
Waterbeheer van een grotendeels door dammen gecontroleerde rivier in noord Nigeria

Bart Goes

1 Inleiding

Met name in de jaren '60 en '70 zijn er in Afrika ten behoeve van grootschalige irrigatie-projecten vele dammen gebouwd om de voedselproductie te vergroten. Echter, de opbrengsttoename is soms beduidend lager dan verwacht en de gevolgen voor benedenstroomse watergebruikers, zoals boeren die gebruik maken van overstromingen en kleinschalige irrigatiesystemen, zijn tijdens de planningsfase van de projecten vaak onvoldoende bekeken (Adams, 1992). Bovendien zijn de projecten vaak gebaseerd op hydrologische data van voor de grote droogtes in de jaren '70 en '80. Er is dus een noodzaak om de exploitatie van grote dammen beter af te stemmen op alle gebruikers in het rivierbekken.

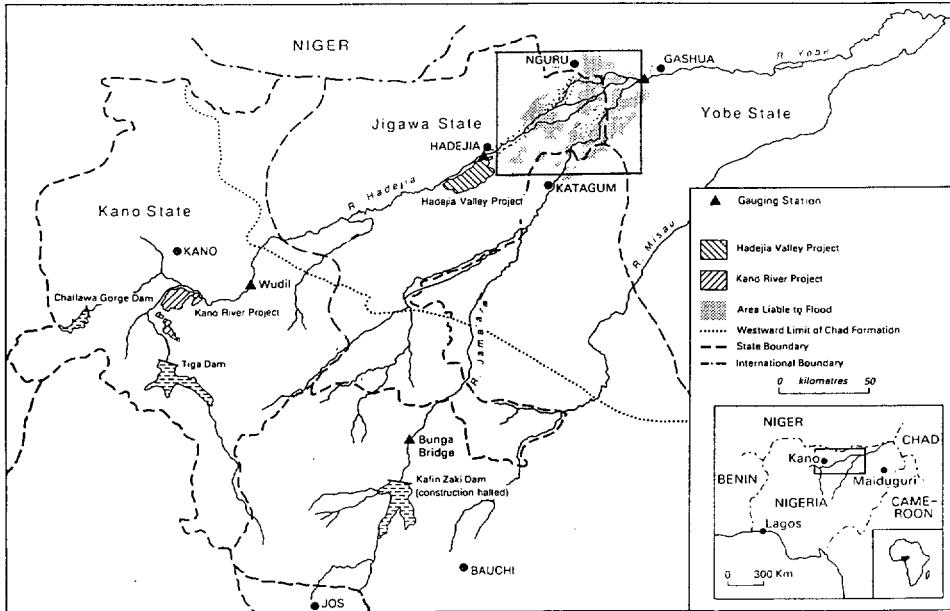
In dit artikel wordt ingegaan op problemen bij het waterbeheer in een grotendeels door dammen gecontroleerd riviersysteem in noord Nigeria. Vervolgens worden de op dit moment genomen en voorgestelde maatregelen besproken. Tevens wordt een aantal hydrologische ingrediënten gegeven voor een waterbeheerplan voor het riviersysteem. Conclusies en aanbevelingen sluiten het artikel af.

2 Gebiedsbeschrijving

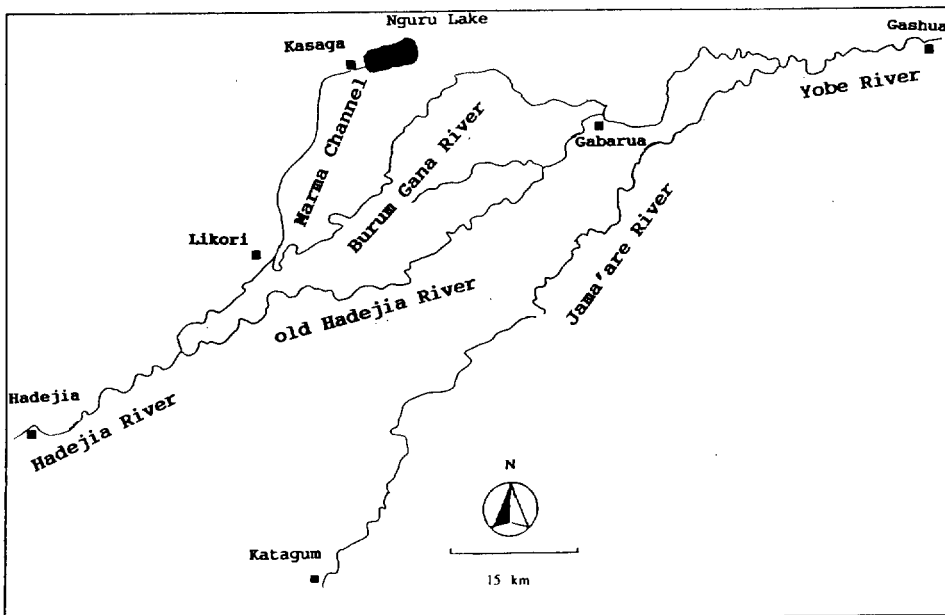
Het Hadejia-Jama'are-Yobe rivierbekken ligt in het semi-aride noorden van Nigeria (figuur 1). De geologie van het bovenstroomse gebied bestaat, op enkele breuken na, uit impermeabele rotsformaties. De rotsformaties duiken naar het oosten weg onder de permeabele meerafzettingen van de Tsjaad-Formatie. De Chad-afzettingen zijn op sommige plaatsen bedekt door ZW-NE georiënteerde zandduinen. Deze longitudinale duinen beïnvloeden de loop van bijvoorbeeld de Hadejia-rivier. Alluviale afzettingen bedekken de Chad-afzettingen in de lagere gebieden in de buurt van rivieren (Schultz, 1976).

