

ZO NIET NU, WANNEER DAN ?

door prof.dr.ir. L.O. Fresco



Inaugurele rede uitgesproken op 21 mei 1992 bij de
aanvaarding van het ambt van hoogleraar in de
Tropische plantenteelt, met bijzondere aandacht voor
de plantaardige produktiesystemen aan de
Landbouwniversiteit Wageningen

ZO NIET NU, WANNEER DAN ?

Fratelli, via dall'Europa delle tombe:
Saliamo insieme verso la terra
Dove saremo uomini fra gli altri uomini.
Se non sono io per me, chi sarà per me?
Se non cosí, come? E se non ora, quando?

(Primo Levi)

Mijnheer de Rector Magnificus, dames en heren,

Bijna tweehonderd jaar geleden, in 1798, verscheen in Londen een lijvig anoniem tractaat dat de zelfgenoegzaamheid van de Engelse samenleving blijvend zou ondermijnen. De centrale stelling van dat tractaat was eenvoudig: de groei van de bevolking volgt altijd een meetkundige reeks, in tegenstelling tot de natuurlijke bestaansbronnen die hoogstens volgens een rekenkundige reeks toe kunnen nemen. Uitgaande van een verdubbeling van de bevolking elke 25 jaar, concludeerde de schrijver vervolgens met ijzeren logica: 'In two centuries the population would be to the means of subsistence as 256 to 9; in three as 4096 to 13 and in two thousand years the difference would be incalculable.' (Heilbroner 1972). De discrepantie tussen bevolking en voedsel kon maar één uitkomst hebben: het merendeel van de wereldbevolking zou voor altijd onderworpen blijven aan armoede en honger. Thomas Malthus, want hij was het, zag geen uitweg uit de onvermijdelijke ramp die het gevolg zou zijn van een ongebreidelde toename van de mensheid en pleitte daarom voor het celibaat en de afschaffing van gaarkeukens voor de armen.

De feiten zoals wij ze nu 200 jaar later kennen, hebben Malthus en zijn *Essay on the Principle of Population* achterhaald: de wereldbevolking is inderdaad exponentieel gegroeid, maar de produktie van voedsel is daar geenszins bij achtergebleven. De theoretische bovengrens van de produktie is nog lang

niet gehaald (Linnemann et al. 1979), en bovendien ligt het maximum voor Zuid-Amerika, Afrika en Azië - dus de gebieden met de grootste bevolkingsgroei - duidelijk hoger dan in de gematigde continenten.

Malthus' tekortkoming was dat hij over het hoofd zag dat de beschikbaarheid van voedsel niet uitsluitend groeit door een uitbreiding van het landbouwareaal, zoals gedurende verreweg het grootste deel van de menselijke geschiedenis, maar ook door de toename van de produktie per eenheid oppervlakte als gevolg van technische verbeteringen.

Ester Boserup, een van de meest invloedrijke critici van Malthus, poneerde het tegenovergestelde: bevolkingsgroei is niet de afhankelijke variabele die bepaald wordt door de groei van de voedselvoorziening, maar is juist de onafhankelijke variabele waarvan de mate van technische verandering in de landbouw afhangt. Haar analyse van de traditionele zwerfbouw in Afrika en Azië toonde aan dat bevolkingsgroei leidt tot steeds verdere intensivering, dus een toename van de frequentie waarmee land in gebruik wordt genomen.

Intensivering

Sinds het midden van deze eeuw is de graanproduktie op de wereld ruim 2.5 maal gegroeid (Brown et al. 1990). Geen enkele menselijke generatie voor ons heeft ooit groeicijfers meegemaakt die de huidige zelfs maar benaderen. Deze groei kon bijna overal worden gerealiseerd dankzij een sterke stijging van de produktie per eenheid land, door het gebruik van hoogopbrengende graanvariëteiten in combinatie met verbeteringen in nutriënten- en watervoorziening en onderdrukking van onkruiden, ziekten en plagen. De resultaten van deze zogenaamde Groene Revolutie lijken in eerste instantie Boserup en niet Malthus gelijk te geven. In tegenstelling tot wat sommigen denken is de toepassing van deze intensieve technieken niet beperkt geweest tot grote boeren, maar is deze, in de tijd gezien, zelfs onafhankelijk van

bedrijfs grootte. Ook is zij niet noodzakelijk gebonden aan irrigatie, getuige de toename van de maïsofbrengsten in Oost-Afrika. Wel moeten we constateren dat de grootste toename van de produktie is gerealiseerd in ecologisch gunstige gebieden met een goede infrastructuur.

Intensivering heeft drie dimensies: een technologische, een temporele en een spatiale dimensie. De technologische houdt in dat bij de toename van het gebruik van land meer produktiemiddelen worden toegepast, zoals arbeid, mechanisatie en agro-chemicaliën. In het tweede geval gaat het om toename van de frequentie in de tijd, bijvoorbeeld door het verbouwen van meer dan één gewas per jaar, terwijl bij spatiale intensivering een groter areaal in cultuur wordt gebracht, bijvoorbeeld door afname van braakliggend land of door het in cultuur brengen van ongebruikt land, zoals valleibodems. Vaak zijn deze vormen van intensivering complementair, en ze gaan veelal ook gepaard met een verschuiving naar meer input-responsieve gewassen of variëteiten.

Intensivering betekent dus niet automatisch opbrengstverhoging. In grote delen van Afrika kan bijvoorbeeld de sterke toename van het cassave-areaal geïnterpreteerd worden als een temporele en spatiale intensivering: bij afnemende braak als gevolg van bevolkingsdruk vervangt cassave gewassen die hogere eisen aan de bodemvruchtbaarheid stellen en minder droogtetolerant zijn. Dit gaat gepaard met een initiële verhoging van de droge stofopbrengst, maar zonder technologische intensivering waardoor de opbrengsten stagneren of zelfs afnemen (Carter et al. 1992).

Afrika ten zuiden van de Sahara is het enige werelddeel waar areaalsuitbreiding nog steeds de belangrijkste bron van produktietoename is. Deze kan de groei van de bevolking niet bijhouden: tussen 1961 en 1986 is de voedselproduktie slechts met tweederde gestegen terwijl de bevolking verdubbelde. Dit suggereert een aantal tekortkomingen van Boserup's theorie. We kunnen blijkbaar niet aannemen dat de

aanpassing van de voedselvoorziening aan bevolkingsgroei 'spontaan' verloopt, en we moeten rekening houden met situaties waarin snelle bevolkingsgroei leidt tot bijna onherstelbare landdegradatie.

