

NW 02963,5684

Landbouwuniversiteit

begane grond

door Eric M.A. Smaling

111

# **BEGANE GROND**

door Eric M.A. Smaling



Inaugurele rede uitgesproken op 1 oktober 1998  
Landbouwniversiteit Wageningen.

## BEGANE GROND

*Mijnheer de Rector Magnificus, dames en heren,*

In 1996 publiceerde voormalig *Scientific American* verslaggever John Horgan een boek met de apocalyptische titel *The End of Science*. Hierin interviewt hij een serie toonaangevende natuurwetenschappers, zoals Karl Popper, Steven Jay Gould en Francis Crick. Staan ons nog baanbrekende ontdekkingen op wetenschappelijk gebied te wachten, zo luidt de centrale vraag van Horgan. Het antwoord van de meeste geïnterviewden is pessimistisch: de grote ontdekkingen liggen achter ons, de evolutie- en erfelijkheidsleer, de DNA dubbelhelix, de relativiteitstheorie, je kunt ze maar één keer ontdekken of verzinnen. Wat wetenschappers rest is 'het plaatsen van voetnoten', aldus verstokt darwinist Richard Dawkins.

Is dergelijk defaitisme kenmerkend voor het *fin de siècle*? Horgan meent van wel en baseert zich op de vergelijkbare sfeer aan het einde van de 19e eeuw. Echter, als ik onze grote geschiedkundige Jan Romein er op na lees, wordt de periode 1870-1930 juist als een tweede Gouden Eeuw gezien (Romein, 1976). De Wereldtentoonstelling in Parijs van 1900 pronkte met alle recente verworvenheden van wetenschap en technologie. Nederland werd alleen al tussen 1900 en 1930 verblijd met acht Nobelprijswinnaars, waaronder grootheden als Van 't Hoff, Lorentz en Van der Waals. In de schilderkunst staken zowel de Haagse School als de Impressionisten de Oude Meesters naar de kroon. Beiden gaven zij het begrip 'landschap' geheel nieuwe dimensies, o.a. door het atelier te verruilen voor het veld (Loos et al., 1997). Ondertussen leidde de expansiedrift van Europese mogendheden tot het in hoog tempo koloniseren van

bijna geheel Afrika, met Bismarck en Leopold II in markante rollen (Pakenham, 1991).

Terug naar ons eigen *fin de siecle*. Is er nu wel een crisisgevoel rond zuiver wetenschappelijk onderzoek? Is de maatschappij zo verwend geraakt door de tastbare produkten van wetenschap die ons in het westen excessieve welvaart, bijna volledige beheersing van de natuur en een steeds langer leven hebben geschonken? Je zou het wel denken. Zelfs de voorzitter van NWO, toch een van de hoeders van het fundamentele onderzoek zegt dat de belastingbetaler waar voor zijn geld wil (Van Duinen, 1996). Een recent overzichtsartikel in *Nature* (vol 394, 9 juli 1998, p. 107) laat zien dat in de Verenigde Staten die belastingbetaler zeer geïnteresseerd is in wetenschap en technologie, maar ook dat die interesse geheel gebaseerd is op haar bijdrage aan nationale veiligheid, betere gezondheidszorg en de ontwikkeling van computer- en telecommunicatieapparatuur. Slechts 1 op de 10 geïnterviewde Amerikanen wist wat een molecuul was. Analoog hieraan is het resultaat van een straatinterview over voedingsmiddelen ergens in Nederland. De meerderheid van de belastingbetalers sprak zich daarbij uit tegen tomaten die vol zaten met genen.

Hoe hilarisch dergelijke voorbeelden ook mogen zijn, een duik in de wetenschapshistorie laat zien dat het gevaarlijk is om zuiver wetenschappelijk onderzoek te marginaliseren. Alle toegepaste successen van de afgelopen eeuw zijn gebaseerd op zuivere wetenschap. De Groene Revolutie is er een voorbeeld van.

Wetenschap werkt en dreigt daar zelf het slachtoffer van te worden. Ik denk dat de aantoonbare toename van onze intelligentie significant gecorreleerd is met de toename

van alle maatschappelijke problemen waar deze wereld mee kampt. Er zal dus steeds meer moeten worden opgelost met behulp van toegepast onderzoek, maar dat lukt alleen wanneer de bron van dit toegepast onderzoek water blijft leveren.

Dames en heren, wetenschap is mooi. Het weten, het kennen, het duiden, de niet aflatende discussie of iets waar of werkelijk is, de verwarring die filosofen hieromtrent plegen te creëren, het is een mondiaal erfgoed. UNESCO zou op dit vlak actiever moeten zijn; net zo actief als zij is rond het aanwijzen en beschermen van cultureel erfgoed. Weten komt voort uit niet-weten en het meest intrigerende niet-weten is datgene waarvan je niet weet dat je het niet weet. Moeder Natuur heeft wat dat betreft vast nog het nodige in petto. Laat zij zich nog verder in de kaarten kijken en manipuleren door de menselijke soort, of leunt zij behaaglijk achterover, wetende dat onze massa-extinctie aanstaande is?

### *Begane grond*

Waarom begin ik, toch komend uit de meer strategisch-toepassingsgerichte hoek, met een pleidooi voor fundamenteel onderzoek? Omdat ik enkele maanden geleden, bij de voorbereiding van deze inauguratie de gecombineerde rede van Nico van Breemen en Johan Bouma uit 1988 nog eens doorlas (Van Breemen and Bouma, 1988). Wat was toen hun agenda, is die inmiddels begane grond geworden of zelfs een platgetrapt pad? Wat me trof was dat het hele spectrum van fundamenteel tot toegepast bodemkundig onderzoek in die rede min of meer werd neergezet als een continuüm. Van Breemen

verwoordde zijn fascinatie voor de symbiose tussen bodembiota en het aardse milieu. Dit heeft zich 10 jaar later vertaald in baanbrekende kennisvermeerdering op het gebied van verzuring, broeikasgasemissies en zelfregulering. Kort geleden volgde de ontdekking dat mycorrhiza rechtstreeks voedingsstoffen opnemen uit poriën in verwerende mineralen en die doorsluizen naar de waardboom (Jongmans et al., 1997). Een typisch geval van serendipiteit, een toevallige vondst met forse consequenties. Het stelt namelijk de theorie dat nutriënten alleen via de bodemoplossing worden opgenomen ter discussie. Bovendien moeten de conclusies van het verzuringsonderzoek weer op de ontleedtafel. Kortom, fascinerende haarscheurtjes in harde bèta-theorieën en uiteraard bagatelliserende reacties van vakbroeders.

