

Klimaat en voedselproductie in Noordwest-Ghana: Droge, of natte statistiek?

Kees van der Geest & Arjen Schijf

Referentie:

Van der Geest, K. & A. Schijf (2003). Klimaat en voedselproductie in Noordwest Ghana: droge of natte statistiek? In: Wolsink, M. & M. Baumeister (eds). *Van nijlpaard tot Maasbedding: verscheidenheid en samenhang in de milieugeografie*. Utrecht: Uitgeverij Jan van Arkel. pp. 263-283.

Klimaat en voedselproductie in Noordwest-Ghana: Droge, of natte statistiek?

Kees van der Geest & Arjen Schijf

De afgelopen jaren is er voorzichtig enige consensus ontstaan over de rol van de mens in het opwarmen van de aarde. In 2001 stond het voor het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) vast dat de klimaatveranderingen van de afgelopen eeuw slechts gedeeltelijk te verklaren zijn uit natuurlijke schommelingen in het klimaat. Door de uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen wordt het natuurlijke broeikaseffect versterkt waardoor het op aarde warmer wordt (IPCC, 2001). Deze opwarming is echter niet gelijkmatig over de aarde verdeeld. Het IPCC en andere instituten proberen met *general circulation models* regionale klimaatveranderingen te voorspellen en in kaart te brengen.

In veel gebieden zal een hogere temperatuur gepaard gaan met meer neerslag. In sommige gebieden zal de neerslag afnemen terwijl de temperatuur en daardoor ook de potentiële verdamping, zullen stijgen. Hierdoor zullen deze gebieden een stuk droger worden. Volgens de voorspellingen geldt dit ook voor grote delen van West Afrika. In gebieden waar de meeste mensen voor hun bestaan afhankelijk zijn van landbouw zonder irrigatie, zou verdroging desastreuze gevolgen kunnen hebben.

Veldwerk in Ghana

Hoewel er nog veel twijfels bestaan over de betrouwbaarheid van de regionale voorspellingen, is het nuttig om te bestuderen hoe mensen zich hebben aangepast aan droogten, hoe landbouwsystemen zijn veranderd (Ribot *et al.*, 1996) en wat de gevolgen van droogten zijn geweest voor agrarische productie en voedselzekerheid. Dit waren de belangrijkste doelen van het *Impact of Climate Change on Drylands* (ICCD). Dit is een onderzoeksproject waarin het onderzoeksinstituut AGIDS van de Universiteit van Amsterdam deelnam in het kader van het Nationaal Onderzoek Programma Mondiale Luchtverontreiniging en Klimaatverandering. Daarvoor hebben wij tussen oktober 1999 en oktober 2000 veldwerk uitgevoerd in en rondom het stadje Nandom in het uiterste Noordwesten van Ghana. Nandom ligt zo'n 15 kilometer ten zuiden van de grens met Burkina Faso (fig. 1). Het veldwerk kende twee onderzoeksvragen: "Hoe kwetsbaar is de

bestaansverwerving van huishoudens ten opzichte van klimaatsvariabiliteit en hoe hebben deze huishoudens in het recente verleden gereageerd op droogten, overstromingen en veranderingen in het klimaat?”

Figuur 1. Het onderzoeksgebied



Voordat goed bekeken kan worden hoe boeren hun bestaansverwerving aanpassen aan een grillig en veranderend klimaat moet eerst dat klimaat goed bestudeerd worden, bijvoorbeeld door analyse van de beschikbare statistische klimaatgegevens van het onderzoeksgebied. Vervolgens kunnen de klimaatgegevens gekoppeld worden aan gegevens van de

voedselproductie. In dit artikel wordt die analyse van klimaat- en voedselproductiegegevens gepresenteerd. De twee deelvragen die wij hier proberen te beantwoorden zijn: “In hoeverre is er in het onderzoeksgebied sprake van een verslechtering van het klimaat?” en is de voedselproductie in droge jaren lager dan in natte jaren?” Het belang van de tweede deelvraag is tweeledig. Enerzijds gaat het om de gevolgen van een eventuele verdroging van het klimaat in de toekomst en anderzijds om de mogelijkheid klimaatgegevens te gebruiken bij het voorspellen van voedselschaarste in het heden. De gedachte hierachter is dat wanneer aan het einde van het regenseizoen de regenvalgegevens van zo veel mogelijk weerstations in het gebied verzameld en geanalyseerd kunnen worden, deze gegevens wellicht een indicatie geven van de voedselzekerheid in het volgende seizoen. Dit zou enige ademruimte opleveren om tot de juiste actie te komen om voedselschaarste te voorkomen, want hulp komt meestal traag op gang. Met andere woorden, in dit artikel wordt nagegaan in hoeverre geaggregeerde klimaatgegevens geschikt zijn als een zogenaamde *early warning indicator* (Davies, 1996).

De Droogte Risico Index

In de meeste studies waarin boerenhuishoudens in de tropen de onderzoekseenheden zijn, komt het klimaat aan bod. In de korte beschrijvingen van het klimaat zijn er twee grafieken die vrijwel nooit ontbreken. De een toont de jaarlijkse hoeveelheden regen over een bepaalde periode en de ander toont de gemiddelde distributie van de regenval over de maanden binnen een jaar, soms aangevuld met de gemiddelde maandtemperatuur. De eerste grafiek geeft een nuttige indicatie van hoe droog of nat een bepaald gebied is. Men kan de relatief droge en natte jaren identificeren en wellicht is er een trend in de jaarlijkse hoeveelheid regen te ontdekken. De grafiek die de gemiddelde distributie van de neerslag toont maakt in een oogopslag duidelijk of het onderzoeksgebied een of twee regenseizoenen per jaar heeft en in welke maanden de regen valt. Dit is zonder meer nuttige informatie voor buitenstaanders die het onderzoeksgebied klimatologisch willen plaatsen.

Een boerenhuishouden zal echter niet erg geïnteresseerd zijn in algemene klimaatgegevens zoals de totale jaarlijkse neerslag en de gemiddelde distributie. Het is tenslotte de distributie van neerslag in een bepaald jaar en niet de gemiddelde verdeling over een groot aantal jaren, die het succes van de oogst bepaalt. Uit ons onderzoek is gebleken dat

boerenhuishoudens in het onderzoeksgebied gemiddeld voor ongeveer de helft van hun bestaansverwerving afhankelijk zijn van eigen voedselproductie. Hiernaast beschikken zij over een gevarieerde hoeveelheid van andere activiteiten die bijdragen aan voedsel- en bestaanszekerheid. Naast voedselgewassen worden rondom Nandom vrijwel geen handelsgewassen als katoen of tabak verbouwd. Verder naar het Oosten van de Upper West Region wordt wel vrij veel katoen verbouwd. De belangrijkste gewassen in het gebied rondom Nandom zijn sorghum, gierst, maïs en pinda's. Secundaire gewassen zijn rijst, yam, bonen en bambara bonen.