Toekomstige groei

In de lage inkomenslanden is nu al 77% van het potentieel bruikbare land ontgonnen, en de hoeveelheid beschikbare landbouwgrond per hoofd zal afnemen tot minder dan 0.2 ha in 2000 (Blaikie & Brookfield 1987). Alleen al voor het geschatte aantal van 40% van de vrouwen in de lage inkomenslanden die direct afhankelijk zijn van land voor hun overleven, heeft dit desastreuze gevolgen. Op dit moment leeft 33% van de bevolking, 1.1 miljard mensen, in lage inkomenslanden in armoede, waarvan driekwart in Azië.

Schattingen van de FAO voor het jaar 2000 laten zien dat, indien landen worden ingedeeld naar bodemtypen en lengte van het groeiseizoen en uitgaande van het uiterst rooskleurige scenario van een geïntensiverde landbouw met gebruik van kunstmest, bestrijdingsmiddelen en landbeschermingsmaatregelen, de voedselvoorziening nog steeds kritiek zal zijn in 17 landen (Higgins et al. 1984). Malthus' pessimisme lijkt nog minder ongegrond als wij ons realiseren dat de totale wereldbevolking over ongeveer een eeuw verdubbeld zal zijn tot 10 miljard, de grootste toename ooit in de menselijke geschiedenis. Al in 2025 zal 83% van de wereldbevolking in lage inkomenslanden wonen (nu is dat 75%). De bevolking van Afrika zal dan verdrievoudigd zijn, terwijl de bevolking van Azië groeit tot 4.4 miljard. Voor Afrika is op dit moment de prognose dat in het jaar 2020 het voedseltekort oploopt tot een equivalent van 245 miljoen ton maïs. Het feit dat 30 tot 40 miljoen mensen al voor het einde van deze eeuw geïnfecteerd zullen zijn met het HIV-virus zal niet alleen gevolgen hebben voor de bevolkingsgroei, maar in sommige

gevallen ook voor de groei van de Afrikaanse voedselproductie. Opmerkelijk is verder dat bijna 60% van de mensen in de lage inkomenslanden in 2025 in steden zal wonen (tegen minder dan een derde nu): door een relatief afnemende rurale bevolking zal dus steeds meer voedsel voor de markt geproduceerd moeten worden. De zelfvoorzienende boeren-huishouding behoort dan definitief tot het verleden. De tien miljard mensen die de aarde binnenkort zullen bewonen, oefenen een zeer onevenredige druk op het land uit. Strikt genomen moeten we die niet weergeven in aantal mensen per km², maar in aantal mensen per miljoen kilocalorieën produktiepotentieel. Zo uitgedrukt is niet Bangladesh het dichtstbevolkte land ter wereld, maar Niger, en hebben de semi-aride tropen slechts een zeer beperkte capaciteit tot opvang van extra mensen (Binswanger & Pingali 1988). De ongeëvenaarde groei verhuut ook de stijgende kosten van het gebruik van natuurlijke hulpbronnen. Bodemdegradatie als gevolg van menselijk handelen is zo oud als landbouw zelf, maar neemt nu een ongekende omvang aan: per persoon per jaar gaat ongeveer vijf ton vruchtbare bodem verloren! (Lal & Stewart 1990).

Transformatie

Door De Wit en zijn medewerkers is er al vroeg op gewezen dat de jaarlijkse produktiviteitsgroei van éénjarige gewassen vanaf een niveau van ongeveer 1700 kg per ha sterk toeneemt, van minder dan 1% tot zelfs 4-5% (De Wit et al. 1979). Dit kritieke opbrengstniveau zou kenmerkend zijn voor de overgang van traditionele landbouwmethoden naar moderne. Of specifieker: de overgang van intensivering via areaalsuitbreiding naar intensivering door middel van een groeiende inzet van produktiemiddelen per eenheid oppervlakte en tijd. Het bestaan van een theoretisch 'transformatie'-punt is op het eerste gezicht aantrekkelijk. Maar de eerder genoemde cijfers voor Afrika geven al aan dat het begrijpen van

de verklarende factoren achter zo'n transformatiepunt niet zo eenvoudig is: bevolkingsdruk, zelfs gecorrigeerd voor ecologische draagkracht, en gecombineerd met noodzakelijke voorwaarden zoals infrastructuur en markt, leidt niet automatisch tot intensivering. Een verdere complicatie is dat in een aantal van de gunstige gebieden de graanproductie een plafond lijkt te hebben bereikt (Byerlee 1988, TAC 1989). Ook is de groeisnelheid van de productie in de laatste jaren afgenomen: het grootste deel van de 2.6-voudige groei in de wereldgraanproductie kwam tot stand in de periode voor 1984.

Het transformatie-punt zou moeten worden doorgerekend voor meer tropische gewassen, en met name voor knol- en wortelgewassen, die door hun gunstige harvest index immers een interessant alternatief in het intensiveringsproces vormen. Maar belangrijker is dat het transformatie-punt verhult dat zelden slechts één gewas wordt geteeld. De Wit's omslagpunt in granen vormt slechts het topje van de ijsberg: de transformatie van de diverse landbouw-systemen in lage inkomenslanden. Die landbouw is gebaseerd op een veelheid van gewassen, vaak verbouwd in complexe patronen, zowel temporeel als spatiaal, en wordt bedreven door boerenhuishoudens met uiteenlopende beperkingen en doeleinden. Een transformatie van deze landbouw kan niet bestaan uit produktieverhoging in één gewas, maar zal zich moeten baseren op een ecologisch verantwoorde combinatie van gewassen met minimaal produktierisico. Om U een voorbeeld te geven: toepassing van kunstmest bij voedselgewassen in regenafhankelijke landbouw is vaak economisch niet haalbaar, of vanwege de ongunstige prijsverhouding, of vanwege risico's op opbrengstderving door regenvaltekorten of ziekten en plagen. Diversificatie door de verbouw van uiteenlopende marktgewassen maakt risicospreiding mogelijk en daarmee het gebruik van bemesting. Deze kan dan ook op een rotatie met handels- en voedselgewassen toegepast worden. In Niger en

Ghana is aangetoond dat dit kan leiden tot een landbesparing van meer dan 0.5 ha.ha⁻¹ bemest voedselgewas (Vlek 1990).