Bouma beschrijft in zijn deel van de rede van 1988 de vertechnologisering in de jaren 80 van de ruimtelijke bodemkunde: weg van het romantisch-inductieve naar het modelmatig-deductieve. Van armgebaren in de kuil naar armgebaren met de muis. Van het veld terug naar het atelier. Een periode ook waarin de traditionele bodemklassificatie concurrentie kreeg van een op functionele bodemeigenschappen gerichte waardering. Ik herinner mij nog levendig de lachsalvo's van DGIS beleidsmedewerkers toen ik hen dia's liet zien van drie bodemprofielen uit Kenia en hen uitlegde dat het hier ging om Argiudolls, Pelluderts en Quartzipsamments. In hun ogen ging het om een rode, een zwarte en een lichtbruine grond. Pas toen men zag hoe verschillend een gewas mais op die velden reageerde op bemesting met stikstof en fosfaat, werd hen duidelijk dat bodemkundige kennis van groot belang kan zijn.

## *Stofstromen*

Wat bindt anno 1998 de bodemkundige leerstoelen? Ik heb daar geen sluitende studie van proberen te maken. Toch denk ik dat het onderwerp 'stofstromen' de komende tijd een verbindend thema zal zijn. Dit is geen volslagen nieuw onderwerp, maar de relevantie neemt sterk toe op verschillende ruimte-tijdschalen. De aarde is weliswaar een min of meer gesloten systeem, maar daarbinnen verhuizen stoffen in een steeds duizelingwekkender tempo van A naar B, van plant naar dier naar mens en van vaste naar vloeibare naar gasvormige toestand of de andere kant op.

Een rijtje voorbeelden van hoog naar laag schaalniveau:

1. tijdens de klimaatconferentie in Kyoto werd onderkend dat er nog talloze vragen liggen omtrent de cruciale dubbelrol van bodems en ecosystemen als bron en als vastlegger van broeikasgassen. Die vragen bestrijken een groot terrein, variërend van het functioneren van bodembiota tot de effecten van landgebruiksverandering op emissies en vastlegging.
2. de Wereldhandelsorganisatie WTO stimuleert een liberale handelspolitiek. Het gevolg is een sterke toename van de internationale handel in landbouw- en verwerkte produkten en een grotere afstand tussen plaats van produktie en plaats van consumptie. Dit leidt tot een nog grotere differentiatie tussen regio's waar stoffen zich ophopen en regio's waar stoffen worden afgevoerd. Het klassieke voorbeeld is de grootschalige export van cassave uit Thailand naar Nederland voor de diervoederindustrie. Op het oog

gewoon een transactie tussen twee landen. Maar ook een forse export van bodemvruchtbaarheid voor Thailand en de import van een mestprobleem in Nederland.

3. Een reuzenstofstroom is het kappen en branden van tropisch bos, zoals bijvoorbeeld aan de randen van het Braziliaanse Amazonegebied. Dit doet al jaren pijn aan de ogen, temeer daar je als bodemkundige weet hoe slecht de landbouwkundige kwaliteit van die bosbodems is. De nutriënten in het majestueuze bosecosysteem houden zich bijna geheel bovengronds op, met inbegrip van de strooisellaag. Wat overblijft na kappen en branden is een zure, zeer onproductieve bodem. De mensen die hierop moeten boeren zijn migranten, uit andere delen van Brazilië. Het belang van deze constatering schuilt in het feit dat deze mensen geen relevante ervaringskennis hebben. Binnen de kortste keren zijn de bewuste gebieden in gebruik als overbeweid, soortenarm grasland. Wel is het zo dat er dankzij inspanningen van milieu- en lobbyorganisaties veel meer aandacht dan voorheen is voor duurzaam beheer van bosrandzones. Zo kondigde de Braziliaanse regering kort geleden zelfs een verbod af op de kap van mahonie, een van de meest gewenste hardhoutsoorten.
4. De stofstroom 'erosie' heeft een negatieve klank maar hele beschavingen hebben tot hun ondergang geteerd op sedimenten die rivieren hebben meegevoerd en afgezet op vlodvlaktes in de lagere delen van het stroomgebied.
5. En dan het Nederlandse landbouwbedrijf: wat dacht u



van de mineralenboekhouding? Van de Mest- en Ammoniakwetgeving? Van de nitraatrichtlijn? In Afrika proberen we de Wereldbank warm te praten voor de rekapitalisatie van bodemvruchtbaarheid (Buresh et al., 1997). Stuk voor stuk zijn het voorbeelden van regelgeving en beleidsbeïnvloeding rondom stofstromen.

5. Op microniveau barst het ook van de stofstromen. Zij hebben allen hun alter ego. Mineralisatie maakt stikstof vrij, maar immobilisatie legt het weer vast, sorptie van fosfaationen aan kleideeltjes en oxiden heeft in desorptie zijn tegenhanger, en vertering en oplossing van mineralen en zouten wordt in meer of mindere mate opgeheven door precipitatie en occlusie. Richting en snelheid van deze processen worden bepaald door de toestand en de dynamiek van het systeem bodem-plant. Talloze vragen liggen hier nog open, met name rondom de rol en diversiteit van bodembiota en sorptie-desorptiekinetiek.
6. Een laatste voorbeeld betreft vooralsnog fictieve, maar zeer wenselijke stofstromen. Ik denk hierbij aan de binding van luchtstikstof door niet-vlinderbloemigen, het beter verkennen en benutten van stofstromen in aquatische milieus, onder anderen door het ombouwen van de vermaledijde boomkor tot fosfaatfilter en -schraper, en het aanleren van runderen om te blijven lopen terwijl ze pissen en schijten. Hierdoor kan een forse emissiereductie gerealiseerd worden. Ik weet nog niet of ik hier ethologen of genetici voor nodig heb.

Dames en heren, ik wil u aandacht vestigen op het feit dat tot op de dag van vandaag de natuurlijke hulpbron 'bodem' een min of meer gratis goed is geweest. Een hectare is een hectare en die levert een onuitputtelijke voorraad stoffen, in de vorm van voedingselementen voor planten. Ook is deze hectare helemaal vol te pompen met stoffen. Tegen zusterhulpbronnen als lucht, water en biodiversiteit is ook lange tijd op deze manier aangekeken. Ondertussen groeit de wereldbevolking richting 10 miljard en zijn bodem, water en biodiversiteit meer dan ooit schaars en afnemend in kwaliteit. Landbouw- en milieueconomen zijn eindelijk zover verlies aan bodemkwaliteit te verdisconteren in hun sectorstudies. Het *International Food Policy Research Institute* (IFPRI) en onze leerstoelgroep Ontwikkelingseconomie vervullen in dit verband een voortrekkersrol. De benoeming van collega Kuyvenhoven in het IFPRI bestuur doet mij daarom veel genoegen. Beste Arie, IFPRI ligt zoals je weet slechts een paar blokken verwijderd van de Wereldbank. Ook daar moeten we onze invloed aanwenden. Het gaat hier echt om een paradigmaverschuiving waarbij de diensten geleverd door de natuurlijke hulpbron 'bodem' een economische waardering krijgen. Ik weet dat dit niet makkelijk is, maar in een door economen geregeerde wereld hebben jullie hier een morele taak en moet de incompatibiliteit tussen prijs en waardering geen excuus zijn om niet door te drukken. Ook Al Gore wijst nadrukkelijk op deze kwestie in zijn boek *Earth in the Balance* (1992) dat hij schreef naar aanleiding van de UNCED Milieuconferentie in Rio. We moeten hopen dat het politieke tij hem in een positie brengt om zijn milieu-Marshallplan te verwezelijken.