Als we klimaatgegevens willen gebruiken om de voedselproductie in het onderzoeksgebied te voorspellen, is regenval de belangrijkste factor die bekeken moet worden. De hoeveelheid neerslag en de jaarverdeling bepalen voor een groot deel welke gewassen ergens kunnen groeien en hoe hoog de opbrengsten zullen zijn. Een tweede klimatologische variabele is de temperatuur. Die varieert van jaar tot jaar veel minder, maar is wel van belang vanwege de ervan afgeleide potentiële evapotranspiratie. Dit is de verdamping uit de grond plus de transpiratie uit de plant. Naast minder dynamische factoren zoals bodemstructuur en helling, bepalen de regenval en de potentiële evapotranspiratie samen de hoeveelheid vocht die in de bodem beschikbaar is voor plantengroei. Hoe hoger de temperatuur, hoe meer water er uit de bodem zal verdampen. Tegelijk zijn bij hogere temperatuur de cohesie- en adhesiekrachten die het resterende water aan zichzelf en de bodemdeeltjes binden groter. Ondanks dat het water wel in de bodem zit, hoeft het dus niet voor de planten beschikbaar te zijn. De zuigkracht van de wortels kan kleiner zijn dan de co- en adhesiekrachten.

Naast deze variabelen kunnen andere variabelen opgesomd worden die van invloed zijn op de voedselproductie, zoals bodemvruchtbaarheid, arbeidsinput en teeltmethode. Hoewel deze variabelen ruimtelijk sterk kunnen variëren en er op de langere termijn belangrijke veranderingen in kunnen optreden, variëren ze niet zo sterk van jaar tot jaar. Daarom zijn ze van ondergeschikt belang in het voorspellen van jaarlijkse verschillen in voedselproductie in een bepaald gebied. Een factor die potentieel wel van grote invloed zou kunnen zijn is het uitbreken van plagen. In het recente verleden zijn in het onderzoeksgebied echter geen plagen gerapporteerd.

De eenvoudigste manier om een jaar als droog of nat te bestempelen is door te kijken naar de totale neerslag in een jaar. Op deze manier wordt echter de voor boeren zo belangrijke distributie van regen over het jaar genegeerd. Onderzoekers van het ICCD hebben daarom een maat ontwikkeld die rekening houdt met de distributie van regenval over het jaar: Deze Droogte Risico Index (DRI) combineert twee methoden, opgesteld door Bailey (1979) en de FAO (1980), die bepalen hoe droog of nat een bepaalde maand is. De DRI geeft het aantal natte maanden in een bepaald jaar weer, voorzover deze natte maanden niet onderbroken worden door een droge maand.

Bailey gebruikt de maandelijkse neerslag en gemiddelde maandelijkse temperatuur om tot een indeling in relatief natte, neutrale en droge maanden te komen. In droogte-index S_i in formulevorm:

$$S_i = 0.18P / (1.045)^t$$

waarbij geldt dat P (neerslag) in centimeters gemeten wordt en t (temperatuur) in graden Celsius. De maand wordt als nat bestempeld als $S_i > 0.81$; als droog wanneer $S_i < 0.51$ en als neutraal wanneer $0.51 < S_i < 0.81$. Verderop worden de grenzen grafisch weergegeven ten opzichte van de feitelijke regenval (zie figuur 2).

De FAO-methode

De FAO-methode is minder ingewikkeld. Zij gebruikt de maandelijkse neerslag en de maandelijkse potentiële evapotranspiratie. Deze maandelijkse verdamping van neerslag gemeten in mm (ETP_m) wordt geschat door de gemiddelde maandtemperatuur te vermenigvuldigen met de factor 6,67. Voor de FAO-index geldt dat een bepaalde maand nat wordt bevonden wanneer $P_m > 0.5 ETP_m$, oftewel wanneer de neerslag meer dan de helft van de potentiële evapotranspiratie bedraagt. Deze waarde is lager dan Bailey's grens tussen droge en neutrale maanden. Men zou dus kunnen zeggen dat de FAO-methode minder streng is. De FAO-methode introduceert verder de mogelijkheid dat de bodem vocht kan opslaan wanneer in een bepaalde maand de neerslag hoger is dan de potentiële evapotranspiratie ($P_m > ETP_m$). Zo'n maand noemen we een "zeer natte" maand. De hoeveelheid vocht die opgeslagen wordt is gelijk aan de neerslag (P) minus de potentiële evapotranspiratie (ETP). Deze hoeveelheid vocht kan meegenomen worden naar de

volgende maand als deze droog is. De bruikbare regen in zo'n maand is dan gelijk aan $P_m + P_{m-1}$ minus ETP_{m-1} . De maximale opslagperiode is één maand. Elke maand kan op deze manier gekenmerkt worden als droog, FAO-nat, neutraal, nat of zeer nat. De uiteindelijke DRI-score van een jaar wordt bepaald door de opeenvolging van soorten maanden. Tabel 1 laat zien wat precies de verschillende droogterisico-classificaties zijn.

Tabel 1: De Droogte Risico Index

DRI	Classificatie	Methode	Criteria
0	Geen droogte risico	Bailey	Op zijn minst vier opeenvolgende 'natte' maanden
1	Zeer gering droogte risico	Bailey	Op zijn minst vier opeenvolgende 'natte' of 'neutrale' maanden
2	Gering droogte risico	Bailey	Drie opeenvolgende maanden die op zijn minst 'neutraal' zijn volgens Bailey's index
3	Matig droogte risico	FAO	Drie opeenvolgende maanden die minimaal 'nat' zijn volgens de FAO index
4	Ernstig droogte risico	FAO	Twee opeenvolgende 'natte' maanden plus een 'droge' maand die voldoende gecompenseerd wordt door de opslag van regen uit de vorige maand om ook 'nat' te worden
5	Extreem droogte risico	FAO	Slechts twee opeenvolgende 'regen' maanden <i>zonder</i> vocht opslag in de derde maand; of minder dan twee opeenvolgende 'regen' maanden