Daarnaast zouden we moeten onderzoeken wat de trends zijn in de substituering van land als schaarse factor door een andere inzet van kapitaal, arbeid en technologie, mede als gevolg van een toenemende verweving tussen de landbouw en de niet-agrarische sectoren. De theorievorming over de dynamiek van teeltsystemen staat nog in de kinderschoenen.

Analyses van opbrengsttrends vereisen ook dat andere 'outputs' zoals totale biomassa, erosie, of verzouting beschouwd worden, alsmede de ecologische en energetische kosten om het systeem in stand te houden.

Wereldwijde veranderingen

Ik heb zolang bij de (sub)tropen stil gestaan, omdat in de nabije toekomst de demografische en landbouwkundige veranderingen daar die in de geïndustrialiseerde landen verre zullen overtreffen. Maar naast die specifieke, breedtegraad gebonden vraagstukken zullen wij ook met andere, wereldwijde veranderingen te maken krijgen. Het belangrijkste verschil met de situatie van 200 jaar geleden is dat de interacties tussen mens en land niet meer alleen lokale effecten hebben, maar in toenemende mate een wereldwijd karakter krijgen.

Een illustratie hiervan is de spectaculaire toename van het branden van tropische biomassa, dat sterk bijdraagt aan de emissie van broeikasgassen (Goldhammer 1990). 75% van de uitstoot is afkomstig van savannebranden, en slechts 25% van ontbossing, omdat door verkorting van de braak bos wordt omgezet in anthropogene savanne. Het vervangen van bos door savanne leidt tot afname van de transpiratie, waardoor minder waterdamp in de atmosfeer komt. Het ruimtelijke aspect is hierbij belangrijk: hoe groter de gebrande oppervlakte, hoe langzamer de regeneratie. Alleen al uit dit voorbeeld blijkt hoe

zinloos de controverse is tussen lokale en wereldwijde effecten die nu een wig drijft tussen 'Noord' en 'Zuid' bij de voorbereidingen van de UNCED-conferentie. Hoewel de klimaatsvoorspellingen nog veel tegenstrijdigheden vertonen, lijkt het aannemelijk dat we over 100 jaar rekening moeten houden met een gemiddelde temperatuurstijging van 3°C, waarvan 2° in tropen, 10% stijging van de neerslag, 0.5 m eustatische zeespiegelstijging, en een verdubbeling van het atmosferische CO₂-gehalte. De effecten hiervan zullen buiten de keerkringen sterker zijn dan in de tropen. Een aantal daarvan doet zich al snel voelen, zoals effecten op bodemtemperatuur en -vochtbalans, organische stofgehalten, en op iets langere termijn, effecten op humussamenstelling, bodemvruchtbaarheid en erosie. Voorts zal het toegenomen CO₂-gehalte de fotosynthese met name van C3-planten en de efficiëntie van watergebruik positief beïnvloeden (Scharpenseel et al. 1990). Meer specifiek, bijvoorbeeld in gebieden met tropisch regenwoud, kan er sprake zijn van toename in de groei van de bosvegetatie, een toename in de snelheid waarmee nutriënten circuleren en in de verwerking van mineralen. De toename van de percolatie zou tot een afname van de toch al lage bodemvruchtbaarheid kunnen leiden, maar die kan misschien weer gecompenseerd worden door een grotere biologische activiteit en de productie van meer bladafval. Het is duidelijk dat het hier om uiterst complexe processen gaat met een grote mate van onzekerheid in de ontwikkeling van de belangrijkste parameters. Toch kunnen landbouwkundigen hieraan niet voorbij gaan. Enerzijds gaat het om het ontwikkelen van nieuwe landgebruiksystemen, zoals diepwatervariëteiten voor rijst in combinatie met visteelt voor slecht gedraineerde kustgebieden. Anderzijds om maatregelen om te anticiperen op klimaatsverandering, zoals het verhogen van CO₂-fixatie door het bevorderen van biomassa-productie. In de gangbare wereldwijde klimaatsmodellen vormen

veranderingen in anthropogene processen die landgebruik beïnvloeden, met uitzondering van schattingen van ontbossing, een nog nauwelijks gekwantificeerde factor. Een wereldwijde data base van landgebruik bestaat niet, terwijl de behoefte aan het monitoren van veranderingen in landgebruik en het schatten van de mogelijke effecten daarvan op klimaatsfactoren groot is. Alleen al de omzetting van tropisch regenwoud in weiden en de methaanproductie van rijstvelden wijzen er op dat ook op mondiale schaal kennis van de teelt van tropische gewassen onontbeerlijk is.

Duurzaamheid

Sinds de eerste VN-conferentie over het milieu in Stockholm zijn wij ons in toenemende mate bewust geworden van de kwetsbaarheid van de aarde. Het sleutelwoord van deze jaren is duurzaamheid. Helaas gaat het met duurzaamheid zoals met de liefde: we denken allemaal wel ongeveer te weten wat het inhoudt, maar niemand kan het precies definiëren en in concrete situaties worden we het slechts zelden eens.