### *De positivisten en de constructivisten*

Het leven was ooit simpel, is thans complex en wordt steeds complexer. Wat hebben wij daar in Wageningen mee gedaan? De laatste pakweg 25 jaar zie je een duidelijke tweedeling. Enerzijds is er onze grootheid prof. C.T. de Wit en zijn erflaters met een overwegend harde, positivistische wetenschapsopvatting. Deze beroept zich alleen op waarneembare verschijnselen. Alles is in principe formuleerbaar en oplosbaar. Er is een objectieve realiteit, waarbinnen men het eens is over vorm en inhoud van een systeem, dat zich vervolgens laat modelleren. Daarnaast is er een meer diffuus verspreide groep zachte constructivisten. Zij gaan uit van het bestaan van verschillende werkelijkheden. Voor hun is ieder systeem een subjectieve constructie (Röling, 1994). Het jubileumcongres van de Landbouwniversiteit in 1993 met de titel *'The Future of the Land'* was een uitgesproken exponent van de eerste opvatting, namelijk dat systemen begrepen en beschreven kunnen worden. Vervolgens rekenen modellen van deze systemen ons allerlei ontwikkelingsrichtingen voor (Fresco et al., 1994). Een jaar later volgde het jubileumcongres van SC-DLO *'Waarheen met het landelijk gebied?'* Hier kwamen beide invalshoeken aan bod, al werd geen bewuste poging ondernomen mens en model met elkaar te confronteren (Schoute et al., 1995).

Deze op zich zo interessante tweedeling heeft in Wageningen geen spannend academisch dualisme tot stand gebracht, iets wat je wel van een topuniversiteit mag verwachten. Het is namelijk volstrekt logisch dat er tegenstellingen zijn. Een plantenfysioloog is per definitie een reductionist, terwijl een socioloog juist probeert

complexiteit te vangen. Hij of zij is niet in eerste instantie uit op ordening. Een deterministisch plantenfysiologisch model is in principe overal toepasbaar, terwijl de socioloog vaak niet buiten zijn specifieke boerenfamilie of dorp uitstijgt en dat dikwijls ook niet ambieert. Kortom, we moeten leren accepteren dat we op de Wageningse werkvloer verschillende methoden en technieken gebruiken, maar dat we tegelijk met z'n allen een gezamenlijk doel nastreven op een hoger integratieniveau, namelijk het bevorderen van de wereldvoedselzekerheid en een duurzaam beheer van de Groene Ruimte. Gebrek aan interpersoonlijke intelligentie (Goleman, 1996) tussen Wageningse stromingen belet ons tot nog toe om deze brede missie meer te laten zijn dan de som der delen.

Mijn persoonlijke opvatting is dat we rond ontwikkeling en gebruik van simulatiemodellen een beetje zijn doorgeslagen. Niet op het niveau plant of bodemprofiel, maar juist op gebieden waar menselijk handelen uiteindelijk allesbepalend is. Landevaluatie en landgebruiksplanning zijn wat dat betreft goede voorbeelden. Het belang en succes van simulatiemodellen staat buiten kijf en de beginperiode was revolutionair omdat het brak met een historie van louter empiricisme. Maar langzaam maar zeker is het oplossen van vraagstukken met behulp van modellen een wetenschapsveld op zich geworden, terwijl het gewoon niet meer is dan een wetenschappelijke methode. Elk simulatiemodel gaat per definitie uit van veronderstellingen, zoals bijvoorbeeld lineaire causaliteit en trendvastheid. Met klimaatmodellen gaat dat nog vrij goed, omdat de aarde als gesloten systeem is op te vatten. Maar in open, natuurlijke systemen zoals de landbouw is nooit a priori te voorspellen in hoeverre die veronderstellingen in een nieuwe situatie stand houden.

Kennis, dames en heren, kan niet zonder abstractie, maar ze kan evenmin zonder context. Daartoe moet de manier van denken die scheidingslijnen trekt aangevuld worden met een manier van denken die verbanden legt.

Op het gebied van de landevaluatie heeft Johan Bouma stappen gezet om de positivist en de constructivist nader tot elkaar te brengen. In de eerste plaats confronteerde hij kennisbehoefte met kennisverwerving. Wanneer ervaringskennis vanuit de kuil of vanaf de trekker volstaat om observatie om te zetten in wijsheid, is het niet nodig je te verlaten op ingewikkelde modelberekeningen. Wanneer de kennisvraag echter een voorspellende is, komen ruimtelijke, stochastische modellen aan bod. Een voorbeeld is de hoeveel nitraat die uitspoelt in een heterogeen perceel bij een bepaalde combinatie bodem/gewas/weersgesteldheid, de kans dat hierbij een bepaalde norm wordt overschreden en de beoordeling of dit acceptabel is (Bouma, 1997).

Het tweede interessante duwtje van Bouma richting gebruiker is het onderscheid tussen genovorm en fenovorm (Droogers and Bouma, 1997). Jong-vulkanische gronden bijvoorbeeld worden in de bodemklassificatie aangeduid als Andosolen. Hun eigenschappen zijn een afgeleide van hun ontstaansvorm. Die houden ze honderden tot duizenden jaren voordat verwerking en uitloging ze een wezenlijk ander aanzien geeft: het is hun genovorm. Andosolen in ongerepte toestand zien er echter anders uit dan Andosolen waar met landbouwmachines gedurende langere tijd gewassen op zijn verbouwd. De laatste hebben een hogere dichtheid en daarmee een lager poriënvolume, een andere vochthuishouding, minder bodemleven en als het tegen zit een ploegzool.

Zelfde genovorm, verschillende fenovorm. Voor de bodemkundige opent dit soort genuanceerde benaderingen deuren naar die ongedachte vakbroeders uit de gammahoek.