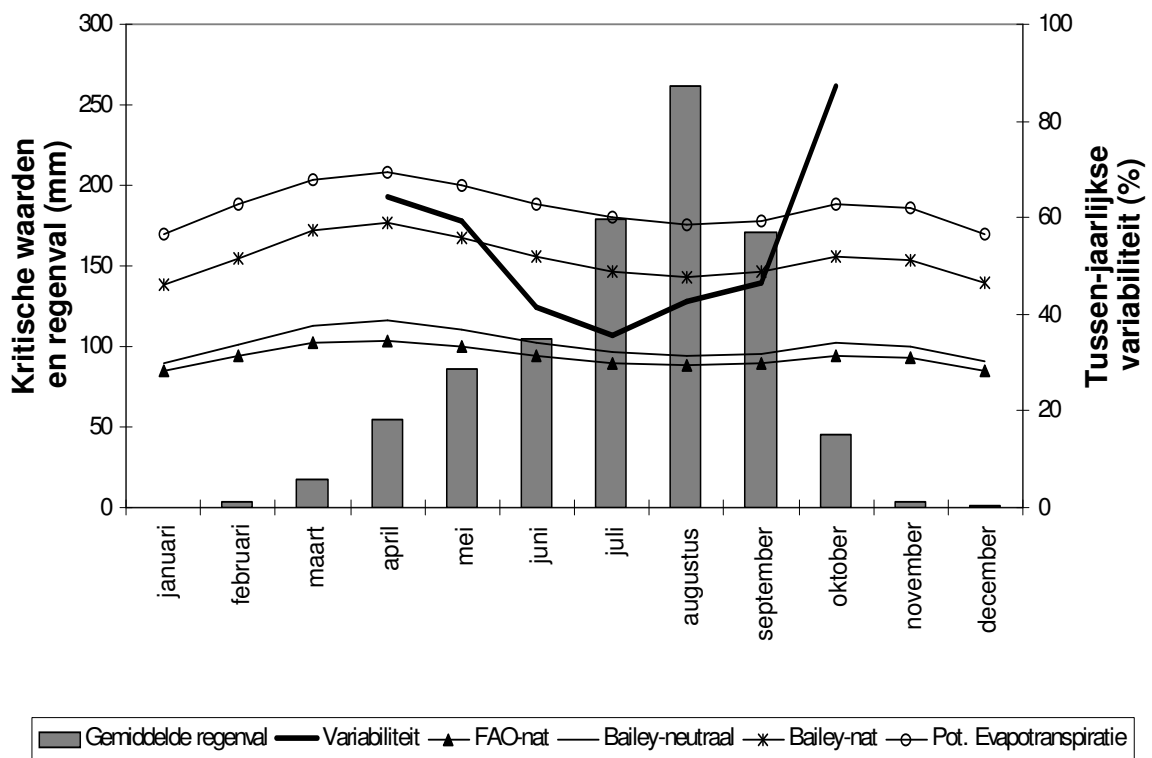
Bronnen: Bailey (1979); Put en Dietz (1998, p. 13)

Het klimaat in het onderzoeksgebied

In en rondom het stadje Nandom is sinds 1980 de regenval gemeten. Van de periode 1980-1983 zijn echter geen betrouwbare maandgegevens bekend en van 1984 ontbreken alle regenvalgegevens. In Nandom wordt ook de temperatuur niet gemeten. De dichtstbijzijnde plek waar dat gebeurt is Babile, 35 kilometer ten zuiden van Nandom. Figuur 2 zet de gemiddelde maandelijkse regenval in Nandom (1985-1999) af tegen de kritische waarden uit de Droogte Risico Index. Deze kritische waarden zijn berekend met behulp van temperatuurgegevens uit Babile. Bovendien is in figuur 2 de variatiecoëfficiënt in de maandelijkse regenval weergegeven (standaard deviatie gedeeld door gemiddelde). Deze maat geeft aan hoe betrouwbaar de regen in de maanden van het regenseizoen is. We zien dat de regenval zich concentreert in de maanden mei tot en met september met een piek in augustus. Er is dus maar één regenseizoen en er wordt maar één keer per jaar geoogst. Ook in de maanden april en oktober valt nog een significante hoeveelheid regen. Het echte

droge seizoen begint in november en eindigt in maart. De gemiddelde variabiliteit in maandelijkse neerslag tussen de jaren is hoog voor de maanden april, mei en oktober: tussen het 60 en 90 procent. Tussen juni en september daalt de variabiliteit tot tussen het 35 en 47 procent.

Figuur 2. Gemiddelde maandelijkse regenval in Nandom (1985-1999) afgezet tegen de kritieke waarden voor droge, “FAO-natte”, neutrale, natte en hele natte maanden; tussen-jaarlijkse variabiliteit van de maandelijkse regenval.



Bronnen: Nandom Agricultural Project en Meteorological Services Dept., Accra

Wanneer we de gemiddelde maandelijkse neerslag relateren aan de kritische waarden uit de Droogte Risico Index, zien we dat alleen de maanden juli, augustus en september in het onderzoeksgebied als natte maanden bestempeld kunnen worden. Juni is gemiddeld een neutrale maand, wat betekent dat de regenval voldoende is voor droogteresistente gewassen. April en mei zijn droge maanden. Dit betekent niet dat de regen die in april en mei valt nutteloos is. Alvorens te zaaien moeten de velden geprepareerd worden en hiervoor is het noodzakelijk dat de bodem enigszins vochtig is. De meeste boeren rondom Nandom bewerken hun land overigens met de hand. Ongeveer een kwart van de boeren maakte in het regenseizoen van het jaar 2000 gebruik van ossen en een ploeg.

In UNEP's *World Map of Desertification* (UNEP, 1977) wordt een gebied semi-aride genoemd wanneer de ariditeitsindex (de ratio P/ETP) kleiner is dan 0,5 en groter dan 0,2. Een gebied is sub-humide wanneer de ariditeitsindex tussen de 0,5 and 0,75 ligt. Tussen 1985 en 1999 bedroeg de gemiddelde neerslag in Nandom 929 mm. Omdat er geen temperatuurgegevens zijn voor Nandom, hebben we de beschikbare temperatuurdata van Babile gebruikt. De gemiddelde jaartemperatuur in Babile was 27,9 °C. De gemiddelde jaarlijkse potentiële evapotranspiratie wordt geschat op $80 * 27,9 = 2232$ mm. De ariditeitsindex (P/ETP) over de periode 1985-1999 is dan 0,416. Over de periode 1980-1999 is de ariditeitsindex precies 0,4. Dit betekent dat het onderzoeksgebied over de laatste 20 jaar een semi-aride klimaat heeft gekend. UNEP-kaart classificeert de regio echter als sub-humide ($0,5 < P/ETP < 0,75$). Deze classificatie is gebaseerd op gegevens over de nattere periode 1930-1960. In feite ligt het onderzoeksgebied in de transitiezone van sub-humide naar semi-aride. Als de ariditeitsindex in individuele jaren wordt berekend zijn sommige jaren sub-humide en andere jaren semi-aride. Sommige wetenschappers classificeren de transitiezone tussen semi-aride en sub-humide gebieden als $0,4 < P/ETP < 0,5$ (persoonlijke communicatie Dietz, 2000).