De drie belangrijkste rivieren in het bekken zijn de Hadejia en de Jama'are, die samenkomen in de Hadejia-Nguru 'wetlands' om de Yobe-rivier te vormen. De Yobe-rivier mondt uit in het Tsjaad-meer. Het Hadejia-riviersysteem wordt voor ongeveer 80% gecontroleerd door de Tiga Dam (voltooid in 1974), de Challawa Gorge Dam en de Hadejia-stuw (beide voltooid in 1992). De Hadejia-rivier splitst zich in de Hadejia-Nguru wetlands in drieën: de oude Hadejia-rivier die samenkomt met de Jama'are-rivier, het Marma-kanaal dat in

drs. **B.J.M. Goes** is werkzaam bij het Hadejia-Nguru Wetlands Conservation Project (HNWCP, een IUCN – The World Conservation Union project), P.O. Box 32, 36 Niger Street, Kano, Nigeria. Huisadres: Kardinaal de Jongstraat 38, 1181 MH Amstelveen.



Figuur 1: Het Hadejia-Jama'are-Yobe rivierbekken.



Figuur 2: De Hadejia-Nguru wetlands.

Nguru Lake eindigt en de relatief kleine Burum Gana-rivier (figuur 2). De Jama'are-rivier kent een natuurlijk verloop; er bestaan echter plannen om een grote dam te bouwen bij Kafin Zaki. De Hadejia en Jama'are zijn drainerende rivieren tot de geologische grens tussen de rotsformaties en de permeabele meerafzettingen. Dit artikel gaat dieper in op het Hadejia-riviersysteem.

De gemiddelde jaarlijkse neerslag, die in de maanden juni tot oktober valt, varieert van meer dan 1000 mm in het bovenstroomse gebied, via 500 mm in de Hadejia-Nguru wetlands tot minder dan 300 mm in de buurt van het Tsjaad-meer (o.a. Schultz, 1976 en Diyam, 1987). De traditionele landbouw (bijvoorbeeld gierst) in het bekken is voornamelijk afhankelijk van regenval. De boeren in benedenstroomse gebieden zijn echter grotendeels afhankelijk van de rivier omdat de neerslag daar te laag en te onbetrouwbaar is. De dammen voeden twee, ten dele voltooide, grootschalige irrigatie-systemen en dragen bij aan de watervoorziening van de stad Kano. Kleinschalige irrigatie waarvoor met behulp van pompen water onttrokken wordt uit de grond, rivieren en overstroomde vlaktes, wordt sinds de jaren '80 met subsidies gestimuleerd.

In de Hadejia-Nguru wetlands en in mindere mate langs de Yobe-rivier is de jaarlijkse overstroming van vlaktes van groot belang voor de lokale economie en ecologie. In de overstroomde vlaktes wordt rijst verbouwd. Diverse gewassen (bijvoorbeeld cassave) gebruiken het resterende vocht in de bodem nadat het water zich heeft terug getrokken. De overstromingen voeden aquifers in en mogelijk ook buiten de wetlands (dit wordt op dit moment onderzocht door het Hadejia-Nguru Wetlands Conservation Project, hierna HNWCP genoemd). Verder vormen de wetlands een belangrijk visgebied in het natte seizoen en graasgebied voor vee in het droge seizoen. Het wetland eco-systeem is zeer rijk in vergelijking met het omliggende semi-aride gebied (Hollis e.a., 1993).

3 Waterbeheerproblemen in het Hadejia-riviersysteem

Afname van rivierafvoer in het natte seizoen en kleinere overstromingen

Historische afvoergegevens van de Hadejia-rivier bij Hadejia laten zien dat vanaf 1972 de afvoer in het natte seizoen gemiddeld 40% is gedaald (figuur 3). De afname van de natte-seizoen-afvoer is veroorzaakt door:

- de aanleg van de dammen die een deel van de natte-seizoen-afvoer verplaatst hebben naar het droge seizoen;
- droogtes in met name midden jaren '70 en midden jaren '80;
- een toename van het watergebruik in het bovenstroomse gebied.

De maximale grootte van het overstromingsgebied in de Hadejia-Nguru wetlands was in de jaren voor de grote dammen gebouwd werden meestal meer dan 2000 km² (Hollis e.a., 1993). Een direct gevolg van de verminderde afvoer in het natte seizoen is dat de grootte van het overstromingsgebied en daarmee de opbrengsten van het hierboven beschreven wetland afnemen. De maximale grootte van het overstroomde gebied was in het begin van de jaren '90 minder dan 1000 km² met als dieptepunt 387 km² in 1993. In de afgelopen drie jaar was de grootte 1000 tot 1800 km² (Goes en Zabudum, 1996). Gecombineerd met de hoge jaarlijkse rivierafvoer in deze jaren (inclusief 1996) lijkt het er op dat er een cyclus van natte jaren op gang is gekomen.

Veldwaarnemingen en oppervlaktewaterbalansberekeningen hebben aangetoond dat in 1994, 1995 en 1996 nauwelijks enig water (minder dan 1%) van het Hadejia-riviersysteem in de Yobe-rivier is terecht gekomen. Dit wordt veroorzaakt door blokkades in de oude Hadejia-rivier (figuur 2). Deze blokkades bestaan uit riet, waarvan *Typha domingensis* de meest voorkomende is, en sediment. De afvoer in het Marma-kanaal is relatief gezien genomen als gevolg van deze blokkades. Dit resulteerde in een stijging van het gemiddelde grondwaterpeil in dit gebied (Goes en Zabudum, 1996). Inwoners in dit deel van de wetlands klaagden, in de recente natte jaren, dat de inundaties te groot waren en te vroeg kwamen, terwijl op hetzelfde moment de mensen langs de Yobe-rivier over een watertekort klaagden. Het *Typha*-riet heeft nog een tweede nadeel; Quela-vogels gebruiken het als broed- en slaapplek. Deze vogels zijn een plaag voor boeren omdat ze de zaden van gewassen eten.

Howard (1996) heeft op basis van zijn ervaringen in Oost-Afrika een aantal eigenschappen over *Typha* op papier gezet. Enkele van de door hem genoemde kenmerken hebben waarschijnlijk een rol gespeeld bij het ontstaan van de blokkades, te weten:

- *Typha* kan niet tegen een uitgedroogde bodem;
- *Typha* houdt niet van snel stromend water;
- een kleine toename van nutriënten in het water zorgt er al voor dat het riet sneller en hoger groeit.