### *Nieuwe concepten*

Ik benut het werk van Bouma voor het opstellen van een nieuw raamwerk waarin bodeminventarisatie en landevaluatie hun plaats hebben. Verder speel ik nadrukkelijk leentjebuur bij eerder werk van wetenschapsfilosoof Herman Koningsveld (1996) en kom ik dicht in de buurt van het interactief ontwerpen van duurzame bedrijfssystemen, de *prototyping*, zoals die door AB-collega Pieter Vereijken wordt bepleit. Tenslotte appelleert de benadering aan het door FAO geformuleerde *pressure-state-response framework* (Dumanski and Pieri, 1997).

Stap 1. Ik bed de ruimtelijke bodemkunde en landevaluatie in in het onderzoeksveld 'Landgebruik' en ken hier drie dimensies aan toe:

1. de feiten (de wereld als context en als toekomstige context, waarbinnen we relevante feiten verzamelen)
2. de alternatieven (de berekende, breed-gedragen of opgelegde opties als gevolg van exogene krachten, zoals overheidsbeleid of klimaatverandering en endogene krachten, zoals arbeid- en kennistoename)
3. de keuzes (het omarmen van of het geforceerd reageren op een alternatief door de directe en indirecte bodemgebruiker).

Stap 2. Landgebruik reduceer ik tot twee schaalniveaus. Een macroniveau Groene Ruimte en een microniveau Bedrijf. Ik realiseer me dat dit een versimpelde voorstelling van zaken is, maar het volstaat. Onder Groene Ruimte vallen eenheden als land, provincie, district en agro-ecologische zone. De bodemkundige is hier lid van een breed platform bestaande uit directe en indirecte gebruikers. Onder Bedrijf vallen stroomgebiedjes, gezamenlijk beheerde gronden, maar ook percelen en *niches* binnen het bedrijf. Hier is de bodemkundige lid van een smaller platform, voornamelijk bestaande uit boeren en voorlichters.

De Bodeminventarisatie draagt bij aan het verzamelen van relevante feiten (1) voor beide niveaus. In het geval van de Groene Ruimte betreft dit voornamelijk bodemlandschap relaties en patronen, met in eerste instantie aandacht voor genovormen. Vervolgens wordt dit gekoppeld aan de bestaande en potentiële functies van de Groene Ruimte en de bodemkundige fenovormen die daarmee samenhangen. Op het niveau Bedrijf is de aandacht meer gericht op relevante processen zoals interacties tussen vee en gewassen, organische stofdynamiek, nutriëntenstromen, en verder vochthuishouding en bewerkbaarheid. De fenovorm staat hier voorop. Wetenschappelijke kennis van de onderzoeker wordt hier geconfronteerd met ervaringskennis van de boer. Dit kan zich uiten in mijn vaststelling dat een bodem een te lage pH heeft en de vaststelling van de Afrikaanse boer dat de bodem 'moe' is.

De Landevaluatie houdt zich bezig met de alternatieven (2) en volgt twee sporen: een abstracte en een contextgerichte. De abstracte is een *if this then what* evaluatie

waarbij mogelijke opties en scenario's worden uitgewerkt en met elkaar vergeleken. Dit vindt hoofdzakelijk op het Groene Ruimte niveau plaats. Hierbij is ruimte voor bijvoorbeeld historische trend-analyse en bioeconomische modellen.

Nutsmaximalisatie voor het hele gebied, maximale werkgelegenheid in de landbouw of een bepaalde koopkrachtsverbetering voor vrouwen zijn voorbeelden van doelen die kunnen worden geformuleerd en vergeleken. Scenariostudies kunnen helpen bij het schetsen van ontwikkelingsrichtingen. Opties worden vaak beperkt door normen wanneer er beleidsdirectieven in het spel zijn. Voorbeelden zijn structurele aanpassing, productiequota, stankrechten etc. Dit worden dan randvoorwaarden. De contextgerichte landevaluatie is een op *joint fact finding* gebaseerde evaluatie, gericht op een meer participatieve vorm van landgebruiksplanning, zowel op het niveau Groene Ruimte als op het niveau Bedrijf. De drijfveren van gemeenschappen, boerengezinnen en individuen zijn hierbij bepalend en de situatie zoals die wordt aangetroffen vormt het startpunt. Percepties zullen verschillend zijn, werkelijkheden zullen niet overeen komen en dialoog moet inzicht verschaffen in haalbare alternatieve vormen van landgebruik.

De Bodemkundige zit idealiter ook in het Groene Ruimte platform waar de keuzes (3) rond landgebruik worden gemaakt. Nederland kent inmiddels goede voorbeelden van gebiedsgericht beleid, waarbij alle betrokkenen een stem hebben. De socioloog en bestuurskundige hebben vanuit de wetenschappelijke hoek het voortouw in het platform, waar machtsverhoudingen, decentrale bevoegdheden, landeigendoms kwesties en lobbyvorming centraal staan. Op het niveau Bedrijf gaat het om actie,



vertaald in termen als beheer, verbetering, bescherming, innovatie. De algemene drijvende kracht is de *livelihood strategy*, dus niet alleen het beheer van het bedrijf zelf, maar ook de opties buiten de landbouw. Communicatie tussen boeren onderling en tussen boer en onderzoeker is hier het cruciale onderzoeksveld. Ook het gendersaspect komt hier nadrukkelijk naar voren. Wordt bodemkwaliteit gezien als een belangrijke kwestie, dan is het acceptabel maken van verbeterde technologieën een belangrijke taak van het wetenschappelijke team.

Voorlichtingskundigen houden zich op dat niveau bezig met *appreciative systems thinking* (Engel, 1997), het organiseren van sociale innovatie. Dit is een leerproces, waarbij de boer aangepaste technologie toetst aan zijn op eigen ervaring stoelende referentiekader.

### *De Groene Ruimte: Narok District in Kenia*

Ik neem u mee naar het district Narok in Kenia. Diegenen van u die dit gebied kennen hebben onmiddellijk een romantische waas voor ogen van Masai strijders met hun vee, de gezichten ingesmeerd met rode klei en het Masai Mara wildpark met de enorme kuddes wildebeesten, de eenzame visarend in een dode boom, en de bedwelmende landschappelijke schoonheid. Voor de kolonisatie door de Britten behoorde het gehele gebied aan de Masai toe. Er bestond toen ook een dynamische harmonie tussen weersgesteldheid, grasproductie en veedichtheid. Verder dachten de Masai in ruimte en tijd: ze wisten waar in slechte tijden nog water was en waar de bodem het meeste gras produceerde. Ook in West en Zuidelijk Afrika waren deze systemen van nomadische veehouderij perfect in evenwicht met hun op het oog zo

fragiele ecologische basis, zoals blijkt uit enkele bijdragen van Britse collega's in het tegendraadse boek *The Lie of the Land* (Leach and Mearns, 1996). Na de komst van de met potlood en lineaal gewapende Britten werd Narok District een reservaat voor de Masai, terwijl ze voor die tijd vrijelijk de districtsgrenzen overschreden. Na de onafhankelijkheid ging het snel:

1. een wildpark werd afgepaald voor de toeristen,
2. de landbouwende Kikuyu uit de overbevolkte, aangrenzende districten vestigden zich op de betere landbouwgronden in het noorden van Narok van waar uit zij Nairobi bedienden met groenten en fruit, en
3. grote, veelal blanke boeren huurden grote lappen grond van de Masai voor grootschalige tarweproductie. De Masai, niet gewend aan een geld-economie, wisten eigenlijk niet goed wat ze verhuurden.

