duurzame resistentie onderzoek op onze vakgroep is daar een voorbeeld van.

Eén aspect, dat regelmatig in de discussie rond duurzame landbouwvormen terugkomt, heb ik nog niet behandeld. De moderne, hoogproductieve rassen zijn genetisch uniform en per regio worden er vaak maar enkele rassen per gewas geteeld. Deze grote genetische uniformiteit zou een geringe stabiliteit en grote kwetsbaarheid voor ziekten en plagen met zich mee brengen. Alleen onder de bescherming van de moderne teeltmethoden zijn deze rassen te telen, wordt vaak beweerd. Zij, die in deze zienswijze geloven zoeken dan ook hun heil in het gebruik van veel rassen met zo mogelijk een sterke regionale aanpassing, waarbij de rassen zelf ook nog liefst genetisch heterogeen zouden moeten zijn. Terug naar de oude landrassen dus. Ik moet de gelovigen in dezen helaas teleurstellen, want deze veronderstelling is op niets gebaseerd.

Onze moderne rassen zijn prima aangepast aan klimaat en bodem van de regio waarvoor zij zijn geselecteerd. Moderne rassen hebben vaak een

aanpassingsvermogen, dat breder is dan dat van de vaak geroemde landrassen. Moderne maïshybriden, die genetisch zeer uniform zijn, werden in de VS in een uitgebreide serie teeltproeven over 11 teeltmilieu's verspreid over meer dan 2000 km, Oost-West gemeenten, waarbij wel en niet geïrrigeerd en wel en niet bemest werd, vergeleken met de landrassen uit de dertiger jaren (Castleberry en medew., 1984). Deze landrassen zijn genetisch heterogeen. De moderne hybriden brachten onder alle teeltomstandigheden ongeveer tweemaal zoveel op als de landrassen en het verschil was zelfs groter zonder gebruik van bemesting en irrigatie dan met gebruik ervan. Genetische heterogeniteit als zodanig geeft ook geen betere bescherming tegen ziekteverwekkers. De tamme kastanje in Noord Amerika, een genetisch zeer heterogene wilde soort, is massaal te gronde te gaan aan een uit Europa geïntroduceerd schimmelpathogeen. Er zijn geen resistente bomen gevonden. Alleen genetische heterogeniteit ten aanzien van bewust aangebrachte resistentiegenen kan het gewas beschermen tegen ziekteverwekkers. Heterogeniteit op zich biedt geen enkele zekerheid, noch wat resistentie, noch wat aanpassing betreft.

Slot

Wanneer ik de discussies, die gevoerd worden, aanhoor of lees, dan krijg ik niet de indruk dat de mensheid voldoende doordrongen is van het feit, dat de populatiebom al geruime tijd aan het exploderen is en dat de meeste wereldproblemen daar slechts afgeleiden van zijn. Politieke en vooral religieuze leiders zouden zich veel meer bewust moeten zijn van hun enorme verantwoordelijkheid in dezen. Ik heb

zelden het gevoel, dat zij deze verantwoordelijkheid willen, kunnen of durven dragen.

Ik heb getracht aan te tonen, dat wij met de huidige stand van zaken niet in staat zullen zijn de snel uitdijende wereldbevolking adequaat te blijven voeden tenzij wij afzien van het ontwikkelen van duurzame landbouwsystemen.

Willen wij echter **èn de mensheid voeden èn de landbouw duurzaam maken**, dan is de huidige omvang van het landbouwkundig onderzoek hopeloos inadequaat, vooral in de ontwikkelingslanden. Deze landen kunnen de vereiste inspanning niet alléén opbrengen. De welvarende landen moeten hen daarbij helpen, en wel op zeer grote schaal via o.a. internationale landbouwkundige instituten, die bijvoorbeeld op regionale schaal opereren. De huidige internationale instituten zouden hierbij een belangrijke rol kunnen spelen. Hiertoe zouden de budgetten van deze instituten drastisch verhoogd moeten worden. Helaas bestaat de werkelijkheid voor deze instituten uit sterk slinkende budgetten.

Alleen een veelvoud van de huidige landbouwkundig onderzoekinspanning zal hier uitkomst kunnen bieden.

Ik zou willen eindigen met de zeer toepasselijke titel van Professor Fresco's inaugurale rede, uitgesproken in mei van dit jaar, **"ZO NIET NU, WANNEER DAN"**? Als wij met die enorme inspanning niet NU starten, dan zal er voor talloze miljoenen mensen geen DAN zijn.

Literatuur

Agricultural Statistics, 1992. U.S.D.A. U.S. Government Printing Office, Washington.

- Arizpe, L., R. Constanza & W. Lutz, 1991. Population and Natural Resource Use. Paper prepared for the internat. council of Scientific Unions, Ascend 21.
- Boyer, J.S., 1982. Plant productivity and environment. *Science* 218: 443-448.
- Castleberry, R.M., C.W. Crum & C.F. Krull, 1984. Genetic yield improvement of U.S. maize cultivars under varying fertility and climatic environments. *Crop Sci.* 24: 33-36.
- Guo, J.Y. & A.D. Bradshaw, 1993. Journal Applied Ecology 30: 86-94, aangehaald via P.D. Moore, 1993. Better cycling in China, *Nature* 362: 788
- Jennings, M.T., B.C. Miller & D.F. Bezdicek, 1990. Sustainability of dryland cropping in the Palouse: An historical view. *Journal of Soil and Water Conservation*, 79.
- Lutz, W. & C. Prinz, 1991. Scenarios for the world population in the next century: Excessive growth or extreme aging. Working paper. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg.
- O'Hara, S.L., F.E. Street-Perrott and T.P. Burt, 1993. Accelerated soil erosion around a Mexican highland lake caused by prehispanic agriculture. *Nature* 362: 48-50.
- Pearson, C.J. (ed.), 1992. *Ecosystems of the World*, vol. 18. Elsevier.
- Stanhill, G., 1976. Trends and deviations in the yield of the English wheat crop during the last 750 years. *Agro-ecosystems* 3: 1-10
- Subler, S., C. Uhl & P. Scott, 1990. Agroforestry in Amazonas; a study in Tomé-Açu, Brazil. In, A.B. Anderson (ed.), *Alternatives to deforestation: Steps toward sustainable use of the Amazonian*

rain forest, New York, 1990.

World Resources 1991-92. A report by the World Resources Institute, New York and Oxford, Oxford University Press, 1990.

World Resources 1992-93. A report by the World Resources Institute, New York and Oxford, Oxford University Press, 1992.