Het vrijlaten van water door de dammen in het droge seizoen zorgt ervoor dat de rivierbodem niet uitdroogt. De hierboven besproken verminderde natte-seizoen-afvoer vanaf 1972 gaat gepaard met lagere stroomsnelheden. De drainage van de grootschalige irrigatieprojecten en de groei van de bevolking, met name in steden als Kano, zou heel goed tot een toename van nutriënten in het water geleid kunnen hebben. Helaas zijn er geen kwaliteitsgegevens van oppervlaktewater beschikbaar om dit aan te tonen. Het sterke vermoeden is dus dat de riet-blokkades zich begonnen te ontwikkelen vanaf midden jaren '70. Het riet breidt zich nog steeds uit in het Hadejia-riviersysteem.

Dan is er nog de vraag: waarom is de oude Hadejia-rivier dichtgegroeid en niet de waterweg richting Nguru (Borum Gana en Marma-kanaal)? Drie factoren hebben hierbij waarschijnlijk een rol gespeeld. Ten eerste: de waterweg richting Nguru is verdiept en verbreed in de eerste helft van deze eeuw toen de spoorlijn naar Nguru werd aangelegd. Een tweede factor is een aantal visvallen in de oude Hadejia-rivier die is waargenomen op luchtfoto's uit 1968/69. Deze visvallen zijn blokkades in de rivier en zijn niet te zien op de luchtfoto's in de waterweg die naar Nguru leidt (Diyam, 1996). Tenslotte duidt een analyse van oude landmeetgegevens erop dat het verval van de Burum Gana-rivier in de wetlands tussen de splitsingen ongeveer 40% groter is dan dat van de eerste 20 km van de oude Hadejia-rivier. Kortom de waterweg richting Nguru is de makkelijkste route voor het water.

Beperkte coördinatie

Vijf State Water Boards, vijf Staat Ministeries van Landbouw, twee River Basin Development Authorities (één voor boven- en één voor benedenstreams) en de Federal Ministry of Water Resources hebben allemaal verantwoordelijkheden voor het beheer van het water in het bekken. Aminu-Kano (1995) heeft erop gewezen dat sommige verantwoordelijkheden

elkaar overlappen en dat verschillende organen unilaterale beslissingen hebben genomen zonder de diverse ontwikkelingsactiviteiten effectief te coördineren. Op deze manier zijn er meer dan 10 dammen, waaronder de twee grote, en twee grootschalige irrigatie-projecten gebouwd in het bovenstroomse deel van het bekken. Meer irrigatie-projecten en dammen liggen op de tekentafel. De negatieve gevolgen van deze bovenstroomse ontwikkelingen voor watergebruikers benedenstrooms (van de Hadejia-Nguru wetlands tot het Tsjaadmeer) zijn lang genegeerd en nauwelijks in overweging genomen tijdens de planningsfase van deze projecten.

4 Maatregelen tegen de waterbeheerproblemen

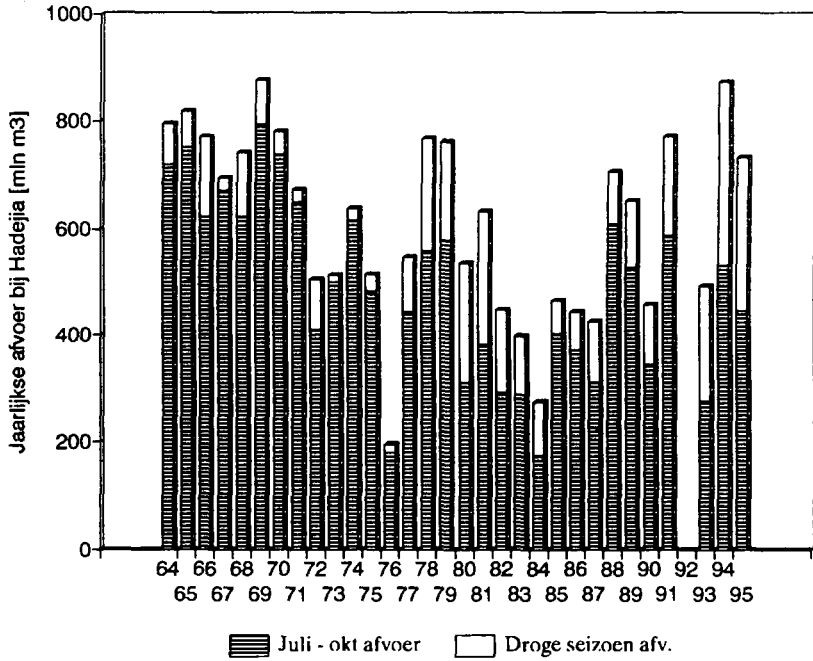
Verbeterde coördinatie

Vanaf 1992 is HNWCP bezig de hierboven beschreven problemen onder de aandacht van een groter publiek te brengen. HNWCP en de National Institute for Policy and Strategic Studies (NIPSS) hebben twee conferenties georganiseerd waarin de waterbeheerproblemen in het bekken besproken werden (HNWCP-NIPSS, 1993 en Aminu-Kano, 1995). De deelnemers vertegenwoordigden diverse Staats- en Federale Ministeries, de River Basin Development Authorities en andere watergebruikers. De deelnemers zagen in dat de bovenstroomse activiteiten negatieve gevolgen hebben voor watergebruikers benedenstrooms en riepen op om stappen te ondernemen om de problemen te bestrijden. Eén van de voorgestelde maatregelen was het vrijlaten van water door de dammen in het natte seizoen om de natuurlijke inundatie benedenstrooms te ondersteunen (HNWCP-NIPSS, 1993).

