

Dr. R. Dudal

HET BODEMAREAAL VOOR DE VOEDSELVOORZIENING

rede

uitgesproken ter gelegenheid van

de 61e Dies Natalis

van de Landbouwhogeschool

9 maart 1979

HET BODEMAREAAL VOOR DE VOEDSELVOORZIENING

door

Dr. R. Dudal

Directeur van de Afdeling Ontwikkeling van Land en Water,
Voedsel- en Landbouworganisatie (FAO) van de
Verenigde Naties, Rome

Gedurende de laatste twee eeuwen is de vraag aan de orde geweest hoeveel mensen er op de wereld kunnen wonen. De schattingen die hiervoor zijn gemaakt variëren sterk. Aan het eind van de 19e eeuw, toen de wereldbevolking 1,5 miljard was, schatte Ravenstein (1890) dat er voor 6 miljard mensen land beschikbaar zou zijn. Op het eerste Internationale Bodemkundig Congres, dat in 1928 in Washington werd gehouden, heeft Penck (1928) geopperd dat de wereld voedsel zou kunnen produceren voor 16 miljard mensen. Meer recente gegevens zijn van Revelle (1976), die meent dat de wereld 40 miljard mensen kan voeden en van Buringh (1975) die heeft bepaald, dat de landbouw, indien overal uitgeoefend onder optimale omstandigheden, circa 30 maal zoveel voedsel kan produceren als thans het geval is. Schattingen van het totale areaal beschikbaar akkerland variëren van 2,8 miljard hectare (Ballod, 1912) en 3,2 miljard hectare (Kellogg en Orvedal, 1969), tot 7 miljard hectare (Pawley, 1971). Deze grote variatie binnen een

eindig totaal landoppervlak laat zien, dat het gedeelte dat geschikt geacht wordt voor de akkerbouw, alsmede de mogelijke productie van dit land, zeer flexibel zijn. Beide hangen af zowel van de gegevens waarvan men uitgaat als van de methode die voor de evaluatie wordt gebruikt.

Ofschoon de schattingen op wereldschaal van de reserves aan land duidelijk maken dat er nog grote oppervlakten potentieel geschikt akkerland zijn, is het toch nauwelijks mogelijk praktische conclusies te trekken voor de planning van het toekomstige bodemgebruik. Het is beslist noodzakelijk het begrip "akkerland" beter te omschrijven om in staat te zijn leiding te geven aan de productie van belangrijke gewassen en om de opbrengsten, die verwacht mogen worden bij bepaalde niveau's van bedrijfsvoering en gebruik van geldmiddelen, te kunnen schatten.

Onlangs is de Voedsel- en Landbouworganisatie van de Verenigde Naties begonnen met een onderzoek naar mogelijkheden van bodemgebruik in grote agro-ecologische gebieden. Het doel hiervan is een betere schatting van de productiemogelijkheden van het wereldlandareaal te verkrijgen en zodoende de fysische basisgegevens te verstrekken, die nodig zijn voor de toekomstige planning van de ontwikkeling van de landbouw.

De methode voor de schatting van het landbouwkundig potentieel van al het land op onze aardbol berust op zes grondslagen:

- 1) bepaling van de geschiktheid van land is alleen van betekenis indien ze in verband wordt gebracht met een bepaald bodemgebruik; land, bijvoorbeeld, dat geschikt is voor de verbouw van cassave, is niet noodzakelijk ook geschikt voor de verbouw van parelgierst;
- 2) de evaluatie van mogelijke productie moet worden gemaakt met inachtneming van gespecificeerde niveau's van kapitaalsaanwending; bijvoorbeeld: worden er wel of geen kunstmeststoffen toegediend, worden ziekten en plagen bestreden, worden machines of handwerktuigen gebruikt;
- 3) bodemgeschiktheid moet worden bepaald op basis van continu bodemgebruik; dit betekent dat het bodemgebruik niet mag leiden tot vernietiging van het land, bijv. door wind- of watererosie, bodemverzouting of andere degradatieprocessen;
- 4) evaluatie houdt ook in, dat meer dan één alternatieve vorm van bodemgebruik wordt beoordeeld, bijv. de geschiktheid voor gierst of sorghum of mais, niet dus slechts voor één gewas;
- 5) verschillende mogelijkheden van bodemgebruik worden in elk geval bekeken op basis van een eenvoudig economisch model; d.w.z. de geschiktheid voor elk gebruik wordt bepaald door de waarde van het geproduceerde te vergelijken met de productiekosten;
- 6) er wordt gebruik gemaakt van een multidisciplinaire benadering; de evaluatie wordt gebaseerd op bijdragen

van teeltdeskundigen, ecologen, landbouwkundigen, klimatologen en economen en natuurlijk ook van bodemkundigen.