De situatie anno 1998 is: jaren van bloedige twisten tussen Masai en Kikuyu met veel slachtoffers, een te grote veedichtheid temeer daar de Masai niet meer geduld worden in het wildpark, concurrentie tussen wilde grazers en vee om hetzelfde gras, sterke achteruitgang van bodemfenovorm in gebieden waar met zware machines en een grote dosis chemicaliën graangewassen zijn verbouwd, en als klap op de vuurpijl een nieuwe verordening van hogerhand dat de Masai in met prikkeldraad afgezette *group ranches* moeten opereren en niet meer vrij kunnen rondtrekken in de delen van het district die hen nog ter beschikking staan. Dit voorjaar zag ik voor het eerst maïsveldjes rond de Masai hutten. Gaan de ultieme nomaden van deze wereld zich definitief vestigen?

Zonder het bestaan van de Masai te willen romantiseren is het duidelijk dat hier sprake is van een levensgroot

landgebruiksconflict. Waar een halve eeuw geleden één landgebruik prevaleerde, zijn het er nu vier, maar wel op hetzelfde areaal. De regering wil alles: veel toerisme, hoge graanproduktie, uitlaatklep voor naburige, dichtbevolkte districten en ook nog die kleurrijke Masai die met hun vee het culturele erfgoed van het gebied vertegenwoordigen. Dames en heren, dit proces heeft zich in een moordend tempo voltrokken, met een minimum aan inspraak en planning, zonder inachtneming van oude gebruiksrechten en zonder enige notie van verschillen in bodem- en waterkwaliteit. Dit is hoogst verontrustend en geldt uiteraard niet alleen voor Narok District.

Hoe passen we deze anecdote in in het hierboven aangegeven schema? Het vakje feiten (1) kan behoorlijk gevuld worden. Er is een *District Information Centre*, er zijn goed beschikbare statistieken, er zijn talloze projectgegevens en er is een overzichts bodemkaart van de *Kenya Soil Survey*, om maar wat te noemen. De ontwikkeling van het landgebruik is in grote lijnen af te leiden uit luchtfoto's en satellietbeelden. Het landgebruik heeft zich ontwikkeld zoals het nu is als gevolg van bevolkingsgroei, nationale economische motieven en individueel ondernemerschap. Dat was voor alle partijen te pruimen, tot het moment dat iedere vierkante meter grond begaan was, de ene partij zich benadeeld voelde ten opzichte van de ander, en er geen instrument voor handen bleek te zijn om conflicten te beheersen. De *group ranches* voegden een zwaar te verteren nieuwe randvoorwaarde toe aan de bestaansbasis van de Masai. Kortom, er is geen sprake geweest van gedragen alternatieven (2), maar van opportunisme. In Narok zetelt inmiddels wel degelijk een *District Development Committee*, waarin in principe iedereen is

vertegenwoordigd, maar dit is een jonge institutie en het zal u niet verbazen dat het overleg- en besluitvormingsmodel daar ver af staat van ons consensusmodel. Er is dus nog weinig sprake van landgebruikskeuzes (3), maar meer van reacties op exogene invloeden zoals overheidsbeleid en aangewakkerde etnische tegenstellingen.

Het hierboven geschetste kader met Narok als voorbeeld moet voorzien in een grote lacune op het gebied van landgebruiksplanning, een begrip dat naar mijn oordeel jarenlang ideaaltypisch is gehanteerd. Ik denk ook dat dit veld dringend behoefte heeft aan wetenschappelijke verversing via vakgebieden als speltheorie, populatiodynamica en antropologie. Antropologen bijvoorbeeld, en ik citeer Lodewijk Brunt (1996), zien als geen ander de samenleving vanuit de onderkant en zien daar scherper dan de meeste collega-onderzoekers de betrekkelijkheid van hoogdravende theorieën en grote generalisaties.

### *Bedrijf*

De invalshoek Bedrijf beweegt zich van het niveau bodem-plant tot en met het niveau *common property*, zoals een stroomgebiedje dat bestaat uit boerenbedrijven en communale graasgronden. De nadruk ligt op het beheer van hulpbronnen als onderdeel van de dagelijkse bezigheden van het boerengezin, het *livelihood system*, waarvan bodembeheer een onderdeel is.

Een Hollands voorbeeld: de conventionele boer stopt meer nutriënten in de grond dan hij eruit haalt. We weten dat bij elke combinatie bodemtype-landgebruik-bemesting een bepaald uitspoelingsrisico hoort.

Procesmodellen zijn beschikbaar die uitrekenen wat onder verschillende weersomstandigheden de waarde van deze grootheid is (feiten). Het is bekend dat te hoge concentraties nitraat en fosfaat risico's opleveren voor de voedselketen en de volksgezondheid. Op grond daarvan stellen we richtlijnen op: maximaal 50 mg nitraat per liter water, zij die meer dan 2,5 grootvee-eenheden per hectare houden moeten een mineralenboekhouding gaan voeren. Dit dwingt boeren tot aanpassingen in hun bedrijfsvoering. De feiten dwingen de boer in de richting van een opgelegd alternatief. Kijk ook naar de varkensboeren en het debat daarover in de Tweede Kamer. Het Proefstation voor de Varkenshouderij heeft laten zien dat er een behoorlijke rek zit in de milieuprestatie van zowel zeugenhouders als vleesvarkenshouders (Backus, 1996). De discussie in de Kamer kende echter maar twee alternatieven: 25% sanering *sec* of 20% sanering met een stimulans voor milieubewuste boeren. Het tweede alternatief werd vervolgens norm. Daarna is de 'keuze' aan de boer. Hier zien we hoe niet-lineair de relatie tussen alternatieven en keuzes is, iets wat Jan-Douwe van der Ploeg (1998) eerder dit jaar in zijn diëts-rede ook naar voren bracht. De kapitaalkrachtige boer is in een positie om met een geringe aanpassing van zijn bedrijfsvoering te voldoen aan de normen, maar de kleinere boer zal veel rigoreuzer moeten ingrijpen. De situatie na de beleidsmaatregel levert dus een nieuwe context op met nieuwe onderzoeksvragen. Die liggen voor de grote boer misschien op het niveau van fytasehoudende veevoeders, precisielandbouw en akkerranden-beheer, maar de kleinere boer zal overwegen om het bedrijf een recreatieve functie te geven of hij houdt er helemaal mee op. Menig varkensboer ging over op kippen, maar wordt ook in die positie teruggefloten.