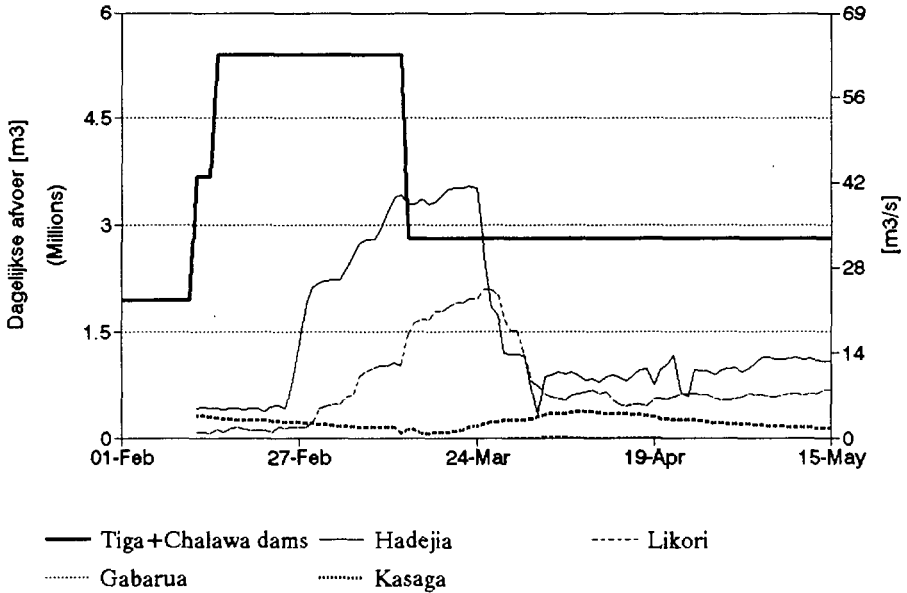
Op dit moment hebben de discussies een meer permanent karakter via een Stake Holders Forum dat ongeveer vijf maal per jaar samenkomt. De diverse staten, de River Basin Development Authorities en andere watergebruikers zijn hierin vertegenwoordigd. Polet en Thompson (1995) identificeerden 12 verschillende categorieën watergebruikers waarvan er nu 9 vertegenwoordigd zijn in het Forum.

Een voorgestelde waterverdelingsstructuur

De aanleg van een oppervlaktewaterverdelingsstructuur is voorgesteld in de wetlands bij Likori (figuur 2). Aan de hand van deze structuur zal het water verdeeld worden tussen het Marma-kanaal, de Burum Gana en de oude Hadejia-rivier. Het voorstel voorziet in een kanaal dat vanaf Likori naar de oude Hadejia-rivier wordt gegraven (Diyam, 1996). De voordelen van de locatie zijn: de plek is goed toegankelijk, de waterverdeling tussen de drie waterwegen kan op één plek geregeld worden en het begin van de oude Hadejia-rivier, dat het meest dichtgegroeid is, wordt omzeild. De doelen van de structuur zijn: het herstellen van een deel van de historische bijdrage (voor het dammen-tijdperk) van de Hadejia-rivier aan de Yobe-rivier en het beter controleerbaar maken van de inundatie langs het Marma-kanaal. De structuur zal de waterverdeling in het bekken rechtvaardiger maken. Echter, de omvang van de overstromingsvlaktes en het meer bij Nguru, waar het Marma-kanaal in uitkomt, zal kleiner worden dan voorheen. Er is op dit moment een discussie gaande over de vraag of de blokkades in het tweede stuk van de oude Hadejia-rivier opgeruimd moeten worden of dat ze vanzelf zullen verdwijnen binnen een paar jaar wanneer er grotere water-volumes heen worden geleid.



Figuur 3: Jaarlijkse afvoer van de Hadejia-rivier bij Hadejia 1964-1995 (1992 data incompleet).



Figuur 4: De afvoerverlooptlijnen van de afvoerproeven in het droge seizoen van 1995/96.

Kleinschalige dijken die inundaties beter beheersbaar maken

HNWCP stimuleert en adviseert groepen boeren in de wetlands om kleine dijken te bouwen. Deze dijken zijn voorzien van een aantal sluizen zodat de boeren het bevoelen van hun land langer kunnen uitstellen indien het water te vroeg komt zoals in de afgelopen jaren langs het Marma-kanaal het geval was. Als de overstromingen zich te snel terugtrekken, kunnen de sluizen gesloten worden. Op deze manier is in 1994 en 1995 ongeveer 50 ha landbouwgrond onder controle gebracht (Mbanyiman e.a., 1996).

Het ontwikkelen van een waterbeheerplan

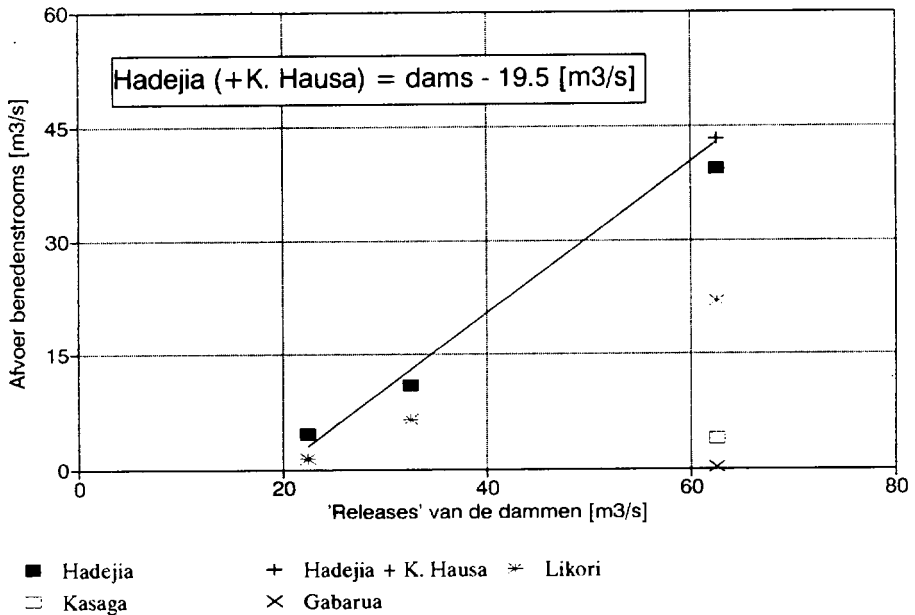
Het exploitatieplan van de grote dammen moet meer rekening houden met alle watergebruikers in het bekken. Bovendien moet het plan op de hierboven besproken waterverdelingsstructuur afgestemd worden als deze realiteit wordt. Het plan moet onder andere met de volgende factoren rekening houden: de jaarlijkse instroming van het water in de stuwmere (verschilt van jaar tot jaar), de capaciteit van de openingen van de dammen, de afname van de afvoer in de diverse secties van de rivier, de behoeften van de diverse watergebruikers in het bekken en de periode waarin de gebruikers het water nodig hebben. Eén van de belangrijkste doelstellingen van HNWCP is het verlenen van assistentie aan de Nigeriaanse overheid bij het ontwikkelen van zo'n plan. Een aantal recente hydrologische bevindingen waar het plan rekening mee moet houden wordt hieronder besproken.