Zo op het eerste gezicht lijken de voorgestelde grondbe-
ginselen nogal logisch, doch in de praktijk vragen zij om
belangrijke verandering van de traditionele vormen van in-
terpretatie. Allereerst omvat het begrip landevaluatie,
de waardebepaling van land, veel meer dan alleen de be-
paling van de kwaliteit van de bodem, waartoe vroegere
geschiktheidsclassificaties zich veelal hebben beperkt.
Land is geografisch bepaald als zijnde een specifiek ge-
bied met eigenschappen die verband houden met bodemge-
steldheid, geologie, hydrologie, flora en fauna, klimaats-
omstandigheden en met het resultaat van vroegere of tegen-
woordige menselijke activiteiten, een en ander in zoverre
deze eigenschappen een belangrijke invloed uitoefenen op
het huidig en toekomstig gebruik. Verder vereist een
multidisciplinaire benadering een op elkaar afstemmen
van de fysische hulpbronnen en de heersende sociale en
economische omstandigheden, die de produktiemogelijkhe-
den aanzienlijk kunnen beïnvloeden. Fundamenteel is dat
landevaluatie alleen betekenis heeft als zij in verband
wordt gebracht met een duidelijk omschreven landgebruik
(FAO, 1977).

De waarde van land wordt vastgesteld op basis van tegen-
woordige geschiktheid, dus voor een bepaald soort gebruik
onder de huidige omstandigheden, of met bescheiden ver-

anderingen, welke liggen binnen het financieel bereik van de boer. Er worden twee investeringsniveau's (level of inputs) - een laag en een hoog niveau - in beschouwing genomen. Het lage investeringsniveau past bij een laag technisch niveau, waarbij de grondbewerking met de hand wordt uitgevoerd, waarbij geen of onvoldoende meststoffen worden gegeven en locale gewasvariëteiten worden gebruikt, waarbij geen chemische bestrijdingsmiddelen en onkruidverdelgsmiddelen worden toegepast, waarbij er perioden met braak zijn en waarbij er kleine bedrijven zijn waar allerlei werkzaamheden vaak niet op het juiste moment worden uitgevoerd, omdat er niet altijd voldoende arbeidskrachten aanwezig zijn.

Het hoge investeringsniveau houdt in: mechanische grondbewerking, voldoende meststofgiften, variëteiten met hoge opbrengst, toepassing van chemische ziektebestrijdingsmiddelen en onkruidverdelgers; alle werkzaamheden worden op het juiste ogenblik uitgevoerd en in het algemeen is er een hoog niveau van bedrijfsvoering, waarbij ook eenvoudige bodembeschermingsmaatregelen worden genomen. De gewassen die in de studie van de Voedsel- en Landbouworganisatie in beschouwing zijn genomen zijn geselecteerd uit een groep van gewassen die de grootste arealen op de wereld innemen. Dit zijn: tarwe, rijst, mais, parelgierst, sorghum, aardappelen, zoete aardappelen, cassave, phaseolus bonen, soyabonen en katoen. Dit zijn dus vijf belangrijke voedselgewassen, drie knolgewassen, twee leguminosen en een handelsgewas (katoen).

Op het hoogste generalisatieniveau worden twee ordes van landgeschiktheid onderscheiden, namelijk:

S: suitable land, d.w.z. land geschikt voor permanent gebruik voor een bepaald doel, waarvan zoveel voordeel wordt verwacht, dat periodieke investeringen verantwoord zijn, zonder risico van vernieling of bederf van land ter plaatse of in de naaste omgeving;

N: not suitable land, d.w.z. ongeschikt land; dit heeft eigenschappen, welke een permanent gebruik uitsluiten, of het heeft bij voortduring meer investering nodig dan op het tijdstip van de beoordeling aanvaardbaar is.

Geschikt land kan verder worden onderverdeeld in zeer geschikt, matig geschikt en marginaal geschikt, afhankelijk van het niveau van de beperkende factoren.

Niet-geschikt land kan worden onderverdeeld in op het ogenblik niet geschikt of permanent ongeschikt, afhankelijk van de mate waarin het mogelijk is de bestaande beperkingen tijdig te boven te komen.