Kippenmest is droger, rijker en beter vermarktbaar dan varkensmest, maar dierenwelzijnsmotieven hebben ook hier het beleid in beweging gebracht. Ook de media dragen hun steentje bij. Het Parool kopte afgelopen juli: 'Varkenshouder vlucht in ander dierenleed'. De lezer wordt daarmee niet meer de keuze gelaten zelf een oordeel te vellen. Dit zijn dramatische situaties voor de landbouwsector die generaties lang continuïteit van het bedrijf als voornaamste drijfveer heeft gekend. Geert Mak (1996) beschrijft dit beeldend in zijn veelgeprezen 'Hoe God verdween uit Jorwerd'.

Een voorbeeld van het niveau Bedrijf in de tropen is het probleem rond afnemende bodemvruchtbaarheid. Uit een recente speciale editie van het tijdschrift *Agriculture, Ecosystems and Environment* (Smaling, 1998) blijkt bijvoorbeeld dat Afrikaanse boeren in toenemende mate bodemvruchtbaarheid naar zich toe trekken, alsof ze terpen aan het bouwen zijn. Sommige veldjes worden gekoesterd ten koste van anderen, zoals bijvoorbeeld de bananenveldjes in Oeganda en Noordwest Tanzania, en de velden direct rondom de bedrijfjes en dorpen in West-Afrika, de zgn. *champs de case*. Deze relatieve verrijking wordt tot stand gebracht door het vee, dat overdag graast op de verder weg gelegen *champs de brousse*. Een groot deel van de daar opgenomen nutriënten worden 's nachts en 's ochtends in de *champs de case* weer uitgescheiden. Zie ook de hooglanden van Madagascar, waar de boer bewust zijn rijstveld verrijkt door erosie op de hellingen in de hand te werken, maar ook door organisch materiaal te transporteren van de hellingen naar de valleien.

De gemiddelde bodemvruchtbaarheid in semi-ariëde

West-Afrika is laag: dat is op het niveau Groene Ruimte de juiste constatering. Op het niveau Bedrijf valt echter op hoe boeren in zo'n situatie toch vaak in staat zijn om voldoende te produceren. De *zai*-systemen in Burkina Faso, waarbij plantgaten worden gehakt in verharde plinthietlagen spreken tot de verbeelding. De ultieme nutriëntenbenutting en -recycling vinden we bij de Dogon in Mali, een bevolkingsgroep die in barre omstandigheden in de Sahel het hoofd heeft weten te bieden aan de islam, de fransen en de soms extreme droogte (Rey et al., 1996). Voor beide voorbeelden is het geheim: veel arbeid, veel ervaringskennis en een hoge mate van hergebruik van nutriënten binnen het landbouwsysteem. In Oost-Afrika lijkt de situatie minder nijpend aangezien veel bodems nog redelijk vruchtbaar zijn, met name in het *Rift Valley* gebied. Daardoor zijn de gewasopbrengsten hoger, maar dus ook de vruchtbaarheidsverliezen (meer opbrengst, meer erosie). De hoge bevolkingsdichtheid en de sterke afname van communale beweidingsgebieden trekken een flinke wissel op dit deel van de wereld. Zonder uitzicht op koopkrachtverbetering zal men niet investeren in bodemproductiviteit en zullen situaties zoals in Narok zich vaker gaan voordoen. Etnische tegenstellingen vormen hierbij een voor de hand liggende katalysator, zoals we ook in Rwanda hebben gezien.

In de natte rijstteelt in Azië is het probleem weer anders. Hier gaat het niet in de eerste plaats om negatieve nutriëntenbalansen maar om ongebalanceerd aanbod van de verschillende nutriënten (Janssen, 1998). In het stroomgebied van de Yangtze bijvoorbeeld verbouwen boeren 2 of 3 gewassen rijst per jaar op hetzelfde areaal. Uiteraard wordt hiermee een veelvoud aan nutriënten

onttrokken in vergelijking met het ene gewas gierst in de Sahel. Al dan niet vrijwillige irrigatie levert de Chinese bodems extra nutriënten. Als de Drie Klovendam af is, houdt dit overigens op. De Chinese boer geeft, in tegenstelling tot zijn Afrikaanse collega, ook een hoop kunstmest aan zijn rijst. Op het moment gaan grote hoeveelheden stikstof de bodem in via bemesting met ureum. Het gewas groeit harder dankzij de stikstof, maar onttrekt daarmee extra veel fosfaat en andere elementen aan de grond. Aangezien die elementen niet voorkomen in ureum raken ze versneld uitgeput. Het fosfaatprobleem werd opgelost met een fosfaatmeststof en nu is kalium aan de beurt, zo blijkt uit studies van de *Chinese Academy of Agricultural Sciences* (Jin Jiyun et al., 1999). De overdadige ureumgiften leiden verder tot nitraatconcentraties in het oppervlaktewater die tot tien keer boven de Europese norm liggen.

Wageningen is zeer actief op bovengenoemd terrein. Onder de naam NUTMON (*Nutrient Monitoring*) wordt door 4 DLO-instituten en 6 leerstoelgroepen onderzoek verricht naar beheer van bodemvruchtbaarheid in Afrika en China. Tot nog toe leverde dit veel biofysische en economische feiten en alternatieven op. We kunnen een nutriëntenbalans bepalen (Van den Bosch et al., 1998), we kunnen doorrekenen hoeveel een boer 'verdient' met het uitmijnen van zijn eigen bodemvruchtbaarheid (De Jager et al., 1998), en we kunnen het effect van ecologisch en economisch duurzame alternatieven op de bodemkwaliteit vaststellen. Maar dat is het punt waarop we als wetenschappers zo vaak stoppen. We keren ons af van de keuzes die de boer moet maken, zeker als dat niet spoort met datgene wat het model ons heeft voorgerekend. Bovendien raken we moeilijk los van die ene boer



waar we 3 jaar lang op visite zijn geweest. Kortom, beter nutriëntenbeheer komt alleen tot stand wanneer boeren hierin experts worden en zelf afwegingen kunnen maken tussen door ons berekende of gezamenlijk besproken alternatieven. Om dit tot stand te brengen is onder anderen nodig: visueel en analytisch gereedschap voor observatie, interpretatie en anticipatie, de vorming van informele netwerken en platforms en met name institutionele ondersteuning (Deugd et al., 1998). Successen op het gebied van biologische plaagbestrijding via de zogenaamde *Farmer Field Schools* dienen hierbij als voorbeeld (Röling and Van de Fliert, 1998).