5 Hydrologische ingrediënten voor een waterbeheerplan

De lessen van afvoerproeven in het droge seizoen

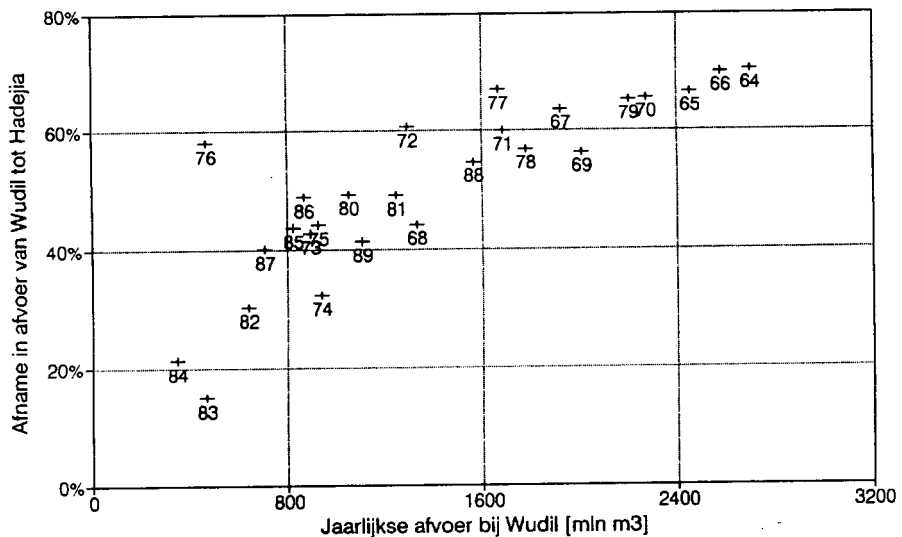
In februari en maart 1996 vonden experimentele afvoerproeven plaats door de grote stuwdammen met het doel de kennis van de hydrologie van het Hadejia-riviersysteem te vergroten. Het voordeel van afvoerproeven tijdens het droge seizoen is dat er geen water van het ongecontroleerde deel van het bekken komt en dat er geen water in de Jama'are-rivier is, zodat 'cross-flow' van de Jama'are naar de oude Hadejia-rivier uitgesloten kan worden (figuur 2). Afname in afvoer, reistijd en resulterende inundatie konden zo nauwkeuriger bepaald worden dan tijdens het natte seizoen.

Het water van de afvoerproeven overstroomde de meeste overstromingsvlaktes (behalve in de buurt van Nguru) langs het Hadejia-riviersysteem die normaal gesproken alleen in het natte seizoen onder water staan. Dit is het bewijs dat de capaciteit van de openingen van de dammen groot genoeg is om de wetlands kunstmatig te overstromen (Goes en Zabudum, 1996). Het vermogen van de openingen om dit te bewerkstelligen heeft lang ter discussie gestaan (o.a. Acreman en Howard, 1996). Echter, wanneer de doorstroming in het riviersysteem verbeterd wordt, zal de stroomsnelheid van het water toenemen met als mogelijk gevolg dat grotere afvoeren en grotere openingen nodig zijn om dezelfde mate van inundatie te bewerkstelligen. Een deel van de capaciteit van de openingen van de Tiga-dam is op dit moment buiten gebruik. Deze kan wellicht met behulp van relatief kleine aanpassingen weer hersteld worden indien de openingen in de toekomst te klein blijken.



Kafin Hausa is een kleine aftakking van de Hadejia rivier die alleen bij hogere 'releases' water voert

Figuur 5: Afvoer benedenstrooms van de dammen bij evenwichtsafvoer.



Figuur 6: Jaarlijkse afvoerafname in de Hadejia-rivier in de sectie tot Hadejia.