De fysische basisgegevens voor deze geschiktheidsbeoordeling worden ontleend aan een inventarisatie van bodem- en klimaatsgesteldheid op wereldschaal.

De bodemkaart van de wereld van FAO/Unesco verschaft de bodemkundige basisgegevens. Deze kaart is vervaardigd op schaal 1:5.000.000 en bestaat uit 18 bladen (FAO, 1971-1977) volgens een internationale legenda, waardoor gebieden die ver uiteen liggen, met elkaar kunnen worden vergeleken.

De legenda bestaat uit 106 bodemkundige eenheden, die ten

behoefte van de presentatie tot 26 hoofdgroepen zijn samengevoegd. In vergelijking met andere classificatiesystemen komen deze hoofdgroepen overeen ofwel met ordes of, met subordes. De definities, de correlatie en de benamingen van deze eenheden zijn weergegeven in deel I, Legenda, bij de bodemkaart van de wereld (FAO/Unesco, 1974).

De kaarteenheden zijn associaties van bodems die voorkomen binnen de grenzen van fysiografische eenheden. Elke associatie bestaat uit een dominerende bodemeenheid en enkele geassocieerde eenheden, welke tenminste 20% van het gebied van de kaarteenheden innemen. Belangrijke gronden die minder dan 20% van het gebied beslaan zijn toegevoegd als insluitel. Van elke associatie zijn de textuurklasse van de dominerende bodem en de algemene hellingsklasse van het terrein aangegeven. Belangrijke eigenschappen van het land, die niet in de bodemassociaties tot uiting komen, staan op de kaart als fasen, bijvoorbeeld het voorkomen van verzouting of van harde lagen op geringe diepte. Eveneens zijn afzonderlijk aangegeven duin- en stuifzandterreinen, zoutvlakten en rotsige gebieden.

In vergelijking met andere wereldbodemkaarten is de nieuwe kaart van FAO/Unesco uniek, want zij is het resultaat van uitgebreide internationale samenwerking en zij is, voor zover dat mogelijk was, gebaseerd op de thans beschikbare bodemkarteringsgegevens en op verificatie in het terrein. Het zal duidelijk zijn dat een voortdurende herziening en verbetering van de wereldbodemkaart nodig is naarmate meer gegevens beschikbaar komen.

De inventarisatie van het klimaat, welke is gebruikt bij het bepalen van de geschiktheid van het land, houdt rekening met de klimatologische eisen die gewassen stellen, zoals regenval, bodemvocht, temperatuur en zonnestraling. Deze inventarisatie heeft daarom betrekking op het groeiseizoen - dat is de periode waarin beschikbaar water en de temperatuur gunstig zijn voor gewasgroei - en op klimatologische hoofdgroepen die gegevens leveren over fotosynthese en temperatuurbehoefte van de bij de schattingen betrokken gewassen.

De groeiperiode is de aaneengesloten periode van het jaar vanaf het tijdstip waarop de neerslag groter is dan de halve potentiële evapotranspiratie (berekend volgens de Penman methode) tot het tijdstip waarop de neerslag geringer is dan de volledige evapotranspiratie plus een aantal dagen die nodig zijn om de veronderstelde 100 mm reserve aan bodemvocht te verdampen. Bijgevolg moet een normaal groeiseizoen een humide fase hebben, dus een periode waarin de neerslag groter is dan de potentiële evapotranspiratie. Daarenboven wordt elke periode uitgesloten, waarin gewasgroei in het groeiseizoen niet mogelijk is wegens een te lage temperatuur.

Gegevens betreffende de lengte van het groeiseizoen zijn berekend en gordels van gelijke lengte van de groeiperiode zijn op kaarten aangegeven en begrensd door lijnen met 30 dagen interval (bijv. 90-119 dagen, 120-149 dagen, 150-179 dagen, enz.). Gordels met een humide fase zijn als normaal aangegeven. Gordels zonder een humide fase,

en dientengevolge niet in staat de volledige waterbehoefte van het gewas uit de neerslag te dekken, zijn aangegeven als intermediair. Een extra lijn voor een groeiseizoen van 75 dagen is opgenomen teneinde een mogelijke beoordeling voor parelgierst in droge gebieden toe te laten.

Voor elke gordel, die dus de lengte van het groeiseizoen aangeeft, zijn gemiddelde waarden voor de belangrijkste klimatologische elementen (zonnestraling, daglengte, temperatuur, enz.), die het groeiseizoen kenmerken, berekend teneinde daaruit de opbrengst te kunnen afleiden. De methode van werken is gedetailleerd beschreven in deel 1 van het FAO-Agro-ecologische Zone Onderzoek (FAO, 1978).