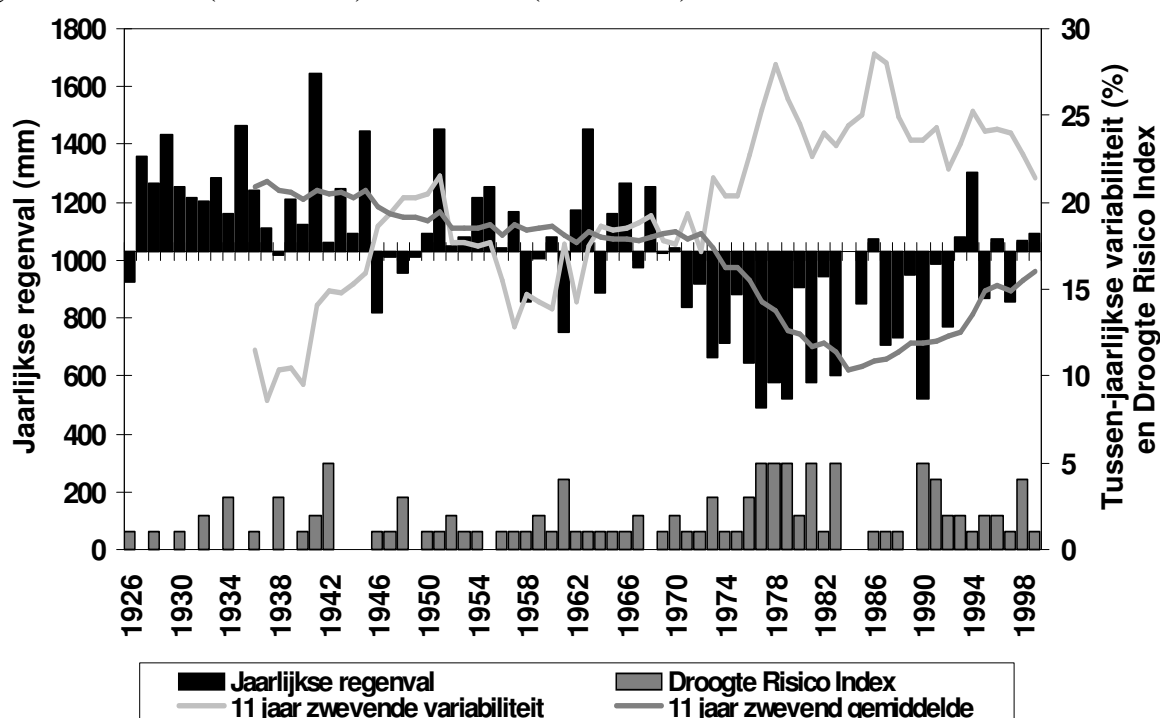
Lange termijn trends in het klimaat

Wanneer men boeren in de omgeving van Nandom vraagt naar veranderingen in het klimaat zeggen sommigen alleen dat er tegenwoordig minder regen valt dan vroeger. De meeste boeren voegen hieraan toe dat de regens onregelmatiger en onbetrouwbaarder zijn geworden. Ook werd er tijdens de interviews gezegd dat de regens vroeger eerder kwamen. Het regenseizoen begon eerder. Zaaïen was toen al mogelijk in april, terwijl dit tegenwoordig uiterst riskant zou zijn. In deze paragraaf zullen we op verschillende manieren de geschiedenis van het weer bekijken om er achter te komen of de boeren het verleden romantiseren, of dat ze de klimatologische veranderingen over de lange termijn juist goed aanvoelen.

Zoals gezegd is er in Nandom pas in 1980 begonnen met het verzamelen van regenvalgegevens. Voor andere plekken in de regio zijn echter langere datareeksen beschikbaar. Voor de regionale hoofdstad Wa (ongeveer 110 kilometer ten zuiden van

Nandom) zijn er gegevens vanaf 1950 en voor Babile vanaf 1960. Voor de districtshoofdstad Lawra, op 25 kilometer van Nandom, zijn regenvalgegevens vanaf 1926 voorhanden. Helaas is men daar in 1982 gestopt met het meten van de regenval. Aangezien Nandom en Lawra vrij dicht bij elkaar liggen hebben we de data van deze twee plaatsen gecombineerd in één reeks. Een terechte kritiek op deze praktijk is dat de ruimtelijke variabiliteit hoog kan zijn, met andere woorden dat het verschil in neerslag tussen twee plaatsen in een bepaald jaar aanzienlijk kan zijn. Het gaat hier echter niet om het identificeren van individuele droogtejaren maar om het signaleren en in detail beschrijven van een trend. De algemene trend zal per locatie veel minder verschillen dan de regenval in afzonderlijke jaren.

Figuur 3. Jaarlijkse regenval, droogte risico index en tussen-jaarlijkse variabiliteit van de regenval in Lawra (1926-1979) en Nandom (1980-1999)*



Bronnen: Nandom Agricultural Project en Meteorological Services Dept., Wa en Accra
 * Missende waarde: 1984

We bekijken de regenvalgegevens van de Lawra-Nandom reeks op vier verschillende manieren. Door te kijken naar de jaarlijkse regenval; de tussenjaarlijkse variabiliteit in de jaarlijkse regenval, de Droogte Risico Index scores in deze periode en door te kijken naar de trends in maandelijkse hoeveelheden regenval oftewel naar veranderingen in de distributie van regenval over het jaar.

Figuur 3 laat zien dat de regenval in Lawra-Nandom tot begin jaren zeventig behoorlijk betrouwbaar was. De jaarlijkse hoeveelheid neerslag is in bijna alle jaren meer dan 1000 mm. De droogterisico's vallen binnen de classificatie "zeer gering", met slechts enkele mindere jaren. De tussen-jaarlijkse variabiliteit, gemeten over voortschrijdende perioden van elf jaar, is nooit meer dan 20 procent. In de periode tot 1970 is er wel een langzame verslechtering van het klimaat zichtbaar. De jaarlijkse regenval daalt en dat leidt tot hogere droogterisico's.

Begin jaren zeventig wordt de jaarlijkse regenval steeds minder, maar dit leidt niet direct tot extreme droogterisico's, omdat de distributie van regenval in deze jaren relatief gunstig is. In 1977 breekt een dramatische periode van zeven uiterst magere jaren aan. In die droge periode is het droogterisico vijf keer "extreem". In Lawra kenden alle zeven jaren tussen 1977 en 1983 een extreem droogterisico. In Nandom waren de jaren 1980 en 1982 iets beter. Deze periode van droogte moet voor de boeren in het gebied erg moeilijk zijn geweest. De jaarlijkse neerslag daalde tot onder de 500 mm. In de vijftig jaren ervoor was zoiets nooit voorgekomen. Alleen de alleroudste inwoners zullen zich nog iets van de droogten herinneren die het gebied geteisterd schijnen te hebben in de eerste jaren van de 20^e eeuw. Vooral het feit dat deze droogtejaren zo vlak achter elkaar plaatsvonden moet het extra zwaar hebben gemaakt. Tussendoor was geen tijd voor herstel.

Vanaf 1985 zien we een gedeeltelijk herstel van het klimaat. De jaarlijkse neerslag klimt wat omhoog en komt weer enigszins in de buurt van het gemiddelde. Van een volledig herstel tot de waarden van voor de jaren zeventig is echter geen sprake. De jaarlijkse neerslag is nog steeds beneden gemiddeld; de tussen-jaarlijkse variabiliteit blijft boven de 20 procent en in de jaren negentig werd in drie jaren een ernstig of extreem droogterisico gemeten. In 1990 viel er slechts 520 mm neerslag.