Strikt genomen is duurzaamheid van agro-ecosystemen waar ook ter wereld een onhanteerbaar en statisch begrip, omdat iedere vorm van landbouw ingrijpt in natuurlijke processen. Zoals landbouw beschouwd kan worden als een hiërarchie van systemen met opklimmende ruimtelijke en tijdsschalen, zo zal duurzaamheid gerelateerd moeten worden aan deze schalen. De moeilijkheid hierbij is dat de verschillende hiërarchische niveaus op elkaar ingrijpen: de nationale prijsbeleid bepaalt bijvoorbeeld de toepassing van pesticiden op een bedrijf, en de frequentie van die toepassing bepaalt de schade aan de bodemfauna. Duurzaamheid heeft minstens twee dimensies: stabiliteit en herstelkracht (*resilience*) (Fresco & Kroonenberg 1992). Stabiliteit beschrijft de normale fluctuaties rondom een trend of de capaciteit van een systeem om terug te keren naar

de uitgangssituatie na een tijdelijke verstoring. Herstelkracht verwijst naar de tijd die nodig is om te herstellen na een grote, externe verstoring van een orde één of meer malen groter dan de normale fluctuatie van de stabiliteit. Herstelkracht is een eigenschap die zowel onafhankelijk is van de produktiviteit van het systeem, als onafhankelijk van de stabiliteit, en wordt uitgedrukt in relatie tot tijd en ruimte. In de levenscyclus van een tropisch regenwoud bijvoorbeeld, vormt de tijdelijke ontginning van enkele hectaren door Indianen slechts een minimale verstoring, waarbij na 25 jaar de biomassa, zij het niet de soortenrijkdom, al weer op peil is. Vernietiging van het bos op grotere schaal leidt uiteraard tot schade waarvan onzeker is of die ooit hersteld kan worden. Op dezelfde wijze zijn verstoringen tijdafhankelijk: een regenbui is een incident in een etmaal, een droogte een incident in het leven van een boerin en een ijstijd is uiteindelijk slechts een fluctuatie in de aardgeschiedenis.

Duurzaamheid en intensivering

Agro-ecosystemen zijn ecologisch gezien uiterst onwaarschijnlijke constructies die alleen in stand blijven dankzij het wegvallen van bepaalde natuurlijke 'feedback loops' en het ingrijpen van de mens als controlerend mechanisme. Duurzaamheid is dus schaalafhankelijk, en het is niet zinvol om te spreken van duurzaamheid van een gewas of akker op zich. Voor ieder type agro-ecosysteem zullen de anthropogene processen gerelateerd moeten worden aan de tijd- en ruimteschalen van natuurlijke processen.

Duurzaamheid is niet los te zien van bevolkingsdruk en dus van intensivering. Temporele intensivering leidt tot vragen over de gewasstructuur en de invloed van management, bijvoorbeeld rotatie, op aspecten als bewortelingsstructuur en bodembedekking. Ruimtelijke intensivering roept vragen op over welke landeenheden het meest geschikt zijn voor welk gebruik, hoe

spatiale ordening opbrengstreducerende factoren zoals plagen en ziekten, of erosie kan beïnvloeden.

Een belangrijke, nog niet op systematische schaal onderzochte hypothese is dat landbouwkundige diversiteit in ruimte en tijd een positief effect hebben op de stabiliteit en herstellend vermogen van agro-ecosystemen. Door de ecologische landbouw wordt deze stelling onderbouwd met een verwijzing naar de natuurlijke diversiteit van het tropische regenwoud (Gliessmann 1990). Dat is de vraag, omdat de biodiversiteit in de humide tropen in de eerste plaats een weerspiegeling is van het verleden, van differentiatieprocessen uit het Krijt en het Tertiair, in plaats van een nauwkeurig afgestemd antwoord op de huidige omstandigheden. Dat kan dus betekenen dat we de structuur en functies van het tropisch regenwoud niet zonder meer als uitgangspunt mogen nemen, zodat gemengde teelt met een meervoudige bladerdekstructuur niet per se het meest duurzame systeem is.

Scenario's voor landgebruik

Het begrip duurzaam landgebruik in combinatie met de complexiteit van de te verwachten, maar veelal nog onzekere veranderingen in de verhouding tussen bevolking en natuurlijke hulpbronnen vraagt om een meer geconcentreerde en deels andere aanpak van de landbouwwetenschap dan tot voor kort gebruikelijk was. Duurzaamheid is immers een waarde-oordeel, weliswaar gebaseerd op inzicht in natuurwetenschappelijke processen, maar afhankelijk van onze interpretatie daarvan. Wij weten niet alles en we kunnen niet wachten tot we alles weten, omdat dat waarschijnlijk onmogelijk is als we de op de lange termijn exponentieel toenemende permutaties in ogenschouw nemen. Die andere aanpak heeft als belangrijkste component het denken in scenario's, dus mogelijke combinaties van keuzes onder verschillende voorwaarden.

Twee ontwikkelingen in het afgelopen decennium

dragen er toe bij dat de besluitvorming over het gebruik van land op een nieuwe basis kan plaatsvinden. De snelle vooruitgang in de informatie-technologie, met name in data base structuren en in geografische informatiesystemen, maakt het mogelijk om gegevens gedesaggregeerd op te slaan, met hun ruimtelijke coördinaten, en nieuwe gegevens in te voeren zodat tijdreeksen kunnen ontstaan.

De desastreuze resultaten in landen als China, de voormalige SU en Tanzania hebben ons meer dan ooit bewust gemaakt van de gevaren van een van boven opgelegde planeconomie. De behoefte aan een voortdurende interactie tussen de gebruikers op alle hiërarchische niveaus, van boeren tot (supra)nationale beleidsambtenaren, en wetenschappelijk onderzoekers kan gestalte krijgen door middel van de bovengeschetste scenario-aanpak, waarbij de landgebruiksplannen niet als een blauwdruk worden gepresenteerd maar als een reeks opties die telkens weer wordt bijgesteld, afhankelijk van de keuzes voor verschillende doelfuncties. Niet alleen scenario's met toekomstige opties, maar ook het systematisch beoordelen van veranderingen als gevolg van huidig landgebruik, om eventueel de besluitvorming bij te stellen, is van groot belang, bijvoorbeeld ter beoordeling van de effecten op nutriëntenstromen van seizoens- en jaarlijkse fluctuaties in landbouw en teelttechnieken op verschillende schalen.