De bepaling van de geschiktheid van het land is verkregen door samenvoeging van de bodemkundige en de klimatologische gegevens met die van de bodemkundige en klimatologische eisen die gesteld worden aan verschillende typen van bodemgebruik. Dit werd soms bemoeilijkt door gebrek aan nauwkeurige informatie over de eisen die verschillende gewassen onder specifieke klimatologische omstandigheden aan de bodem stellen en ook door het ontbreken van gedetailleerde gegevens omtrent de klimatologische eisen van gewassen, in het bijzonder de vochtbehoefte, bij een specifieke bodemgesteldheid. Het definiëren van zulke parameters is een integraal deel van landevaluatie. De schatting houdt eveneens rekening met lagere opbrengsten, die worden verkregen als gevolg van variaties in neerslag, vochttekorten, wateroverlast en verliezen door plagen, ziekten en het voorkomen van onkruiden.

De agro-klimatologische geschiktheid van elk gewas werd uitgedrukt in een percentage van de maximaal te verkrijgen oogst zonder beperkende invloeden. Als zeer geschikt worden de groeiperiodegordels aangeduid, die in staat zijn 80% of meer te leveren van de maximaal te verkrijgen oogst. Geschikt zijn de gordels die tussen 80 en 40% van deze oogst leveren. Marginaal geschikt zijn de zones waarin 40 tot 20% kan worden geoogst. Tenslotte zijn gordels die minder dan 20% oogst leveren als ongeschikt geclassificeerd. Dit werk heeft geresulteerd in een schatting van de agro-klimatologische geschiktheid van elke klimatologische hoofdgroep en lengte van het groeiseizoen. De opbrengsten die zo zijn berekend hebben betrekking op omstandigheden van hoge investeringen en ideale bodemgesteldheid. De landbouwkundig bereikbare opbrengsten bij een laag investeringsniveau zijn berekend op 25% van die bij een hoog investeringsniveau. De werkelijke landgeschiktheid wordt verkregen door de bodemkundige schatting te superponeren op de agro-klimatologische schatting. Indien de bodemeenheid grotendeels voldoet aan de eisen welke het gewas stelt, is er geen verandering in de agro-klimatologische schatting aangebracht. Als echter de bodemeenheid slechts ten dele voldoet aan de door het gewas te stellen eisen, dan wordt de agro-klimatologische geschiktheidsschatting een klasse verlaagd. Gebieden waarvan de bodem niet voldoet aan de minimum eisen die een gewas stelt, worden geclassificeerd als ongeschikt, omdat ernstige bodemkundige beperkingen de klimatologische eigenschappen overheersen.

Dit onderzoek op wereldschaal zal uitmonden in een schatting van geschiktheid van landeenheden in: zeer geschikt, geschikt, marginaal geschikt en ongeschikt voor de productie van belangrijke gewassen voor twee investeringsniveau's. De vier klassen zullen verband houden met de te verwachten oogst uitgedrukt in een percentage van de maximaal te verkrijgen opbrengst onder optimale agro-klimatologische en bodemkundige omstandigheden. Aldus zullen zij de noodzakelijke gegevens verschaffen voor een berekening van het productiepotentieel van elk willekeurig gebied.

Voorlopige gegevens welke werden verkregen voor Afrika verstreken concrete informatie met betrekking tot het potentieel bodemgebruik van dit continent. Van geheel Afrika (3.011 miljoen hectare) is 52,0% (1.566 miljoen ha) te droog om te kunnen rekenen op voldoende voedselproductie onder natuurlijke omstandigheden, 10,4% (313 miljoen ha) heeft als nadeel dat de keuze van gewassen beperkt is door hoge vochtigheid en, in het bergland, door een te lage temperatuur. Dientengevolge is slechts 37,6% (1.132 miljoen hectare) klimatologisch geschikt voor een reeks van gewassen onder de gegeven neerslagomstandigheden. Dat het nodig is het begrip akkerland nader te omschrijven wordt duidelijk geïllustreerd met de geschiktheidsbepaling voor verschillende gewassen in Afrika: bij hoge investering in de vochtige tropische laaglanden kan 376 miljoen ha beschikbaar zijn voor cassave of 428 miljoen ha voor zoete aardappelen; in de drogere tropen zijn er mogelijkheden om mais te verbouwen op 459 miljoen ha of katoen op 334 miljoen ha.