Naast de tussen-jaarlijkse variabiliteit onderscheiden we de binnen-jaarlijkse variabiliteit. De binnen-jaarlijkse variabiliteit betreft de distributie van regenval binnen jaren en wordt ook wel *seasonality* genoemd (Dietz en van Haastrecht 1997). De distributie van regen binnen jaren kan van jaar tot jaar sterk variëren en in de loop der jaren licht verschuiven.

Wij zullen hier op de twee manieren de trends in binnen-jaarlijkse variabiliteit onderzoeken: door de maandgemiddelden van twee perioden te vergelijken en door de voortschrijdende maandgemiddelden te analyseren.

Uit de vergelijking van de maandgemiddelden en de tussen-jaarlijkse variabiliteit van de maandelijksse regenval van voor en na 1963 blijkt dat de belangrijkste veranderingen zijn opgetreden in de maanden mei, juni, september en oktober. Dat wil zeggen in het begin en het einde van het regenseizoen. De maand mei verandert van een neutrale maand in de periode 1926-1962 in een droge maand in de periode 1963-1999. Juni is van een natte maand een neutrale geworden. September was een zeer natte maand en is in de tweede periode een natte maand geworden. Oktober was al droog en is dat nu nog steeds, maar de afgenomen gemiddelde hoeveelheid en de toegenomen tussen-jaarlijkse variabiliteit van regen in oktober baart zorgen. Late gierst en in mindere mate sorghum hebben in oktober nog wel regen nodig. In juli en augustus is de regenval nog steeds betrouwbaar.

Een nadeel van het vergelijken van twee perioden is dat we geen zicht hebben op de veranderingen binnen de periodes. We kunnen ook op een meer dynamische manier te werk gaan. Daarvoor hebben we gekeken naar de trends in 11-jaars voortschrijdende maandgemiddelden over de periode 1926-1999. Daarin is tot 1970 een lichte neerwaartse trend in de gemiddelde neerslag voor elke maand waarneembaar, met uitzondering van relatief droge maand april. In de jaren zeventig duikt de neerslag in de maanden mei, juni, augustus en september plotseling veel scherper naar beneden. In de jaren tachtig herstelt de gemiddelde neerslag in de meeste maanden zich weer, maar deze stijging blijft voor de maand juni beperkt. In de jaren negentig is het beeld redelijk stabiel, behalve voor de maanden mei en oktober, waarin de stijging dan nog iets doorzet. Uiteindelijk is het neerslagniveau in de zo belangrijke maanden juni en september problematisch.

Dit beeld bevestigt de perceptie van de boeren in het onderzoeksgebied. De regenval is gemiddeld minder hoog dan vroeger. Het regenseizoen begint gemiddeld later door afgenomen hoeveelheden regen in de maanden mei en juni. Verder houdt het regenseizoen eerder op, gezien de afgenomen hoeveelheden regen in september en oktober. Verder is de

variabiliteit van jaar tot jaar in zowel de jaarlijkse als maandelijks regenvall toegevoegd en dat bevestigt het idee dat de regens onbetrouwbaarder zijn geworden.

De Droogte Risico Index en voedselproductie

Op regionaal niveau worden door het Ministerie van Voedsel en Landbouw verschillende kenmerken van de agrarische productie gemeten en geregistreerd: het areaal bebouwd per gewas (in hectares); de totale productie per gewas (in metrische tonnen) en de opbrengst per gewas (in kg per hectare). Er zijn gegevens beschikbaar van vijf voedselgewassen: maïs, gierst, sorghum, yam en pinda. De periode waarover gegevens beschikbaar zijn is 1986-1999. In de jaren van extreme droogte zijn dus helaas geen gewasgegevens geregistreerd.

De voedselproductiegegevens kunnen we verbinden aan de DRI-scores om te kijken of relatief droge jaren gepaard gaan met een lagere voedselproductie. Het doel van deze analyse is tweeledig. Ten eerste willen we een beter idee te krijgen van het effect van een toekomstige verdroging van het klimaat. Ten tweede willen we er achter komen of klimaatgegevens als de DRI kunnen dienen als *Early Warning Indicator* van voedselschaarste op regionaal niveau. Hierbij moet opgemerkt worden dat voedselzekerheid op regionaal niveau geenszins een garantie voor voedselzekerheid op het niveau van het huishouden is. Onder arme huishoudens in Noord-Ghana komt chronische ondervoeding veel voor, ook in de ‘vette jaren’. Elk jaar weer, ongeveer tussen mei en augustus, moeten zij het zogenaamde hongerseizoen zien te overbruggen.

Opbrengstgegevens

De gemiddelde opbrengst van maïs, gierst en sorghum ligt zo rond de duizend kilogram per hectare (tabel 2). Voor pinda's ligt dat iets hoger. De gemiddelde opbrengst van yam ligt vele malen hoger, rond de negen duizend kilo per hectare. Daarbij moet gezegd dat yam geen graan, maar een knolgewas is met een veel lagere voedingswaarde per kilogram. Tevens is het zo dat het verbouwen van yam veel arbeidsintensiever is dan het verbouwen van granen en pinda's. Een derde kanttekening is dat yam in het noorden van Ghana een typisch “nichegewas” is. Alleen in de valleien is de bodem diep genoeg om yam te

verbouwen. Sorghum is het meest verbouwde gewas in de Upper West Region, gevolgd door gierst, maïs en pinda's.

Tabel 2. Gemiddelden en variatie* in productiegegevens van vijf gewassen in de Upper West Region over de periode 1986-1998

	Areaal in km² (variatie)	Productie in Megaton (variatie)	Opbrengst in 1000 kg/ha (variatie)
Mais	339 (19%)	34 (46%)	1,0 (38%)
Gierst	526 (28%)	47 (43%)	0,9 (30%)
Sorghum	749 (20%)	76 (41%)	1,0 (30%)
Pinda	277 (34%)	35 (42%)	1,3 (31%)
Yam	147 (27%)	138 (48%)	9,1 (35%)
<i>Index 5 gewassen</i>	<i>100 (19%)</i>	<i>100 (36%)</i>	<i>100 (19%)</i>

Bron: Ministerie van Voedsel en Landbouw.

* Variatie = gemiddelde/standaard deviatie * 100

De variatie van jaar tot jaar in totale productie ligt voor alle gewassen tussen de veertig en vijftig procent, maar dat zou voor een belangrijk deel door afwisseling van gewassen kunnen komen. Niettemin is de variatie in de productie voor de vijf gewassen tezamen toch ook een percentage van 36,2.