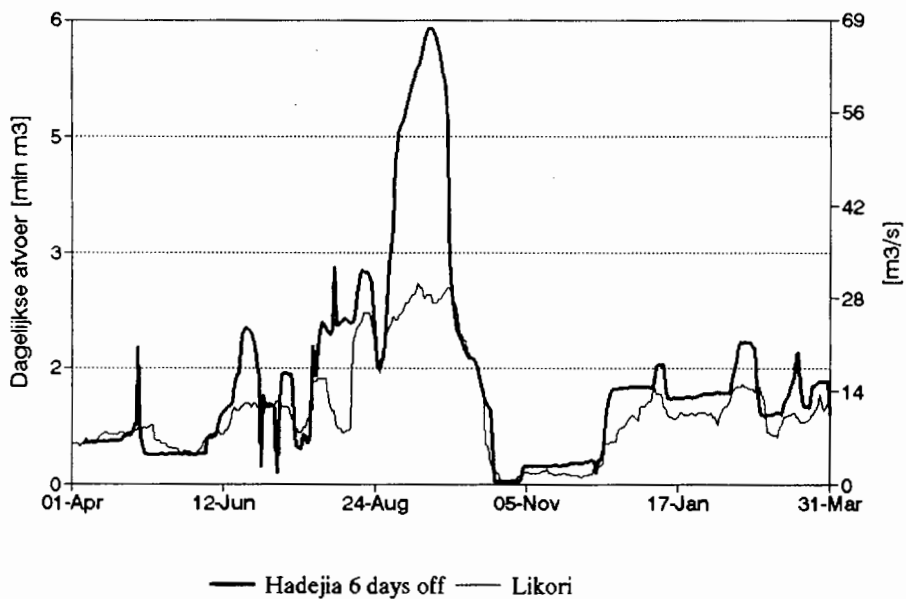
Figuur 4 presenteert de proefafvoerhoeveelheden door de dammen en diverse plaatsen benedenstrooms. De gemiddelde reistijd werd simpelweg bepaald door de afvoerterlooplijn van de dammen te verschuiven tot deze paste op de afvoerterlooplijn van de betreffende locatie. De reistijd is zeer belangrijk omdat bijvoorbeeld rijstboeren er de voorkeur aan geven dat het water 1 à 4 weken na stabilisatie van de regens in hun gebied de vlaktes overstroomt. Deze periode is nodig om rijstplantjes groot genoeg te laten groeien, zodat ze niet verdrinken en grazende vissen, die met de overstromingen komen, te kunnen weerstaan (Hadejia e.a., 1994). Ergens aan de onderkant van de grafiek, tussen 28 maart en 21 april, is de dagelijkse afvoer van Gabarua aangegeven. Gabarua ligt aan het eind van de oude Hadejia-rivier net voor deze samenkomt met de Jama'are-rivier (figuur 2). De afvoerproeven bevestigden dus dat er nauwelijks water de wetlands verlaat via de Hadejia-rivier.

Figuur 5 geeft de relatie weer tussen de afvoer door de dammen en de afvoer op diverse plaatsen langs de Hadejia-rivier in evenwichtssituaties. De absolute afname in afvoer tussen de dammen en Hadejia is redelijk constant (ongeveer $19,5 \text{ m}^3/\text{s}$) bij afvoeren tot minstens $65 \text{ m}^3/\text{s}$. De afname bestaat uit het watergebruik van de twee irrigatie-projecten, de watervoorziening van Kano, aanvulling van grondwater in de Tsjaad-Formatie en verdamming van oppervlaktewater uit de rivier (Goes en Zabudum, 1996). Figuur 6 laat zien dat bij een hoge jaarlijkse afvoer relatief minder water bij Hadejia aankomt dan bij een lage jaarlijkse afvoer. Thompson (1995) heeft aangetoond dat de afname in afvoer in deze sectie van de Hadejia-rivier significant stijgt wanneer de 10 daagse afvoer groter is dan 75 tot 125 miljoen m^3 (ruwweg $100 \text{ m}^3/\text{s}$). Dus grote afvoeren door de dammen in een korte tijd resulteren in een relatief geringe afvoer benedenstrooms. De oorzaak is niet onderzocht, maar hangt waarschijnlijk samen met inundaties en grondwateraanvulling. Het is daarom raadzaam de grondwateraanvulling van de Tsjaad-Formatie in deze sectie van de rivier te monitoren, bijvoorbeeld met behulp van piëzometers, indien bovenstaande informatie gebruikt wordt om het water op een efficiëntere manier naar de benedenstroomse gebruikers te leiden.

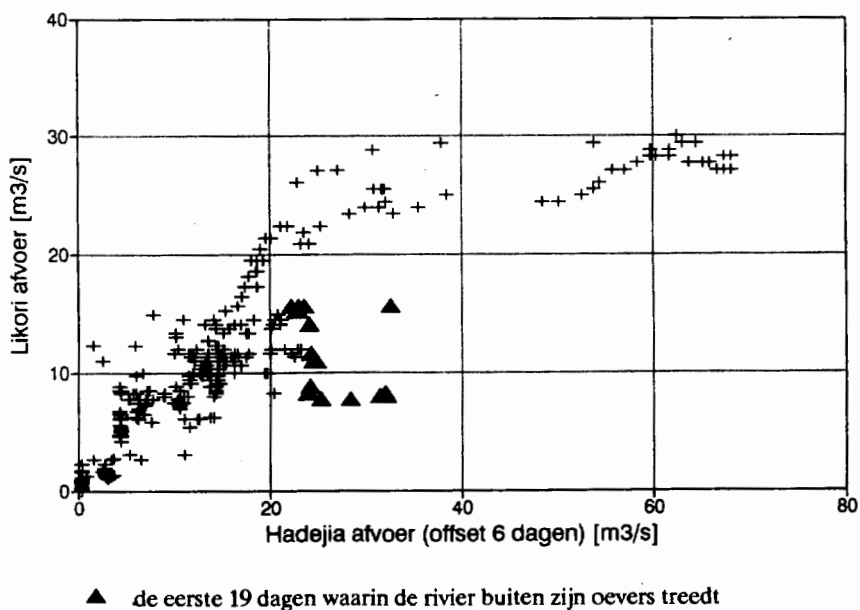
Rivierafvoer en inundatie in de wetlands

In 1995 gedurende het natte seizoen en in 1996 tijdens de afvoerproeven zijn veldwaarnemingen gedaan om te bepalen op welke data de diverse vlaktes overstroomden. De afvoer bij Hadejia of Likori (welke afhangt van de locatie van de overstromingsvlakte, figuur 2) ligt dan tussen 15 en $20 \text{ m}^3/\text{s}$.