Slechts 36 miljoen ha zijn geschikt om tarwe te verbouwen. De geschikte gebieden voor de verschillende gewassen vallen ten dele samen, zodat de bovengenoemde oppervlakten niet zo-
 maar bij elkaar kunnen worden opgeteld. Verschillende al-
 ternatieven kunnen in overweging worden genomen. De totale
 oppervlakte land dat geschikt is voor de verbouw van één
 of meer van de bestudeerde gewassen wordt bij een laag in-
 vesteringsniveau geschat op 625 miljoen ha. Bij een hoog
 investeringsniveau wordt dit getal teruggebracht tot 585
 miljoen ha wegens de beperkingen voor het gebruik van ma-
 chines.

Volgens de statistieken is er op het gehele continent
 196 miljoen ha akkerland. Als we een braakperiode, die vaak
 nodig is om vocht in de bodem te conserveren of om de vrucht-
 baarheid te verhogen, in rekening brengen, geeft slechts
 108 miljoen ha jaarlijks een oogst. De opbrengsten die mo-
 menteel in Afrika worden verkregen liggen tussen een derde
 en een vierde van de opbrengsten welke mogelijk zijn bij
 hoge investeringen. Verder wordt slechts 2% van het akker-
 land in het gebied ten zuiden van de Sahara geïrrigeerd.
 Deze gegevens van het huidig landgebruik, de mogelijkheden
 tot intensivering en de nog aanwezige oppervlakten die
 beschikbaar zijn voor voedselproductie onder natuurlijke
 omstandigheden tonen aan dat er in Afrika nog grote land-
 bouwkundige mogelijkheden aanwezig zijn.

De nog beschikbare reserves aan land op het Afrikaanse
 continent steken scherp af tegen de huidige voedselsituatie
 van dit gebied. In de periode 1964-1974 is de zelfvoorziening

met voedsel in Afrika afgenomen van 98 tot 90%. De productie per persoon is in de zeventiger jaren gedaald met 1,4% per jaar. De gemiddelde jaarlijkse bevolkingstoename is 2,6% geweest gedurende de afgelopen 10 jaar. Deze bevolkingstoename overtreft de gemiddelde jaarlijkse toename van voedselproductie van 1,3% aanzienlijk. Een soortgelijke tegenstelling bestaat tussen het bodemareaal dat op de gehele wereld beschikbaar is en de huidige voedselvoorziening.

In het vierde overzicht van de wereldvoedsel toestand (World Food Survey, FAO, 1977), schat men dat 455 miljoen mensen - een toename van 50 miljoen gedurende de laatste 10 jaar - ondervoed zijn. Hiermee is bedoeld dat zij minder voedsel nuttigen dan de minimale voedselhoeveelheid welke nodig is om gezond en actief te blijven. Daarentegen blijkt, dat de gemiddelde hoeveelheid beschikbaar voedsel op de wereld 107% bedraagt van de totale voedselbehoefte van de wereldbevolking. Terwijl er in feite voldoende is om iedereen doelmatig te voeden, wordt het voedselprobleem veroorzaakt door de ongelijke verdeling van voedsel tussen de landen en binnen sommige landen. In ontwikkelde landen is ongeveer 130% van de gemiddelde voedselbehoefte beschikbaar, terwijl in een aantal ontwikkelingslanden de voedselvoorziening niet meer is dan 75% van wat gemiddeld nodig is. Daarbij komt, dat zelfs als de gemiddelde voorziening in een land 100% is, een onevenredige verdeling van het beschikbare voedsel tot gevolg heeft dat een aanzienlijk deel van de bevolking

aan ondervoeding lijdt. Een ongelijke verdeling van voedsel tussen de landen blijkt verband te houden met hun rijkdom en met verschillen in ecologische omstandigheden. Op soortgelijke wijze hangt een ongelijke voedselverdeling binnen een land samen met het inkomensniveau en met de aanwezige hulpbronnen van bodem en water. In het algemeen blijkt dat honger veel meer verband houdt met armoede dan met totale productieniveau's.

Voor een bevolkingstoename van 75 miljoen mensen per jaar is een equivalent van 22 miljoen ton graan nodig. Kan aan de voedselbehoefte van de steeds toenemende wereldbevolking - in totaal 6 miljard in het jaar 2000 - worden voldaan? De richting die door het recente verleden wordt aangegeven, kan enig licht werpen op wat in de toekomst mag worden verwacht.