Recapitulerend

Niet alleen zijn de mogelijkheden om de toekomstige bevolkingsgroei op te vangen door uitbreiding van het areaal begrensd, er bestaat geen twijfel over dat verdere areaalsuitbreiding ecologisch zeer ongewenst is. De enige oplossing ligt in intensivering per eenheid tijd en oppervlakte. Gezien het beperkte potentieel in de semi-aride gebieden zal het grootste deel van de produktiegroei moeten plaatsvinden in de humide en subhumide tropen. Vanuit het perspectief van de biosfeer is die oplossing op lange termijn

waarschijnlijk te kostbaar, en zal er wellicht nog eens een situatie ontstaan dat de tropische gebieden beloond worden als exporteurs van O₂ en bewakers van biodiversiteit en atmosferische stabiliteit, in ruil waarvoor landbouwprodukten in de gematigde zones geproduceerd kunnen worden. Op kortere termijn zullen wij moeten streven naar duurzame temporele en technologische intensivering. Met andere woorden: naar teeltsystemen met een continue aanwezigheid van bovengrondse biomassa, combinaties van gewassen met complementaire bewortelingspatronen, waarin bomen een belangrijke component vormen, met regulerende teeltmaatregelen zoals mulching en rotatie, die leiden tot optimaal gebruik van opbrengstbepalende en minimalisatie van opbrengst-reducerende factoren. Hieraan gekoppelde wetenschappelijke vragen richten zich bijvoorbeeld op de effecten van diversificatie in ruimte en tijd, het begrijpen van de interactie tussen natuurlijke processen en veranderend landgebruik, en het verklaren van de ontwikkeling van de huidige laag-productieve landbouw tot aan een 'transformatiepunt'.

Teeltsystemen, agro-ecosystemen en plantaardige produktiesystemen

Dergelijke vragen vereisen een kwantitatieve systeemanalyse waarin hogere integratieniveaus dan die van de individuele akker of het bedrijf en langere tijdschalen een rol spelen. Heel schematisch onderscheiden we naast de natuurlijke ecosystemen, de agro-ecosystemen die op zichzelf een hiërarchie vormen waarbij het gewas- en het teeltsysteem de laagste niveaus innemen. Het teeltsysteem of plantaardige produktiesysteem omvat de gewaspopulatie in samenhang met bodem en atmosfeer en de teeltkundige handelingen daarbij in de tijd. De tijdschaal omvat zowel de periode die nodig is voor het tot voltooiing komen van de gewasproductie (één of meer seizoenen afhankelijk van het gewas) als ook de

opeenvolging van gewassen in een rotatie. Naast deze ecologische hiërarchie kan de landbouw ook als sociaal-economische hiërarchie worden beschouwd, met de individuele mens op het laagste niveau en de nationale of zelfs de wereldgemeenschap op het hoogste. De combinatie van beide hiërarchieën tot een landgebruikstelsel kan op ieder niveau plaatsvinden. Het landgebruikstelsel is dan ook schaalonafhankelijk.

Met sociaal-economische factoren wordt rekening gehouden in het teeltsysteem- en agro-ecosysteem-onderzoek door de wijze waarop zij in de teelthandelingen tot uiting komen. Of een boerenhuishouding rijst verbouwt terwille van de zelfvoorziening, de markt of een rituele gebeurtenis, vertaalt zich in de frequentie en kwaliteit van de teelthandelingen en in de aard en hoeveelheid van de inputs. Zelfvoorziening kan bijvoorbeeld betekenen vroeg zaaien en overplanten van meer dan één rijstras, tegenover het breedwerpig zaaien van een moderne variëteit voor andere doelen. Niet de motieven van de boer vormen onderwerp van onderzoek, maar slechts de teelthandelingen en de effecten daarvan op het gewas. Gedeeltelijk zijn de inzichten vanuit het *farming systems* of landbouwbedrijfssystemenonderzoek hierbij van nut. Deze school van denken kwam in de jaren tachtig op in reactie op het gewasgerichte onderzoek dat weliswaar had geleid tot de successen van de Groene Revolutie, maar weinig tot geen vooruitgang boekte in de ecologisch en sociaal-economisch minder bedeelde gebieden. Door het bedrijf als een geheel te benaderen en door aandacht te vragen voor de optimalisatiestrategie van boeren, kwamen onderwerpen als lage input landbouw en gemengde teelt in de belangstelling. Het *farming systems* onderzoek heeft echter te weinig aandacht voor de lange termijn en voor ecologische beperkingen (Fresco et al. 1990).

De bestudering van hogere integratieniveaus is noodzakelijk om processen van intensivering en

maatstaven voor duurzaamheid beter te kunnen begrijpen dan wanneer wij ons alleen op het gewas richten. Experimenten met teeltsystemen over grotere ruimte- en tijdschalen zijn echter nauwelijks mogelijk. Voor input-/output- en simulatiemodellen van componenten zal daarom een belangrijke plaats moeten worden ingeruimd. Deze modellen worden gevoed door observaties van bestaande systemen en waar mogelijk ook door experimentele resultaten. Een analyse van teeltsystemen voltrekt zich in twee stappen: een definiëring van de fysisch-biologische kenmerken waarbij relaties kunnen worden vastgesteld die bepaald worden door natuurwetenschappelijke wetten. Vervolgens een vertaling van de sociaal-economische randvoorwaarden in sturende variabelen voor de fysisch-biologische processen. Bijvoorbeeld: arbeidsknelpunten of gebrek aan kunstmest vertalen zich dan in verschillende plant- of widedata of lagere bemestingsniveaus, die op hun beurt vertaald worden in factoren die gewasgroei beperken. Deze noodzakelijke scheiding tussen biofysische en sociaal-economische factoren is merkwaardig genoeg op veel plaatsen niet doorgedrongen, zodat sommigen nog steeds spreken over sociaal-economische effecten op de gewasopbrengst alsof planten reageren op kunstmestprijzen. Iedere analyse van teelt- en agro-ecosystemen begint met kwantificatie. Onafhankelijk van de mate van gewenst detail kan de combinatie van land en landgebruik pas gekwantificeerd (en dus gewogen) worden als niet alleen de attributen van land maar ook de inputs van landgebruik in kwantitatieve termen worden gegeven. Dit is niet alleen noodzakelijk voor bio-fysische scenario's, maar ook voor sociaal-economische effectstudies.

Classificatie

Wanneer we als object niet het gebruikelijke proefveld onder gecontroleerde omstandigheden nemen, maar ook de akkers van een bedrijf of velden in een gebied, dan blijkt hoe zeer wij achterlopen bij bijvoorbeeld de

ruimtelijke bodemkunde. Al vanaf de jaren vijftig is daar een sterke ontwikkeling aan de gang van bodemkartering en landevaluatie naar Agro-ecologische Zonering en landgebruiksplanning. Daarbij is het object steeds beter omschreven en zijn er nu internationaal erkende standaarden voor de definiëring en classificatie van landschaps- en bodemtypen, hoewel ik weet dat over de variatie binnen taxons het laatste woord nog lang niet is gezegd.