### *Tot slot*

Dames en Heren, het zijn boeiende en voor sommige van mijn collega's ook moeilijke tijden in Wageningen. Het samenbrengen van Landbouwuniversiteit, DLO en andere partners noodt tot reflectie rond de internationale positie en ambitie van Wageningen. Hoe richten we ons internationaal onderzoek en onderwijs in? Hoe venten we onze kennis uit naar het buitenland? Mijns inziens is er behoefte aan enige mate van concentratie.

Concentratie op combinaties van onderwerpen, regio's en *partnerships*. Verder moeten we onze financieringsbronnen duidelijker articuleren. Enerzijds moeten we voor de troepen uit lopen (het proactieve deel), anderzijds moeten we creatief en geloofwaardig kunnen reageren op beleidsprioriteiten- en intenties (het reactieve deel). De eerste geldstroom waarover wij zelf regeren moet op beide fronten sturen, zodat we voor kennismakers uit de nieuwsgierige tweede en de maatschappijgerichte derde geldstroom een aantrekkelijke partij blijven.

Wat de tropen betreft hebben we een decennia-lange traditie van steunpunten gehad. Van groot belang zijn natuurlijk ook de Nuffic-projecten met andere universiteiten en sinds kort de SAIL-projecten met het internationaal onderwijs. Toch stel ik dat Wageningen als geheel niet gericht geïnvesteerd heeft in Noord-Zuid *partnerships*. Dat maakt het ook moeilijk om aan te tonen dat ons onderzoek werkelijk bijgedragen heeft aan ontwikkeling, de echte *highlights* ontbreken die ook zo goed zijn voor het moreel. We winnen regelmatig een pion, maar we moeten ook af en toe een partij winnen.

Vanuit het DLO-programma Noord-Zuid wordt thans op volle kracht ingezet op een coherent, herkenbaar en beleidsrelevant programma waarin alle instituten participeren. De reacties van beleidszijde en vanuit de *Consultative Group of International Agricultural Research* (CGIAR) zijn positief. Ook ontstaat er onderhand iets moois tussen DLO Noord-Zuid en het royale tropenpakket van de Onderzoeksschool Produktie-ecologie, waarbij ik Martin Kropff in het bijzonder wil noemen. Het naast elkaar leggen van de missies zet het fundamentele onderzoek en het toepassingsgerichte, beleidsgestuurde onderzoek functioneel naast elkaar. Daar ligt een enorme interne meerwaarde. Dit is ook iets wat groeit omdat een aantal personen erin gelooft. Dan hoeft het ook niet opgelegd te worden en wordt het door veel onderzoekers gevreesde centralisme een *non-issue*. Verder staan wat mij betreft nadrukkelijk op de agenda: de vorming van een herkenbare *Graduate School*, zoals kortgeleden bepleit door Rudy Rabbinge, de stroomlijning van MSc. onderwijs met de reguliere opleidingen en verdere investering in zogenaamde *distant learning*. Studiebeurzen zijn beperkt voorradig en als de studenten

dus niet kunnen komen, gaan we het onderwijs brengen. Het alumni-beleid is van belang en we moeten ons eens goed afvragen in welke beleidsgerichte en maatschappelijke gremia wij eigenlijk zitten. Waar zijn de *opinion leaders*, de Apotheker, Fischler, Diouf en Wolfensohn-watchers? We doen het uitstekend op de wetenschapspagina's van de dagbladen, we hebben van tijd tot tijd wat in *Nature of Science* en als er een crisis is zitten we bij Nova. Maar onze bijdrage aan het publieke debat over kwesties als ecologische landbouw, dierenwelzijn, biotechnologie, intellectueel eigendom en ontwikkelingssamenwerking is te incidenteel van aard. Minister Pronk heeft naar aanleiding van een RAWOO-advies in zijn laatste ambtsperiode op Ontwikkelingssamenwerking de thema's 'Economie en Milieu', 'Biodiversiteit' en 'Duurzame Plattelandsontwikkeling' tot onderzoeksspeerpunt verheven. Wageningen neemt m.i. nog te weinig het voortouw bij het uitwerken van deze agenda's, deels als gevolg van een niet altijd even empathische houding richting beleid. Banden met maatschappelijke organisaties zouden ook structureler moeten. Greenpeace, Natuur en Milieu, Stichting Hout, De Kleine Aarde met het interessante *Ecological Footprint* concept, maar ook de wetenschappelijke bureaus van de politieke partijen zouden de weg naar Wageningen makkelijker moeten kunnen vinden (en andersom). Dit alles niet met het oogmerk om alles samen te doen, maar om te weten wat er leeft, hoe dit verandert in de tijd en op welke terreinen onze expertise van belang is of kan worden.

*Leden van de Raad van Bestuur,*

Ik dank u voor het in mij gestelde vertrouwen. Ik hoop en vertrouw erop dat ik kan bijdragen aan de internationale uitstraling van Wageningen en dat ik ook collega's kan enthousiasmeren om dat met mij te blijven doen. Aangezien mijn hart en achtergrond zowel bij de Landbouwwuniversiteit als bij DLO liggen, hoop ik ook in het bundelingsproces de komende jaren een nuttige rol te vervullen.

*Collega's van het Laboratorium Bodemkunde en Geologie,*

Het was een *dream come true* om Duivendaal weer binnen te wandelen, al had ik niet op voorhand gedacht dat dit in de rol van hoogleraar zou zijn. Ik ben in een warm bad terecht gekomen. Enerzijds zijn beide leerstoelgroepen mondiaal toonaangevend, anderzijds bestaat de bevolking van dat mooie gebouw uit aangename mensen, waarvan ik een groot deel al vele jaren ken.

*Dames en Heren Studenten,*

Ik heb tot nog toe voornamelijk aan de borreltafel met jullie gecommuniceerd. Dat ging weliswaar deels over het vakgebied en het veldpraktikum in Spanje, maar toch voor het grootste deel over het WK-voetbal en andere geneugten des levens. Zo hoort het ook. Ik zie er erg naar uit om met jullie te werken, om jullie enthousiast te maken en te houden. Ik zit op de begane grond en heb een lage drempel.

*Geachte toehoorders,*

Iedere hoogleraar heeft zijn of haar leerstoel en moet die scherp profileren. Ik heb u proberen te overtuigen van het feit dat ik begaan ben met grond. Toch zie ik mijzelf in de eerste plaats als onderdeel van een Wageningse School die zich sterk maakt voor de Groene Ruimte en het duurzaam beheren van de natuurlijke hulpbronnen die we daarin aantreffen. Deze 'School' is virtueel en spoort dus niet noodzakelijkerwijs met een onderzoeksschool, een departement of een kenniseenheid. Verder bevindt deze 'School' zich nadrukkelijk op het scheidsvlak van harde en zachte wetenschap.