Gedurende de afgelopen 20 jaar - van 1957 tot 1977 - is het areaal akkerland vergroot met 135 miljoen ha, dat is ongeveer 9% van het huidige wereldareaal van 1.500 miljoen ha akkerbouw. In dezelfde periode is de wereldbevolking toegenomen van 2,8 tot 4 miljard mensen; dat is een toename met 40%. Bekeken vanuit het standpunt van verhoging van de voedselproductie betekent dit, dat de toename van akkerland bij een laag investeringsniveau slechts voedsel zou kunnen leveren voor 500 miljoen mensen, terwijl er 1200 miljoen zijn bijgekomen. De voedselvoorziening voor de andere 700 miljoen mensen berust op intensivering van de landbouw op het bestaande akkerland en op uitbreiding van de irrigatie. Het is echter belangrijk te weten dat

van de 135 miljoen ha akkerland, dat er is bijgekomen, 70% voorkomt in ontwikkelingslanden. Verder is het areaal akkerland in enkele ontwikkelde landen gedurende de laatste twee decennia zelfs verminderd, soms met ongeveer 10%. De intensivering van de landbouw komt tot uiting in een spectaculaire toename van het kunstmestgebruik - van 24 miljoen ton zuivere kunstmest in 1957 tot 88 miljoen ton in 1976/77. Hiervan is 85% gebruikt in de geïndustrialiseerde landen.

Deze getallen verschaffen ons slechts een zeer globaal inzicht, speciaal omdat de gegevens voor akkerland slechts een idee geven van het areaal waarvan het gewas werkelijk is geoogst. Een deel van dit land zal slechts eens in de drie jaar een oogst geven; daarentegen wordt in andere gebieden meer dan één gewas per jaar verbouwd. Doordat de bevolkingstoename in hoofdzaak in ontwikkelingslanden en intensivering in hoofdzaak in ontwikkelde landen voorkomt, is de stroom van voedsel van noord naar zuid geleidelijk groter geworden. Terwijl de gezamenlijke ontwikkelingslanden zich in de vijftiger jaren zelf van voedsel konden voorzien, is het voedseltekort in de zeventiger jaren gestegen tot 40 miljoen ton graan en dit tekort zal voor het eind van de jaren '80 naar wordt verwacht tot 90 miljoen ton oplopen. Voedsel is een product dat vervoerd kan worden, doch het brengen van voedsel van het ene gebied naar het andere wordt belemmerd door de beschikbare financiële middelen, moeilijkheden voor het vervoer, behoefte aan onafhankelijkheid enz. Het is daarom beslist noodzakelijk dat

de zelfvoorziening met basisvoedingsmiddelen wordt vergroot tot een omvang zoals die wordt bepaald door fysieke en menselijke hulpbronnen van de afzonderlijke landen. De belangrijke hulpbronnen voor de voedselproductie zoals bodem, water en klimaat kunnen niet worden overgeplaatst, zodat in de toekomst de verhouding tussen bevolking en bodemareaal meer bekeken moet worden binnen het kader van locale of regionale omstandigheden.

Terugkomende op de zojuist vermelde getallen zou men kunnen berekenen dat als we in het jaar 2000 ongeveer 2 miljard meer mensen van voedsel willen voorzien - aannemende dat de trend van een verhoogde voedselproductie van de laatste 20 jaren zich zal voortzetten - de oppervlakte akkerland met ongeveer 200 miljoen hectare zal moeten worden uitgebreid; hiervan wordt dan 50 miljoen ha geïrrigeerd. Intensivering van de landbouw zou moeten worden uitgebreid, in het bijzonder in ontwikkelingslanden, tot een equivalent van 140 miljoen ton extra kunstmest gecombineerd met daarbij behorende investeringen, bijv. voor beter zaaizaad, ziektebestrijding en verbeterde waterbeheersing. Deze doelstellingen mogen op wereldschaal bekeken nogal voor de hand liggen, in de praktijk echter moet het voedselprobleem worden benaderd op nationaal en regionaal niveau, met inachtneming van ongelijkheid in beschikbare hulpbronnen. In bepaalde delen van de ontwikkelingslanden zijn nog mogelijkheden voor verdere uitbreiding van het areaal akkerland aanwezig, in andere zal men voorrang moeten geven aan bedrijfsintensivering ter verkrijging van hogere opbrengsten

op land dat reeds in cultuur is. Intensivering is natuurlijk nauw verbonden met energie. Soms wordt gepleit voor een vermindering van energieverbruik in de landbouw. Voor de ontwikkelingslanden is dit verbruik zo laag dat eerder dient te worden bepleit voorrang te verlenen aan een energietoevoer die voor een meer doelmatige landbouw onontbeerlijk is. Hiernaast moet wel worden gestreefd naar een maximaal aanwenden van eigen hulpbronnen.