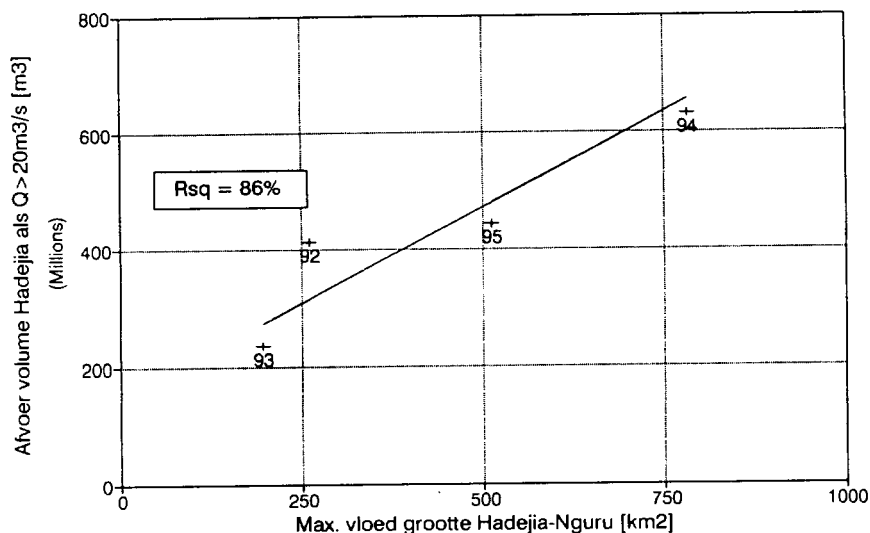
Figuur 7 presenteert de dagelijkse afvoeren voor Hadejia en Likori in 1993/94. De Hadejia-afvoerterlooplijn is zes dagen (reistijd) verschoven zodat de pieken ongeveer samenvallen met de pieken van Likori. In figuur 8 is de dagelijkse afvoer bij Hadejia (6 dagen verschoven) gerelateerd aan de afvoer bij Likori. In de figuur is te zien dat er tijdens de eerste 19 dagen waarin de rivier buiten haar oevers treedt relatief weinig water aankomt bij Likori. Dit is het gevolg van de droge overstromingsvlakte. Tevens is te zien dat de afvoer bij Likori niet verder toeneemt wanneer de afvoer bij Hadejia groter is dan ongeveer $40 \text{ m}^3/\text{s}$. Het meeste water boven deze grenswaarde stroomt de overstromingsvlaktes tussen Hadejia en Likori in. Alle jaren die op deze manier geanalyseerd zijn (1992/93 tot 1995/96) laten dit patroon zien (Goes en Zabudum, 1996). Deze waarneming is van belang voor het controleren van de overstromingen in deze sectie van de rivier en is ook van invloed op het beheer van de voorgestelde waterverdelingsstructuur bij Likori.



Figuur 7: De afvoerverlooppijnen van Hadejia (offset 6 dagen) en Likori 1993/94.



Figuur 8: Afvoer bij Hadejia (offset 6 dagen) gerelateerd aan de afvoer bij Likori 1993/94.



Figuur 9: Totale afvoer bij Hadejia (indien groter dan $20 \text{ m}^3/\text{s}$) gerelateerd aan de maximale overstromingsgrootte tussen Hadejia en Nguru.

Vanaf 1991 heeft HNWCP een jaarlijkse luchtkartering gedaan om de maximale overstromingsgrootte van de wetlands te bepalen. De kaarten zijn gedigitaliseerd in een Geografisch Informatie Systeem. De totale overstromingsgrootte en de overstromingsgrootte per sectie van de rivier zijn berekend. Figuur 9 presenteert de maximale overstromingsgrootte langs het Hadejia-riviersysteem gerelateerd aan het watervolume dat onder de brug bij Hadejia door stroomde gedurende de periode waarin de afvoer groter dan $20 \text{ m}^3/\text{s}$ was (waarde waarboven de rivier buiten zijn oevers treedt). Relaties als deze zijn van belang om een indicatie van de te verwachten inundatie te krijgen bij voorgestelde kunstmatige afvoerverlooptlijnen van de Hadejia-stuw en de dammen.

Historische afvoer

Diyam (1996) en HNWCP zijn in de archieven gedoken en hebben een databestand van historische rivierafvoeren voor het bekken samengesteld. Op basis van dit bestand kan onder andere de variatie van de jaarlijkse instroom in de reservoirs van de dammen en de invloed van (voorgestelde) ontwikkelingen op de waterverdeling in het bekken bepaald worden.

De bijdrage van de Hadejia-rivier zonder dammen aan de Yobe-rivier is berekend door Diyam (1996). Deze was gemiddeld 20%. Het percentage varieerde echter sterk van jaar tot jaar; in droge jaren was de bijdrage nihil. Dit werd mogelijk veroorzaakt door de meren in de wetlands die eerst opgevuld moesten worden alvorens het water verder kon stromen.

Het bovengenoemde percentage zal een leidraad zijn voor het beheer van de voorgestelde waterverdelingsstructuur. Een volledig herstel van de historische bijdrage van de Hadejia-rivier aan de Yobe-rivier zal waarschijnlijk niet haalbaar zijn door de toename van het bovenstroomse watergebruik en de verdampingsverliezen van de stuwmeren.

Waterbehoeften van de gebruikers

HNWCP onderzoekt de waterbehoeften van de mensen die langs de drie rivieren in de wetlands leven. Het is bijvoorbeeld bekend dat boeren langs het Marma-kanaal voornamelijk gewassen verbouwen die afhankelijk zijn van de overstromingen terwijl boeren langs de Burum Gana-rivier (na de afsplitsing van het Marma-kanaal) landbouw bedrijven met water dat ze in het natte en een deel van het droge seizoen uit de rivier pompen. Dus een groot deel van het water dat nu in het droge seizoen het Marma-kanaal instroomt, kan bespaard worden.

Diyam (1996) heeft een afvoergrafiek voorgesteld voor de bijdrage van de Hadejia-rivier aan de Yobe-rivier als de voorgestelde waterverdelingsstructuur er komt. De afvoergrafiek voorziet in het verhogen van de piekafvoer van de Jama'are-rivier in het natte seizoen om de kans op inundatie te vergroten. Tevens voorziet de afvoergrafiek in een beperkte afvoer gedurende het begin van het droge seizoen zodat er water in de rivier is voor kleinschalige irrigatie.