Hierbij is echter de teeltkundige kant tot nu toe nauwelijks belicht; de relatie tussen land en landgebruik is beperkt gebleven tot een koppeling van een aantal landkarakteristieken met kwantitatieve gewasgroeimodellen. Het begrip 'landgebruik', 'agro-ecosysteem' of 'teeltsysteem' wordt overal anders gehanteerd en er is op geen enkele wijze een internationale afspraak over hoe men verschillende landgebruiksystemen kwantitatief kan karakteriseren (Stomph en Fresco 1991). Net zoals bodemclassificatie geen doel op zich vormt, zal de karakterisering, en eventuele classificatie en kartering van landgebruik slechts een noodzakelijke eerste stap zijn. Vreest U niet: een taxonomie met dezelfde linguïstische hoogstandjes als bijvoorbeeld de USDA Soil Taxonomy staat mij niet voor ogen. Een zinvolle classificatie van agro-ecosystemen en teeltsystemen zal een wetenschappelijke logica moeten hebben, gebaseerd op de mate waarin opbrengstbepalende, -beperkende en -kortende factoren worden gemanipuleerd. Deze benadering is uiteraard niet gebonden aan breedtegraad of klimaat.

Ontwikkelingen in het (inter)nationale onderzoek

De geschetste noodzaak tot scenariodenken dat op zichzelf weer een hoger aggregatieniveau vereist, loopt parallel met veranderingen in het vakgebied van de teeltwetenschappen. Het brede vakgebied van de teeltwetenschappen is steeds meer 'afgekalfd' door toenemende specialisatie van de onderliggende

disciplines, terwijl de tropische agronomie nog extra wordt beïnvloed door ontwikkelingen in lage inkomenslanden en in het internationale landbouwkundige onderzoek.

Allereerst hebben in het laatste decennium het internationale onderzoek en de training op het gebied van de tropische plantenteelt zich sterk ontwikkeld, deels dankzij de internationale instituten van de CGIAR, maar tevens door de inspanningen in veel lage inkomenslanden zelf. De nationale onderzoeksorganisaties daar richten zich op het toepasbaar maken van algemene teeltkundige inzichten voor de specifieke situatie in hun land. Bij de CGIAR blijft, ook in de toekomst, het accent liggen op de verbetering van de genetische basis van gewassen. Minder directe vragen over de relatie tussen landgebruik en land, en het ontwikkelen van modellen en methoden om tot landgebruikscenario's te komen reiken over de nationale grenzen heen en over de korte tijdsspannen waarop nationale instituten en zelfs de CGIAR gewoonlijk opereren. Juist daar ligt een terrein braak waarop de LUW een belangrijke rol kan spelen. Vanuit het perspectief van het teelt- en agro-ecosysteem zal ook het onderzoek naar tropische gewassen ingrijpend veranderen. Niet de specifieke combinaties van gewas en teeltmaatregelen voor een bepaalde locatie vormen ons taakveld, maar het begrijpen van sturende processen in teelt- en landgebruiksystemen. Hierbij interesseren ons meer dan het gewas zelf de gewaseigenschappen waardoor een gewas past in een bepaalde agro-ecologische niche.

De studie van het voorkomen en optimaliseren van teeltsystemen en hun landschappelijke patronen, en de veranderingen daarin als gevolg van interne en externe factoren, dus de wederzijdse beïnvloeding van land, landbouw en bevolking in ruimte en tijd, beperkt zich niet uitsluitend tot de (sub)tropen. De principes van de gewasfysiologie, de ecologie en de bodemkunde zijn onafhankelijk van breedtegraad toepasbaar, ondanks

het feit dat de produktiebepalende, -beperkende en -kortende factoren zowel binnen als tussen de klimaatzones verschillen. Bovendien zagen we dat de landbouw in de wereld als geheel geconfronteerd wordt met vragen die niet meer op een lokale of regionale schaal kunnen worden opgelost. Toch zijn er aspecten die de situatie in de tropen anders maken, en extra aandacht rechtvaardigen. Hierbij doel ik niet zozeer op de eerder gesignaleerde bevolkingstoename, maar vooral op het feit dat de biofysische produktiefactoren, waaronder ook de gewas- en diertypen, veel slechter gekarakteriseerd zijn dan in de gematigde streken. Bovendien liggen, als gevolg van de sociaal-economische omstandigheden in de lage inkomenslanden, de onderzoeksprioriteiten en mogelijke oplossingen duidelijk anders. De kloof in middelen en doelstellingen tussen het wetenschappelijke establishment in de lage inkomenslanden en de geïndustrialiseerde landen zal moeten worden geslecht als wij de wereldwijde vraagstukken van voedselproductie en milieu willen aanpakken. Ik pleit dan ook sterk voor een comparatieve aanpak waarbij teeltsystemen zowel in de tropen als in de gematigde zones worden bestudeerd.

Tropische studierichtingen

De ontwikkelingssamenwerking (en zelfs het Ministerie) staat steeds meer ter discussie in het licht van de grote verschillen die zijn opgetreden binnen wat vroeger zo eenvoudig de derde wereld heette. Gekoppeld aan de verwachting dat op termijn aan de behoefte aan breed geschoolde tropisch landbouwkundigen door de lage inkomenslanden zelf zal worden voldaan, en het feit dat het merendeel van de Wageningse tropische afgestudeerden na zes jaar weer een baan in Nederland zoekt, heeft dit belangrijke consequenties voor de tropische studierichtingen aan de LUW, en het onderwijs in de tropische plantenteelt in het bijzonder. De discrepantie tussen verwachtingen, loopbaan-