Onlangs is voor Afrika een algemeen plan (FAO, 1978) voorgesteld ten behoeve van het herstel van zelfvoorziening in het jaar 1990. Dit voedselplan gaat er vanuit dat een vergrote productie voor het gehele gebied voor 53% zou kunnen worden verkregen door uitbreiding van het areaal, terwijl 47% zou moeten komen van intensivering van de landbouw. Daarvoor zal tegen het jaar 1990 zo'n 31 miljoen ha extra in cultuur moeten worden gebracht. Hiervan moet 3 miljoen ha (1,5 miljoen ten zuiden van de Sahara) worden geïrrigeerd. Het gebruik van meststoffen zou verviervoudigd moeten worden. Geleidelijke uitroeiing van trypanosomiasis (slaapziekte) zou de mogelijkheid geven van veeteelt op 700 miljoen ha. De visserij moet tegelijkertijd worden ontwikkeld. Men schat dat meer dan 27 miljard dollar (prijsniveau van 1975) nodig zijn om dit doel te bereiken en dat tegen 1990 nog jaarlijks 6,5 miljard dollar beschikbaar moeten zijn voor bedrijfsmiddelen.

Bekijken we deze zaak vanuit agro-ecologisch standpunt dan moeten de doeleinden van dit voedselplan regionaal kunnen worden bereikt. Het land, dat nodig is voor de uitbreiding

van de verbouw van de basisvoedselgewassen is beschikbaar, evenwel moet er aan een aantal voorwaarden worden voldaan, willen deze maatregelen werkelijk effect hebben:

- omdat de voor landbouw geschikte gebieden ongelijk verdeeld zijn, zal de inter-Afrikaanse handel moeten worden geïntensiveerd;
- in het bijzonder in landen waar de agrarische export deviezen oplevert is er een concurrentie tussen land voor handelsgewassen en voor voedselgewassen; ofschoon wordt verwacht dat het totale areaal bestemd voor voedselproductie groter zal worden, denkt men dat dit procentsgewijs ten op zichte van al het akkerland zal afnemen;
- de grote migratie van het platteland naar de steden is een ernstige belemmering voor verbetering van de landbouw; tussen 1950 en 1970 is de stedelijke bevolking toegenomen van 13 tot 20%; dit is een toename van 28 tot 75 miljoen mensen; het is dan ook dringend nodig verandering te brengen op het platteland en aantrekkelijke middelen van bestaan te scheppen ten einde deze uittocht van het platteland te beteugelen;
- uitbreiding van het akkerlandareaal zal een selectieve mechanisatie noodzakelijk maken omdat de tsetse besmetting een intensiever gebruik van dierlijke trekkracht verhindert;
- aanzienlijke toename van bedrijfsmiddelen in de landbouw moet worden aangemoedigd door economische motivatie en een passend prijsbeleid voor voedselgewassen;

- belangrijke investeringen, inclusief internationale overdracht van hulpbronnen, zullen nodig zijn voor infrastructurele werken, opleiding, import van technologie;

- rekening zal moeten gehouden worden met het verlies aan grond tengevolge van degradatie zoals erosie, verzouting, vermindering van vruchtbaarheid; een evaluatie van deze verliezen is dringend nodig zodat technisch en economisch verantwoorde beschermingsmethodes kunnen worden ingevoerd;

- nodig zal zijn een regionaal voedselprogramma, dat de som is van nationale voedselplannen en dat is gebaseerd op behoeften van de landen en op perspectieven voor de handel, zodat gebieden met verschillende mogelijkheden elkaar kunnen aanvullen;

- men zal een volledig gebruik moeten maken van resultaten van wetenschappelijk onderzoek om een effectief gebruik te kunnen maken van arbeid en financiële middelen.