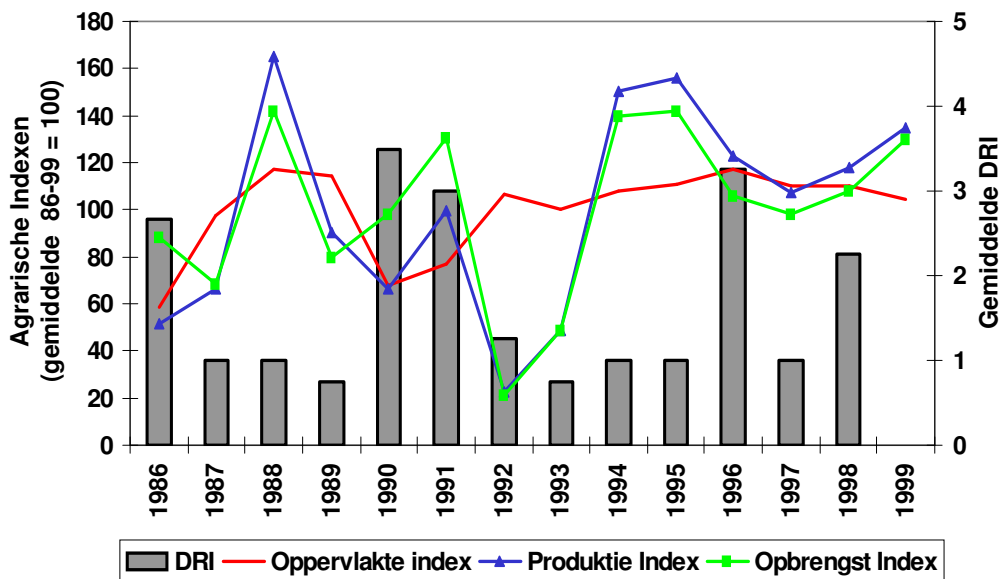
Om de agrarische gegevens beter te kunnen plaatsen is het nuttig om te vermelden dat het totale oppervlak van de Upper West Region 18.476 vierkante kilometer is en dat de regio in de onderzochte periode gemiddeld 506.000 inwoners telde (Ghana Statistical Services, 2000). De bevolkingsdichtheid van de regio was gemiddeld dus 27 inwoners per vierkante kilometer. Tussen 1986 en 1998 werd gemiddeld elf procent van het landoppervlak gebruikt om de vijf genoemde gewassen te verbouwen. Per persoon werd er gemiddeld 0,4 hectare land bebouwd met deze gewassen en de per capita voedselproductie exclusief yam en secundaire gewassen was gemiddeld 379 kilogram. Dat is ruim boven de voedselbehoefte per hoofd van de bevolking.

Samenhang met de DRI

Wanneer per gewas het areaal, de productie en de opbrengst per hectare uitgezet worden tegen de regionale DRI-score, ontstaat er een beeld van de voorspellende waarde van de DRI. Om de drie agrarische variabelen in één grafiek te kunnen plaatsen zijn de waarden

geïndexeerd (gemiddelde over 1986-1998 = 100). De reden waarom we ervoor hebben gekozen om niet alleen de productie of opbrengst per hectare, maar ook het areaal uit te zetten tegen de DRI, heeft nog enige toelichting. De opbrengst per hectare wordt gemeten over het *geogste areaal*. Akkers die, bijvoorbeeld als gevolg van droogte, niet geogst worden, worden door het ministerie niet meegenomen in de berekening van de opbrengst per hectare. Zo kan het gebeuren dat voor het betreffende gewas de opbrengst per hectare een gunstig beeld vertoont, terwijl een gedeelte van de oogst totaal mislukt is. Dat probleem zou ondervangen kunnen worden door alleen de totale productie aan de DRI te verbinden. Als we echter alleen de totale productie nemen, weten we niet of een hoge of lage productie in een bepaald jaar veroorzaakt wordt door hoge opbrengsten per hectare of door een groot areaal. Bovendien valt te verwachten dat door de jaren heen het areaal uitgebreid is, omdat er steeds meer monden gevuld moeten worden.

Figuur 4. Droogte Risico Index en areaal, productie en opbrengst per jaar van mais in de Upper West Region



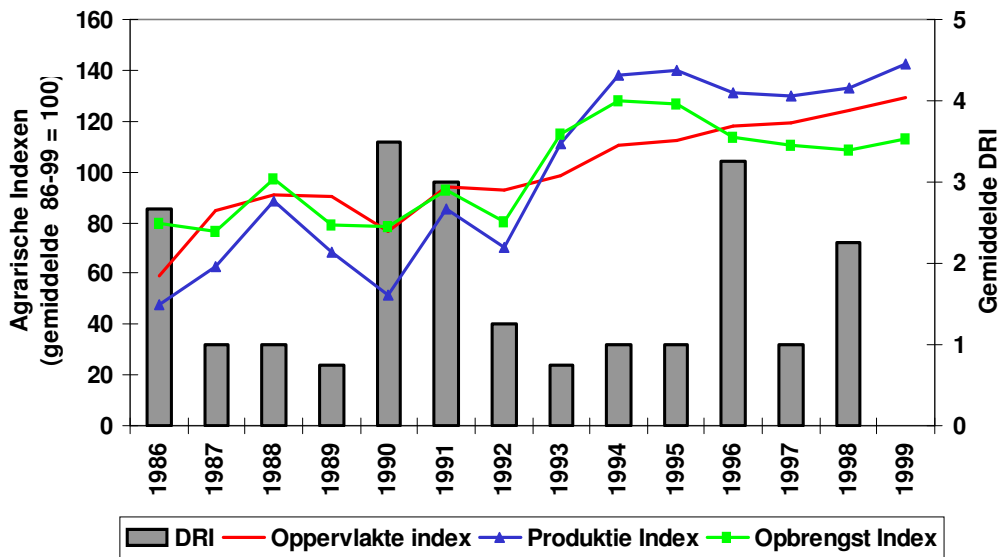
De hypothese is dat de Droogte Risico Index negatief samenhangt met de agrarische productie. In jaren met een hoog droogterisico verwachten we dat de voedselproductie laag is, zowel per hectare als in totale output. Om deze samenhang te bekijken is in figuur 4 als voorbeeld de productie van mais per jaar in beeld gebracht samen met de DRI. De grafiek geeft een grillige beeld weer. Het areaal is relatief stabiel, maar de opbrengsten per hectare variëren sterk. Relatief hoge DRI-scores komen niet duidelijk overeen met lage

productiecijfers. De laagste productie en opbrengst per hectare werden in 1992 bereikt, een jaar dat juist geen hoge DRI score had. Twee jaren met een hoge DRI-score (1986 en 1990) kenden een lage productie terwijl de opbrengst per hectare in die jaren gemiddeld was. De lage productie in die jaren lag aan het feit dat een relatief klein oppervlak aan maïs geoogst werd. De andere jaren met een hoog DRI (1991, 1996 en 1998) hadden een gemiddelde productie.