ontwikkeling en behoeften vormt soms de aanleiding voor een identiteitscrisis onder 'tropen'-studenten. Een niet gering deel van de Nederlandse studenten in de tropische richtingen komt naar Wageningen vanuit de motivatie om een actieve en praktische bijdrage te leveren aan ontwikkelingssamenwerking, en veel minder uit wetenschappelijke nieuwsgierigheid. Tijdens hun studie blijkt dan dat zij niet die praktische kennis op doen die zij zich hadden voorgesteld en bovendien dat een wetenschappelijke vorming vaak onvoldoende ruimte biedt om hun maatschappelijke bewogenheid vorm te geven. Het is een logische ontwikkeling dat de opleiding voor ontwikkelingsdeskundige-aan-de-basis aan de LUW haar laatste tijd gehad heeft. Op geen enkele manier valt dit te betreuren, want het doel van ontwikkelings-samenwerking was immers om voorwaarden te scheppen voor het zelf ter hand nemen van oplossingen. Er zal ongetwijfeld in de lage inkomenslanden op kleine schaal behoefte blijven bestaan aan praktisch geschoolde vrijwilligers die bereid zijn hun handen uit de mouwen te steken om het lot van de allerarmsten te verlichten. Maar die zullen ook nodig zijn in de ghetto's van New York en de troosteloze bejaardentehuizen van Budapest. Een wetenschappelijke landbouwkundige opleiding is voor dit soort vrijwilligerswerk zelden de aangewezen voorbereiding.

De verschuiving naar het teelt- en agro-ecosysteem heeft consequenties voor het onderwijs, en het verheugt mij dat wij aan een aantal daarvan al vorm hebben kunnen geven door het opzetten van nieuwe onderwijselementen, zoals het veldpracticum duurzaam landgebruik in Spanje. Ik hoop ten zeerste dat de financiële continuïteit hiervan ook in de toekomst gegarandeerd wordt. Op termijn ben ik een voorstander van een oriëntatie Internationale Landgebruikstudies waarin zowel 'tropisch' als 'gematigd' onderwijs hun plaats hebben, en waar studenten niet exclusief voor de tropen worden

opgeleid, maar wel met een duidelijk perspectief op internationale vraagstukken van duurzaam landgebruik. Met het toenemende belang van en de mogelijkheden tot landgebruiksplanning ontstaat er een duidelijke behoefte aan mensen die de brug kunnen slaan tussen beleid en wetenschappelijke inzichten, die gegevensbestanden kunnen vertalen met behulp van modellen om aan te geven wat, onder verschillende voorwaarden, mogelijk is. Dit is zowel van belang voor de gebieden tussen de keerkringen als daarbuiten, voor Nederlandse en buitenlandse studenten.

Daarnaast ben ik er van overtuigd dat een comparatief perspectief waarbij de eigen specialisatie in het licht van mondiale processen wordt geplaatst, voor een academische vorming onontbeerlijk is en deze ook onderscheidt van hogere beroepsopleidingen. Aangezien veel feitelijke kennis in snel tempo verandert, neemt het belang van het leren van wetenschappelijke methoden waarmee men nieuwe vragen te lijf kan, alleen maar toe. Landbouw en milieu van de Noordwest-Europese laagvlakte kunnen hierbij nooit impliciet maatgevend zijn, want op wereldschaal vormen die immers een uitzondering. Dit betekent dat kennis van de (sub)tropen op bijna alle plaatsen in het onderwijs van de LUW relevant is, en niet alleen in tropische onderwijselementen.

Geachte leden van het College van Bestuur en van de Universiteitsraad,

Met de instelling van deze leerstoel, de fusie van de vakgroepen Tropische plantenteelt en Landbouwplantenteelt en Graslandkunde en de eerdere integratie van de richting Tropische plantenteelt in een overkoepelende tropenrichting is een nieuw hoofdstuk voor de tropen aan de LUW ingeluid. Ik hoop te hebben aangetoond dat er meer dan ooit reden is om onze kennis op het gebied van tropische landbouw op alle schalen te versterken. Een werkelijke

internationalisering van de LUW kan niet voorbij gaan aan het feit dat binnenkort meer dan viervijfde van de mensheid in de lage inkomenslanden zal leven. Juist in het kader van mondiale veranderingsprocessen ontstaat een nieuwe wetenschappelijke en maatschappelijke rechtvaardiging voor onze inspanningen op gebied van onderwijs en onderzoek in de tropen. Ik dank U, en de leden van de benoemingsadviescommissie, voor het vertrouwen dat U in mij hebt gesteld.

Hooggeleerde Flach, waarde Michiel,

De vanzelfsprekendheid waarmee jij mijn eigenzinnige pad in de tropische plantenteelt hebt begeleid, heeft me altijd gestimuleerd. Ik weet dat het ons beiden bijzonder veel deugd doet dat ik hier nu sta met een leeropdracht die in ruimte en tijd een vervolg biedt op de jouwe.

Geachte collega's van de vakgroepen Tropische plantenteelt en Landbouwplantenteelt en graslandkunde,

Wij staan op het punt een lang verwachte fusie te realiseren: het gebouw is gereed en het kunstwerk staat bijna voor de deur. Ik ben ervan overtuigd dat de samenwerking die tussen onze secties zal ontstaan, bij zal dragen aan het vullen van wat bij een aantal van U bekend staat als het holle hart van de landbouwplantenteelt.

Daarnaast ben ik bijzonder verheugd dat wij als vakgroep TPT het afgelopen jaar een begin gemaakt hebben met een nieuwe afbakening van het vakgebied. Het gemeenschappelijke denkkader heeft intensieve vormen van samenwerking met zich meegebracht die ik als zeer plezierig ervaar. Ook als sectie zullen wij ongetwijfeld een goed team blijven vormen.

Geachte collega's aan de LUW,

Het door mij geschetste vakgebied is, om het in ons jargon te zeggen, cluster- en sectoroverschrijdend. Dat de LUW nog enige moeite heeft met dit fenomeen, is hopelijk een tijdelijke zaak, en niet het begin van een soort sectoraal tribalisme. In de laatste jaren is met velen van U een hechte samenwerking ontstaan, met name in het VF-programma in Costa Rica, en nu bij het opzetten van de onderzoeksschool Produktie-Ecologie. Deze samenwerking, alsmede ook de relaties met DLO-instituten zoals het CABO en het WSC in het kader van DLV (Duurzame Landbouw en Voedselvoorziening), vormt in mijn ogen een zinvolle peiler in het streven naar duurzame alternatieven voor landgebruik in de wereld. Overigens zijn de mogelijkheden binnen Wageningen om te komen tot een raamwerk waarin de biologisch-technische en de sociaal-economische disciplines op vruchtbare wijze gegevens kunnen uitwisselen en interpreteren, nog lang niet uitgeput. Ik hoop dat we hieraan verder kunnen werken, en wil U allen graag danken voor de inspirerende contacten van de afgelopen jaren.