Indien dit alles u niet vermag te bekoren, verschuil ik mij achter Jan-Hein Donner. Lang voordat Mulisch met hem de hemel ontdekte, speelde hij een desastreus Nederlands kampioenschap tegen schakers die allemaal jonger waren dan hij, maar die bij lange na niet konden tippen aan zijn eruditie. Na afloop van het toernooi schreef hij dat zijn tegenstanders weliswaar sterk hadden gespeeld maar dat hij “eens te meer tot de conclusie was gekomen dat in dit land niemand onder de 42 jaar in staat is om ook maar iets belangwekkends in het midden te brengen” (Donner, 1987). Dat geeft mij nog een klein jaar respijt.

## *Referenties*

Backus, G.B.C., 1996. Bedrijfsontwikkeling, stimulans voor het milieu. KLV studiedag 'Frisse kijk op mest', 8 mei 1996, pp. 73-79.

Bosch, H. van den, Gitari, J., Ogaro, V.N., Maobe, S., and Vlaming, J., 1998. Monitoring nutrient flows and economic performance in African farming systems (NUTMON). III. Monitoring nutrient flows and balances in three districts in Kenya. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 70 (2/3).

Bouma, J., 1997. Role of quantitative approaches in soil science when interacting with stakeholders. *Geoderma* 78: 1-12.

Breemen, N. van, and Bouma, J., 1988. In het aardedonker terug naar de toekomst. Inaugurele rede, 28 januari 1988. Landbouwuniversiteit Wageningen.

Brunt, L., 1996. Stad. Uitgeverij Boom, Amsterdam.

Buresh, R.J., Sanchez, P.A., and Calhoun, F., 1997. Replenishing soil fertility in Africa. Soil Science Society of America, Special Publication 51. Madison, Wisconsin, USA.

Deugd, M., Röling, N., and Smaling, E.M.A., 1998. A new praxeology for integrated nutrient management, facilitating innovation with and by farmers. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 70 (2/3).

Donner, J.H., 1990. De Koning. Uitgeverij Bert Bakker, Amsterdam.

Droogers, P., and Bouma, J., 1997. Soil survey input in exploratory modeling of sustainable soil management practices. *Soil Science Society of America Journal* 61: 1704-1710.

Duinen, R. van, 1996. Het onderzoek in Nederland. In: RADAR 1996, Stand van zaken in de wetenschap, Uitgeverij Aramith, Bloemendaal.

Dumanski, J. and Pieri, C., 1997. Application of the pressure-state-response framework for the land quality indicators (LQI) programme. In: Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development. FAO Land and Water Bulletin 5. UN Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

Engel, P.G.H, 1997. The social organization of innovation. A focus on stakeholder interaction. Royal Tropical Institute (KIT), Amsterdam.

Fresco, L.O., Stroosnijder, L., Bouma, J., and van Keulen, H., 1994. The Future of the Land. Mobilising and integrating knowledge for land use options. John Wiley & Sons, New York, USA.

Goleman, D., 1996. Emotionele intelligentie. Emotie als sleutel tot succes. Uitgeverij Contact, Amsterdam.

Gore, A., 1992. De wereld in de waagschaal. Een Marshallplan voor de aarde. Uitgeverij Het Spectrum, Utrecht.

Horgan, J., 1997. Het einde van de wetenschap. Over de grenzen van onze kennis. Uitgeverij Ambo, Amsterdam.

Jager, A. de, Kariuki, I., Matiri, F.M., Odendo, M., and Wanyama, J.M., 1998. Monitoring nutrient flows and economic performance in African farming systems (NUTMON). IV. Linking nutrient balances and economic performance in three districts in Kenya. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 70 (2/3).

Janssen, B.H., 1998. Efficient use of nutrients: an art of balancing. *Field Crops Research* 56: 197-201.

Jin Jiyun, Lin Bao and Zhang Weili, 1999. Improving nutrient management for sustainable development of agriculture in China. In: E.M.A. Smaling, O. Oenema and L.O. Fresco (Eds.). Nutrient flows and balances at different spatial and temporal scales. CAB International, Wallingford, UK (forthcoming).

Jongmans, A.G., van Breemen, N., et al., 1997. Rock-eating fungi. *Nature* 389: 682-683.

Koningsveld, H., 1996. De wetenschappelijkheid van technische wetenschappen. In: RADAR 1996, Stand van zaken in de wetenschap, Uitgeverij Aramith, Bloemendaal.

Leach, M., and Mearns, R. (Eds.). 1996. The Lie of the Land. Challenging received wisdom on the African continent. The International African Institute, London, UK.



Loos, W., te Rijdt, R.J., and Van Heteren, M., 1997. *Langs Velden en Wegen. De verbeelding van het landschap in de 18e en 19e eeuw.* Rijksmuseum, Amsterdam.

Mak, G., 1996. *Hoe God verdween uit Jorwerd.* Uitgeverij Atlas, Amsterdam.

Pakenham, Th., 1991. *The Scramble for Africa.* Abacus, London, UK.

Ploeg, J.D. van der, 1998. *Landhervorming – onvoltooid verleden en toekomstige tijd.* Diërede Landbouwniversiteit Wageningen.

Rey, Ch., Scoones, I., and Toulmin, C., 1996. *Sustaining the Soil. Indigenous soil and water conservation in Africa.* Earthscan Publications Ltd., London, UK.

Röling, N., 1994. *Platforms for Decision-making about Ecosystems.* Chapter 31 in: L.O. Fresco, L. Stroosnijder, J. Bouma, and H. van Keulen, 1994. *The Future of the Land. Mobilising and integrating knowledge for land use options.* John Wiley&Sons, New York, USA.

Röling, N. and Van de Fliert, E., 1998. *Introducing integrated pest management in rice in Indonesia: a pioneering attempt to facilitate large scale change.* In: N. Röling and M.A.E. Wagemakers (Eds.): *Facilitating Sustainable Agriculture.* Cambridge Univ. press, UK.

Romein, J., 1976. *Op het breukvlak van twee eeuwen. De westerse wereld rond 1900.* Uitgeverij Querido, Amsterdam.

Schoute, J.F.Th., van den Berg, L.M., Farjon, H., and Steenvoorden, J.H.A.M., 1995. Waarheen met het landelijk gebied? Samson Tjeenk Willink, Alphen aan de Rijn.

Smaling, E.M.A. (Ed.), 1998. Nutrient flows and balances in African agro-ecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 70 (2/3).