De andere gewassen kunnen op een soortgelijke manier bekeken worden. Dan blijkt dat de ontwikkeling van gierst en sorghum erg op elkaar lijkt en dat deze een stuk minder grillig is dan die van maïs. Zowel het areaal als de opbrengst per hectare groeit gestaag door de periode heen. De droogtejaren 1986, 1990 en 1991 vertonen een lage productie. In de late jaren negentig is de productie onveranderd hoog, maar dat is ongeacht de DRI-score. Ook voor gierst en sorghum ontstaat het beeld dat de samenhang met de DRI niet hoog is en dat deze indicator niet erg betrouwbaar lijkt bij het voorspellen van de productie. De productie en opbrengsten stijgen ongeacht de DRI-scores. Hetzelfde geldt voor yam. In de productie en opbrengst per hectare van yam zijn twee duidelijke perioden te onderscheiden: een met een lage productie en opbrengst (1986-1990) en een met een verdrievoudigde productie (1991-1999). Ook de yamproductie toont weinig verband met DRI-scores.

Pinda's vertonen in vergelijking met de andere gewassen een afwijkend beeld. De opbrengst per hectare voor pinda's lijkt meer gelijk op te gaan met de DRI-scores. Natte jaren gaven hogere opbrengsten terwijl de opbrengsten daalden in jaren met een hoog droogterisico. Een heel apart droogtejaar is 1990. In dat jaar steeg het met pinda's bebouwde areaal enorm, terwijl het areaal bij alle andere gewassen daalde. Het lijkt erop dat in 1990 veel boeren hun maïs-, gierst- en sorghumvelden hebben verlaten om zich te concentreren op pinda's. In het onderzoeksgebied wordt een snelle pindavariëteit verbouwd die in 90 dagen geoogst kan worden. Waarschijnlijk zijn veel boeren laat in het seizoen pinda's gaan zaaien, nadat duidelijk werd dat de andere gewassen verloren waren en het regenseizoen te ver gevorderd was om deze gewassen opnieuw te zaaien. Gezien de tegenvallende opbrengst per hectare van pinda's in dat jaar, werd ook deze snelgroeiende variëteit echter te laat gezaaid om een goede oogst te bewerkstelligen.

Figuur 5. Droogte Risico Index en areaal, productie en opbrengst indices voor vijf gewassen in de Upper West Region



Het areaal, de productie en de opbrengst per hectare van de vijf belangrijkste voedselgewassen tezamen is weergegeven in figuur 5. Twee jaren met een hoge DRI-score (1986 en 1990) worden gekenmerkt door een lage voedselproductie. In de droogtejaren van de late jaren negentig is de voedselproductie echter hoog. Dit alles lijkt de hypothetische voorspellingswaarde van de Droogte Risico Index (DRI), die speciaal ontworpen is voor het Impact of Climate Change on Dryland West Africa onderzoeksprogramma, geen goede voorspeller is van voedselproductie.

Tabel 3: Samenhang tussen de Droogte Risico Index en voedselproductie in de Upper West Region (1986-1998)

Gewas	Correlatie met Droogte Risico Index		
	Areaal	Productie	Opbrengst per hectare
Maïs	-0,28	-0,04	0,10
Gierst	-0,03	-0,12	-0,10
Sorghum	-0,04	0,07	0,00
Pinda's	0,33	-0,24	-0,72*
Yam	-0,20	-0,12	0,07
5 gewassen	-0,14	-0,15	-0,17

Bronnen: Meteorological Services Dept., Wa; Ministry of Food and Agriculture, Wa
 * Correlatie (Kendall's τ_B) significant op het $p < 0.05$ nivo

De samenhang per gewas en per productievariabele is weergegeven in tabel 3. De negatieve samenhang die er zou moeten zijn, blijkt in de tabel nauwelijks op te treden. Alleen de correlatie tussen pindaopbrengst per hectare en DRI blijkt significant te zijn, maar zelfs dat

resultaat moet genuanceerd worden, omdat er een opvallende positieve correlatie tussen de DRI en het areaal voor pinda's bestaat. De relatief hoge opbrengst per ha in jaren met een lage DRI is tot stand gekomen op een duidelijk kleiner areaal.

Samenhang met jaarlijkse regenval

De voorspellende waarde van de DRI valt dus zeer tegen. Heeft de voedselproductie dan niets met de neerslag te maken? Ter vergelijking hebben we ook de samenhang uitgerekend tussen de, door ons in het begin van dit artikel verguisde, jaarlijkse regenval en de voedselproductie. Het resultaat is enigszins schokkend als men bedenkt hoeveel moeite het kost om de ingewikkelde Droogte Risico Index te berekenen.

Tabel 4: Samenhang tussen de jaarlijkse regenval en voedselproductie in de Upper West Region (1986-1998)

Gewas	Correlatie met jaarlijkse regenval		
	<i>Areaal</i>	<i>Productie</i>	<i>Opbrengst per hectare</i>
Maïs	0,37	0,52*	0,44
Gierst	0,60*	0,64*	0,52*
Sorghum	0,47	0,58*	0,52*
Pinda's	0,10	0,54*	0,42
Yam	0,61*	0,62*	0,44
5 gewassen	0,55*	0,70*	0,75*

Bronnen: Meteorological Services dept., Wa; Ministry of Food and Agriculture, Wa

* Correlatie (Pearson's R) significant op het $p < 0.05$ nivo

De jaarlijkse regenval blijkt een behoorlijk betrouwbare en significante voorspeller te zijn van vooral de totale voedselproductie. Uiteraard wordt hier een positieve samenhang verondersteld en die blijkt er in alle gevallen te zijn. De coëfficiënt is in veel gevallen zelfs significant, ondanks het kleine aantal (13) waarnemingen. Bij de vergelijking van tabel 3 en 4 moet wel opgemerkt worden dat, als gevolg van verschillen in schaalniveau tussen de DRI en jaarlijkse regenval, verschillende samenhangsmaten zijn gebruikt. De DRI is een variabele met een ordinaal meetniveau, terwijl de jaarlijkse neerslag een ratiovariabele is. De samenhang tussen de DRI-score en areaal, productie en opbrengst is daarom uitgedrukt in de ordinale maat τ_B van Kendall. De samenhang tussen jaarlijkse regenval en voedselproductie is weergegeven in correlatiecoëfficiënten (R).

Conclusie

De analyse van regenvalgegevens in Lawra-Nandom geeft aan dat de klimatologische condities voor landbouw aldaar in de tweede helft van de 20^e eeuw aanzienlijk verslechterd zijn. Na een desastreuze periode tussen 1977 en 1983 is er een gedeeltelijk herstel waarneembaar. Vooral in het begin en het einde van het regenseizoen is de regenval tegenwoordig echter een stuk onbetrouwbaarder dan in de periode voor de extreme droogten. Dit komt overeen met de perceptie van de boeren in het onderzoeksgebied.

De tweede vraag die we ons in het begin van dit artikel stelden luidde: Is de voedselproductie in droge jaren lager dan in natte jaren? Om deze vraag te beantwoorden hebben we de Droogte Risico Index gebruikt als operationalisering van droge jaren. Uit de analyse blijkt dat de samenhang tussen DRI en productie, opbrengst en areaal zwak en in veel gevallen geheel afwezig is. De DRI heeft geen voorspellende waarde als het om de voedselopbrengst gaat.