Dames en heren studenten van de richting Tropisch Landgebruik en van andere studierichtingen,

Juist de overtuiging dat wetenschappelijke kennis op een zinvolle wijze ingezet moet worden ten behoeve van een betere wereld heeft velen van U naar Wageningen gebracht. Ik heb geprobeerd aan te tonen dat de benadering van plantaardige produktiesystemen zich niet beperkt tot bepaalde geografische zones, maar een mondiale geldigheid heeft. Niettemin deel ik met velen van U de overtuiging dat de vraagstukken van duurzaam landgebruik buiten de gematigde klimaatzones zo omvangrijk zijn dat het de moeite waard is daar een deel van Uw leven aan te besteden. Of U een tropische richting studeert of niet, ik hoop dat wij in Wageningen en in het veld ons samen hierover kunnen buigen.

Tegelijkertijd is het de taak van de universiteit U wetenschappelijke distantie en methoden bij te brengen. De stap van idealisme naar wetenschap is groot, en eist een bewuste keuze om U te beperken tot enkele facetten van de complexe werkelijkheid. Om de stappen van geheel naar deelprobleem en terug te maken, is moed nodig, nieuwsgierigheid en bescheidenheid. Misschien mag ik U wijzen op de in dit opzicht voorbeeldige houding van Winnie the Pooh:

Sometimes he thought sadly to himself,
"Why?" and sometimes he thought,
"Wherefore?" and sometimes he
thought, "Inasmuch or which?" - and
sometimes he didn't quite know what he
was thinking about.

Geachte toehoorders,

Aan de vooravond van de grootste en snelste toename van de wereldbevolking en de daarmee samenhangende effecten van de mens op het aardse milieu, kunnen we nog nauwelijks bevatten hoe ingrijpend de veranderingen op langere termijn zullen zijn. Er valt wellicht een parallel te trekken met de grote ontwikkelingen die zich de laatste eeuwen in de westerse wetenschap hebben voorgedaan. Zoals U zich nog zult herinneren was het Copernicus die de aarde uit het centrum van het heelal heeft verwijderd. Malthus, ondanks al zijn tekortkomingen, wees op het preciaire evenwicht tussen mensen en land. Darwin stootte in de vorige eeuw de mensheid van zijn troon in het centrum van de schepping. En daarna dwong Freud ons tot het inzicht dat wij slechts zeer ten dele meester zijn over onze eigen psyche. In het afgelopen decennium heeft James Lovelock ons eindelijk de illusie ontnomen dat wij controle hebben over ons eigen leefmilieu: niet de mens, maar de aarde als superorganisme reguleert zijn eigen milieu, misschien ten koste van ons allen. De tijd is dan ook gekomen

voor nieuwe methoden en voor een nieuw wetenschappelijk elan, hoe bescheiden ieders individuele bijdrage ook moet zijn. Maar om de oude, Talmudische vraag te herhalen in de woorden van Primo Levi:

Se non così, come? E se non ora, quando? (Als niet zo, hoe dan? Zo niet nu, wanneer dan?)

Literatuur

- Binswanger, H. & P. Pingali, 1988. Technological priorities for farming in sub-Saharan Africa. In: **Research Observer** 3/1: 81-98, The World Bank.
- Blaikie P. & H. Brookfield, 1987. *Land degradation and Society*. Methuen & Co, London.
- Brown, L. (ed) 1990. *State of the World*. Worldwatch Institute, Washington.
- Byerlee, D. 1988. Food for thought: technological challenges in Asian agriculture in the 1990s. Background paper for the Conference of Asia and Near East Bureau's Agricultural and Rural Development Officers, USAID, Rabat.
- Carter, S., L.O. Fresco & P. Jones 1992. *An Atlas of Cassava in Africa*. CIAT, Cali Colombia.
- Fresco, L.O., H. Huizing, H. van Keulen, H. Luning & R. Schipper, 1989. *Land evaluation and farming systems analysis for land use planning*. Rome/Wageningen, FAO/ITC/WAU.
- Fresco, L.O. & S.B. Kroonenberg, 1992. Time and spatial scales of ecological sustainability. In: *Land Use Policy*, forthcoming.
- Goldammer, J.G. (ed), 1990. *Fire in the tropical biota. Ecosystem processes and global challenges*. Springer, Berlin/New York.
- Heilbroner, R.L., 1972. *The worldly philosophers. The lives, times and ideas of the great economic thinkers*. New York, Touchstone, 4th revised edition.
- Higgins, G., A. Kassam, L. Naiken, G. Fischer & M. Shah, 1982. *Population supporting capacities of lands in the developed world. Technical report of the project INT/75/P13*. FAO/IIASA/UNFPA, Rome.
- Lal, R. & B.A. Stewart (eds), 1990. *Soil degradation. Advances in Soil Science*. Springer, New York.

- Linnemann, H., J. de Hoogh, M.A. Keyser & H. van Heemst, 1979. MOIRA, Model of International Relations in Agriculture. Project Report, Amsterdam.
- Scharpenseel, H.W., M. Schomaker and A. Ayoub (eds), 1990. Soils on a warmer earth. Proceedings of an international workshop on Effects of Expected Climate Change on Soil Processes in the Tropics and Sub-Tropics. 12-14 February 1990, Nairobi. ISSS/UNEP/Elsevier, Amsterdam.
- Stomph, Tj.J. & L.O. Fresco 1991. Describing agricultural land use. FAO/ITC/LUW, Wageningen.
- TAC/CGIAR, 1989. Sustainable agricultural production: implications for international agricultural research. FAO Research and Technology Paper 4, Rome.
- Vlek, P. 1990. The role of fertilizers in sustaining agriculture in sub-Saharan Africa. In: *Fertilizer Research* 26:327-339.
- Wit, C.T. de, H.H. van Laar, & H. van Keulen, 1979. Physiological potential of crop production. CABO publication no 118, Wageningen.