Er zijn bronnen die het verwachte gebruik van de twee irrigatie-projecten en de watervoorziening van Kano aangeven. De exacte hoeveelheden water die op dit moment gebruikt worden en de efficiëntie van het gebruik zijn echter niet geheel duidelijk. Bovendien is er een relatief hoge afvoer in de rivier nodig voordat de watervoorziening van Kano water kan innemen (Diyam, 1996). Dit heeft tot gevolg dat er relatief veel water wordt vrijgelaten door de dammen tijdens het droge seizoen. De vertegenwoordigers van de bovenstroomse projecten zullen nauw betrokken moeten worden bij het opstellen van een waterbeheerplan.

6 Conclusies en aanbevelingen

Gedurende de afgelopen twintig jaar zijn de afvoer in het natte seizoen in de Hadejia-rivier en daarmee de daarmee gepaard gaande inundaties afgenomen. Dit is het gevolg van (1) de aanleg van dammen die te grote afvoeren doen in het droge seizoen, (2) droogtes en (3) een toename van het watergebruik bovenstrooms. Tegelijkertijd stroomt een groter deel van het water dat de wetlands nog bereikt niet meer naar gebruikers benedenstrooms. Dit komt door riet- en sedimentblokkades die mede het gevolg zijn van de afvoer door de dammen in het droge seizoen. De afname van de inundatie heeft een negatieve invloed op de economie en het eco-systeem in de wetlands. De boeren benedenstrooms zijn nu alleen aangewezen op de Jama'are-rivier. De afgelopen drie jaar zijn relatief nat geweest. Het is echter noodzakelijk om, voordat een wederom te verwachten cyclus van droge jaren zijn intrede doet, een waterbeheerplan in werking te hebben dat rekening houdt met alle gebruikers.

Het is aanbevelingswaardig om de grondwateraanvulling van de Tsjaad-Formatie via de Hadejia-rivier, bovenstrooms van Hadejia, te monitoren als de waterverliezen beperkt worden door de afvoer zoveel mogelijk beneden een drempelwaarde van 70 à 100 m³/s te houden.

Er is een aantal belangrijke open vragen met betrekking tot de ontwikkeling van *Typha*-riet in de rivier zoals: wat is de kritieke stroomsnelheid van het water waarboven het riet geen stand meer kan houden en zijn er voor de lokale bevolking aantrekkelijk toepassingen van het riet?

Het waterbeheer van het Hadejia-riviersysteem is nu in een cruciaal stadium: de verantwoordelijke Nigeriaanse autoriteiten zijn zich bewust van de problemen en zoeken naar oplossingen. Bovendien zijn veel van de hydrologische data die nodig zijn voor een waterbeheerplan op dit moment beschikbaar. De volgende stap is het ontwikkelen van zo'n plan dat door de verantwoordelijke Nigeriaanse autoriteiten gedragen wordt. Initiatieven zoals afvoerproeven door de dammen, het Stake Holders Forum en de door de Nigeriaanse overheid gefinancierde studie naar de mogelijkheid om de historische bijdrage van de Hadejia-rivier aan de gebruikers benedenstrooms te herstellen, zijn bouwstenen voor een breed geaccepteerd waterbeheerplan. HNWCP zal doorgaan met het verlenen van assistentie om dit doel te bereiken.

Referenties

- Acreman, M. en G. Howard (1996)** The Use of Artificial Floods for Floodplain Restoration and Management in sub-Saharan Africa; in: *IUCN Wetlands Programme*, Newsletter No. 12.
- Adams, W.M. (1992)** *Wasting the Rain*; Earthscan Publications Ltd, London.
- Aminu-Kano, M. (1995)** The Impact of Water Resources Schemes on the Hadejia-Nguru Wetlands; in: M. Aminu-Kano (red) *The Critical Water Resources of the Komadugu-Yobe Basin*; Proceedings of a NIPSS-HNWCP Workshop; 25–26 January; Kuru, Nigeria.
- Diyam (1987)** Shallow Aquifer Study; Kano State Agricultural and Rural Development Authority, Nigeria.
- Diyam (1996)** Yobe Basin Water Resources Study Report on Stage 1a; Federal Environmental Protection Agency, Nigeria.
- Goes, B.J.M. en A.N. Zabudum (1996)** Hydrology of the Hadejia-Jama'are-Yobe River Basin: 1992-1995; Hadejia-Nguru Wetlands Conservation Project, IUCN, Nigeria.
- Hadejia, I.A., M. Shua'ibu en G. Polet (1994)** Farmers Opinion on Timing of Artificial Floods Releases in the Hadejia-Nguru Wetlands. Hadejia-Nguru Wetlands Conservation Project, IUCN, Nigeria.
- HNWCP-NIPSS (1993)** Workshop on the Management of the Water Resources of the Komadugu-Yobe Basin; 1-2 April; Kuru, Nigeria.
- Hollis, G.E., W.M. Adams en M. Aminu-Kano (1993) (red)** The Hadejia-Nguru Wetlands: Environment, Economy and Sustainable Development of a Sahelian Floodplain Wetland; IUCN, Gland, Switzerland.
- Howard, G. (1996)** Fact sheet about *Typha*; niet gepubliceerd.
- Mbanyiman, E.S., M. Dan Jaji, M. Shua'ibu en H. Bitrus (1996)** Quest for Sustainable Use of Wetland Resources: the Hadejia-Nguru Wetlands Experience; Hadejia-Nguru Wetlands Conservation Project, IUCN, Nigeria.
- Polet, G. en J.R. Thompson (1995)** Maintaining the Floods. Hydrological and Institutional Aspects of Managing the Komadugu-Yobe River Basin and its Floodplain Wetlands; IUCN, Gland, Switzerland.

Schultz International Ltd (1976) Hadejia river basin study; Canadian International Development Agency.

Thompson, J.R. (1995) Hydrology, Water Management and Wetlands of the Hadejia-Jama'are Basin, Northern Nigeria; PhD. thesis; University College London.