Als we droog en nat operationaliseren als de jaarlijkse neerslag kunnen we vaststellen de voedselproductie in de Upper West Region relatief laag is in droge jaren en relatief hoog in natte jaren. De jaarlijkse neerslag blijkt dus een veel betere voorspeller van agrarische productie. Als het klimaat in het onderzoeksgebied in de 21^e eeuw droger wordt, kunnen we op grond van deze conclusies negatieve gevolgen voor de voedselproductie verwachten. We moeten echter de aanpassingscapaciteit van mensen en teeltsystemen in het onderzoeksgebied niet onderschatten.

Wat kunnen mogelijke verklaringen zijn voor het feit dat de Droogte Risico Index geen goede voorspeller van voedselproductie blijkt te zijn? De eerste opmerking richt zich op de data die voor deze analyse beschikbaar waren. De periode die onder de loep is genomen (1986-1998) is niet erg lang. Bovendien heeft zich tijdens deze periode van 13 jaar geen extreme en regiowijde droogte voorgedaan. Er moet ook rekening gehouden worden met de mogelijkheid dat de voedselproductiegegevens niet accuraat zijn. Het regionale kantoor van het Ministerie van Voedsel en Landbouw moet het stellen met te weinig middelen, zowel financieel als in mankracht. Daardoor is het moeilijk om tot echt goede schattingen van de agrarische productie te komen.

Ook op de klimaatgegevens valt het een en ander aan te merken. Er doen verhalen de ronde dat de regenmeters af en toe niet gevuld zijn met regen, maar met de urine van geiten die op het gazon van de weerstations grazen. We zullen ons hier beperken tot de opmerking dat voor een meer betrouwbare opschaling van de DRI van puntdata naar gebiedsdata eigenlijk meer weerstations zouden moeten worden gebruikt. In de afgelopen jaren wordt de regenval op meerdere plaatsen in de Upper West Region gemeten. Dit stemt hoopvol voor de toekomst.

Een totaal andere verklaring kan zijn dat de boeren in de Upper West Region hun teeltsystemen zodanig hebben aangepast aan een onzeker klimaat, dat ze relatief goed kunnen omgaan met een gering of matig droogterisico. Sleutelwoord in deze aanpassing is diversificatie. Boeren hebben akkers op veel verschillende locaties; ze spreiden zaaimomenten en ze verbouwen variëteiten met verschillende droogteresistentie.

Een derde verklaring schuilt in de dynamiek van de agrarische sector. Figuur 5 liet duidelijk zien dat de voedselproductie in de jaren negentig op regionaal niveau sterk is gestegen. Voor de voedselzekerheid in het gebied is dit natuurlijk een positieve ontwikkeling. Voor onze analyse heeft het wel een implicatie. Een onderzoeker van de Landbouw Universiteit van Wageningen, die ook bij het ICCD betrokken was, maakte ons erop attent dat het statistisch correcter is om de correlaties uit te rekenen over de residuen van de opwaartse trend (persoonlijke communicatie, R. Ruben, 27/4/2001). Wij hebben deze analyse uitgevoerd en het leverde inderdaad iets sterkere samenhang op. De correlaties zijn echter nog steeds veel te zwak en niet significant. Het beeld blijft onveranderd: de DRI is ongeschikt voor het voorspellen van voedselproductie in de Upper West Region van Ghana, ook als er rekening wordt gehouden met agrarische dynamiek. De DRI kan niet dienen als een Early Warning Indicator tegen voedselschaarste in de Upper West Region.

De laatste verklaring heeft te maken met de Droogte Risico Index zelf. Het feit dat de jaarlijkse regenval wel significant correleert met de voedselproductie is een duidelijk teken dat er iets niet klopt aan de Droogte Risico Index. Op papier blijft het een goed idee om te kijken naar de distributie van regenval over het jaar. Als in een bepaald jaar meer dan 1000

mm regen valt, maar de regen wordt onderbroken door een droge periode van een maand, dan zullen veel gewassen dat niet overleven. Het lijkt er echter op dat de *cut-off points* tussen droge, neutrale en natte maanden enerzijds, en tussen de DRI-scores anderzijds niet accuraat zijn voor het onderzoeksgebied. Bovendien zullen de correcte *cut-off points*, zo die al bestaan, variëren per gewas.

Dit is een conclusie die ontevreden stemt. We begeven ons hier namelijk wel erg ver op het terrein van de agronomen. Als milieugeografen proberen we theorieën, methoden en inzichten uit de fysische en sociale wetenschappen te combineren. We hebben de Droogte Risico Index als methode toegepast in ons onderzoek, maar op het moment dat deze niet accuraat blijkt te zijn en verfijning vereist, moeten we misschien concluderen dat het voor ons, als milieugeografen, ophoudt en dat de bal weer bij de agronomen ligt.

Literatuur

- Bailey, H.P. (1979) *Semi-arid Climates: Their Definition and Distribution*. In: Hall, A.E., G.H. Cannell & H.W. Lawton. *Agriculture in Semi-Arid Environments*. Springer, Ecological Studies No. 34, Berlin.
- Davies, S. (1996) *Adaptable livelihoods: Coping with food insecurity in the Malian Sahel*. Macmillan Press Ltd, London.
- Dietz, T. & A. van Haastrecht (1997) *Livelihood stress in dryland zones*. In: Naerssen van, T., M. Rutten & Annelies Zoomers. *The diversity of Development: Essays in Honour of Jan Kleinpenning*. Van Gorcum. pp.43-56, Assen.
- Dietz, T., J. Verhagen & R. Ruben (2001) *Impact of Climate Change on Drylands with a focus on West Africa*. Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change, Report no.: 410 200 076. ICCD, Wageningen.
- FAO (1980) *Report on the second FAO/UNFPA Expert Consultation on Land Resources for Populations of the Future*. FAO, Rome.
- Ghana Statistical Service (2000) *2000 Population and Housing Census: Provisional Results*.
- IPCC Working Group I (2001) *Third Assessment Report: a Report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Summary for Policymakers. www.usgcrp.gov/ipcc (bezocht 2001)

- Mortimore, M. (1989) *Adapting to drought: Farmers, famines and desertification in West Africa*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Put, M. & T. Dietz. (1998) *Climate Change in Dryland West Africa and the Resultant Responses of the Local Population, their Institutions and Organizations*. Proceedings of the seminar: Acts of Man and Nature: Different Constructions of Social and Natural Resource Dynamics. 22-24 October 1998, Bergen (Noord-Holland)
- Ribot, J.C., A. Njam & G. Watson (1996) Climate Variation, Vulnerability and Sustainable Development in the Semi-arid Tropics. In: Ribot, J.C., Antonio R. Magalhaes & Stahis S. Panagides (eds.) *Climate Variability, Climate Change and Social Vulnerability in the Semi-Arid Tropics*. University Press. pp.13-51, Cambridge.
- UNEP (1977) *United Nations Conference on Desertification, 29 August – 9 September 1977. World map of Desertification, at a scale of 1: 25,000,000*. United Nations Environment Programme, Nairobi.