Aanvullend onderzoek zal nodig zijn voor de volgende onderwerpen:

- de mogelijkheden van bodemgebruik per land vaststellen
 - nauwkeuriger bestudering van die eisen die gewassen stellen aan de bodemgesteldheid

- het kwantificeren van de relaties bodem/water/plant als criteria voor het vaststellen van de juiste irrigatie, drainage en grondbewerking

- mechanisatie van kleine bedrijven

- bodembescherming
- doeltreffendheid van stikstofmeststoffen
- landbouwsystemen voor permanent bodemgebruik in de vochtige tropen
- terugwinning van organisch materiaal voor bodemverbetering
- de omloop van organische stof in tropische gronden en zijn betekenis voor de bodemvruchtbaarheid
- socio-economische beperkingen in verband met verbetering van teeltmethoden.

Het wetenschappelijk onderzoek zal zich vooral moeten richten op beperkende factoren die door de boeren als zodanig worden ondervonden. Bij de vaststelling van prioriteiten moet de boerengemeenschap zeer beslist worden betrokken.

Indien elk land zou deelnemen aan een poging op wereldschaal om een maximaal efficiënt gebruik van zijn landbouwkundige hulpbronnen te bewerkstelligen, dan zou het mogelijk zijn de wereldvoedselproductie te verzekeren. Tevens zou dan een allesomvattend voedselplan kunnen worden ontworpen, waarbij verschillende gewassen daar worden verbouwd waar zij het meest efficiënt kunnen worden geproduceerd en geruild tegen producten van elders. Evenwel vereist een dergelijk plan dat voor de ontwikkelingslanden de mogelijkheid geschapen wordt om volwaardige partners te worden in de internationale handel. Dit is de opzet van de Nieuwe Internationale Economische Orde die in 1975 door de Verenigde Naties werd geproclameerd.

Zo'n algehele "landbouw-aanpassing" zou kunnen worden uitgevoerd op basis van de verspreiding van zowel fysieke als menselijke hulpbronnen. Dit betekent dat het gebruik van het land zou moeten worden aangepast aan een oordeel hoe de belangen van de wereldgemeenschap het beste worden gediend. In dit opzicht is het belangrijk dat de Wereld Voedsel Conferentie van 1974 heeft aanbevolen: " een manifest voor de bodem van de wereld (World Soil Charter) op te stellen, dat de grondslag moet vormen voor een internationale samenwerking ten behoeve van een zo redelijk mogelijk gebruik van het bodemareaal van de wereld" ongeacht landsgrenzen en socio-economische systemen. Bodemonderzoek en landevaluatie kunnen hiertoe een aanzienlijke bijdrage leveren.

Literatuuropgave

- Ballod, K., 1912. Wieviel Menschen kann die Erde ernähren?
Schmollers Jahrb. f. Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft, XXXVI, 2:881.
- Buringh, P., Van Heemst, H.J.D. and Staping, G.J., 1975. Computation of the absolute maximum food production of the world. Agric. University, Wageningen, The Netherlands.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1971. FAO/Unesco Soil Map of the World, Vol. IV - South America, Unesco, Paris.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1974. FAO/Unesco Soil Map of the World, Vol. I - Legend. Unesco, Paris.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1975. FAO/Unesco Soil Map of the World, Vol. II - North America, Unesco, Paris.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1975. FAO/Unesco Soil Map of the World, Vol. III - Mexico and Central America. Unesco, Paris.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1976. FAO/Unesco Soil Map of the World, Vol. VI - Africa. Unesco, Paris.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1977. FAO/Unesco Soil Map of the World, Vol. VII - South Asia. Unesco, Paris.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1977. A framework for Land Evaluation. Soils Bull. No. 32, Rome.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1978. Report on the Agro-ecological Zones Project, Vol. I. Methodology and Results for Africa. World Soil Resources Report No. 48.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1977. 4th World Food Survey, p. 167.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1978. Regional Food Plan for Africa. Tenth Regional Conference for Africa, Arusha, Tanzania, 18-20 September 1978.
- Kellogg, C.E. and Orvedal, A.C., 1969. Potentially arable soils of the world and critical measures for their use. *Adv. Agron.* 21: 109-170.
- Pawley, W.H., 1971. In the Year 2070. *Ceres* 4 (4): 22-27.
- Penck, A., 1928. Das Hauptproblem der Physischen Anthropogeographie. *Proc. and Papers, 1st Int. Congr. Soil Sci.* Vol. II: 98-116.
- Ravenstein, E.G., 1890. Lands of the globe still available for European settlement. *Proc. Roy. Geog. Soc.* XIII: 27.
- Revelle, R. 1976. The resources available for agriculture. *Scientific American* 235 (3): 164-178.