



IMPETUS
Westafrika

Integratives Management-Projekt
für einen Effizienten und Tragfähigen Umgang mit Süßwasser in
Westafrika:

Fallstudien für ausgewählte Flußeinzugsgebiete
in unterschiedlichen Klimazonen

Erster Zwischenbericht
Zeitraum: 1.5.2000 - 31.12.2000

Ein interdisziplinäres Projekt der Universität zu Köln und der Universität Bonn

22. Mai 2001



Koordinierende Institutionen

Universität zu Köln
 Institut für Geophysik und Meteorologie
Prof. Dr. P. Speth (Sprecher)
 Kerpener Str. 13
 D-50923 Köln
 Tel.: 0221-470 3679 / Fax: 0221-470 5161
 E-Mail: speth@meteo.uni-koeln.de



Co-ordinating Institutions

Universität Bonn
 Geographische Institute
Prof. Dr. B. Diekkrüger (Stellv. Sprecher)
 Meckenheimer Allee 166
 D-53115 Bonn
 Tel.: 0228-73 2107 / Fax: 0228-73 5393
 E-Mail: b.diekkruenger@uni-bonn.de

Kontaktadresse:
 Universität zu Köln
 Institut für Geophysik und Meteorologie
 Dr. M. Christoph (Geschäftsführer)
 Kerpener Straße 13
 D – 50923 Köln

Telephon: (0221) 470 3690
 Fax: (0221) 470 5161
 e-mail: christoph@meteo.uni-koeln.de

Contact us:

University of Cologne
 Institute for Geophysics and Meteorology
 Dr. M. Christoph (Scientifique Secretary)
 Kerpener Strasse 13
 D – 50923 Cologne
 Germany

Telephone: +49 221 470 3690
 Fax: +49 221 470 5161
 E-mail: christoph@meteo.uni-koeln.de

Inhaltsverzeichnis

Seite

Zusammenfassung	1
I. Einleitung	3
II. Darstellung der Teilprojekte	12
<u>Projektbereich A:</u>	12
Der hydrologische Kreislauf des Ouémé-Einzugsgebietes und sozio-ökonomische Implikationen	
A1: Diagnose und Modellierung der räumlichen Niederschlagsvariabilität auf intrasaisonalen bis dekadischen Zeitskalen	14
A2: Bodenwasserdynamik, Oberflächenabfluß, Grundwasserneubildung und Bodendegradation auf der lokalen und der regionalen Skala	43
A3: Funktionale Beziehungen zwischen raumzeitlicher Vegetationsdynamik und Wasserkreislauf	73
A4: Sozio-demographische Entwicklung und Migration im Hinblick auf die Knappheit der Ressourcen	91
A5: Risiko und Unsicherheit im Umgang mit einer knappen Ressource: Ethnologische und medizinische Perspektiven auf Wasserverfügbarkeit, Wasserqualität und Wassermanagement	124
<u>Projektbereich B:</u>	146
Die Wasserbilanz des Drâa-Einzugsgebietes und sozio-ökonomische Implikationen	
B1: Zeitliche und räumliche Variabilität des Niederschlags	149
B2: Wasserverfügbarkeit und Bodendegradation	175
B3: Funktionelle Beziehungen zwischen der Vegetationsdynamik, dem Wasserkreislauf und dem Einfluß des Menschen	207
B4: Wasserverteilung, -rechte und -konflikte	227
<u>Anhang:</u>	245
Anhang 1: Meßstationen im HVO (Benin)	
Anhang 2: IMPETUS-Testsites im Drâa-Einzugsgebiet (Marokko)	
Anhang 3: Geschlossene Verträge (separater Band)	

Zusammenfassung

Bei dem vorliegenden Projekt handelt es sich um ein interdisziplinäres und anwendungsbezogenes Forschungsvorhaben, in dem ein nachhaltiges Management der knappen Ressource „Wasser“ im Vordergrund steht. Die geplanten Arbeiten werden auf der Basis eines Kompetenznetzwerkes in zwei Flußeinzugsgebieten Westafrikas durchgeführt. Es handelt sich dabei um den Ouémé in Benin sowie um den Drâa im Südosten Marokkos. Diese Wahl ist motiviert durch die Wechselwirkung, die möglicherweise zwischen den Klimaten Afrikas und Europas über atmosphärische Telekonnektionsprozesse besteht sowie durch einen wahrscheinlichen Zusammenhang zwischen den seit den 70er Jahren anhaltenden Dürreperioden sowohl südlich als auch nördlich der Sahara.

Ausgangspunkt der Untersuchungen ist das Frischwasserdargebot, das durch den hydrologischen Kreislauf bestimmt ist. Eine Erweiterung seines Verständnisses hinsichtlich zeitlicher und räumlicher Schwankungen auf verschiedenen Skalen wird durch eine verbesserte Modellierung des atmosphärischen Zweiges erzielt. Der terrestrische Zweig des hydrologischen Kreislaufs wird mit Hilfe konzeptioneller Ansätze modelliert, die auch sensitiv gegenüber sozio-ökonomischen Veränderungen wie z.B. Wanderungsbewegungen sind. Ein Biosphärenmodell ermöglicht die Bestimmung der raum-zeitlichen Verteilung der Phytomasse sowie eine Abschätzung der landwirtschaftlichen Tragfähigkeit unter verschiedenen sozio-ökonomischen und klimatologischen Randbedingungen. Der sozio-ökonomische Teil des Projekts untersucht zum einen wie Wasser eingespart, Verluste vermieden und Managementsysteme für Trink- und Abwasser sowie Brauchwasser in der Landwirtschaft eingeführt werden können. Zum anderen wird die Reaktion der Menschen auf ein schwindendes Wasserdargebot Auswirkungen auf die Landnutzung und damit auf den Bodenwasserhaushalt haben. Im medizinischen Teilprojekt stehen Fragen der Wasserqualität hinsichtlich des Vorhandenseins krankheitserregender Keime im Vordergrund. Die im Laufe des Projektes gesammelten Erkenntnisse aller beteiligten Disziplinen werden in einer fortgeschrittenen Phase gekoppelt werden, um durch unterschiedliche Szenarienbetrachtungen eine umfassende Abschätzung von Risiken und möglichen Auswirkungen auf lokaler und regionaler Ebene zu erlauben. Hierdurch wird gleichzeitig eine verlässliche Basis für politische Maßnahmen und internationale Vereinbarungen aber auch für Entscheidungsträger aus Wirtschaft und Verwaltung bereitgestellt.

I Einleitung

Das vorliegende Projekt befaßt sich mit dem in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts zur Verfügung stehenden Süßwasser in zwei Regionen südlich und nördlich der Sahara (Abb. E-1). Das südliche CATCH¹-Gebiet, welches sich zwischen 1°W und 5°E und von 6°N bis 15°N erstreckt, deckt das gesamte Spektrum westafrikanischer Tropenklimate (Sahel-, Sudan-, und Guineaküstenklima) ab und schließt das Staatsgebiet von Benin sowie Teile von Niger, Nigeria, Togo und Burkina Faso ein. Innerhalb dieses regionalen CATCH-Fensters wurde der Fluß Ouémé in Benin als typisches Flußeinzugsgebiet wechselfeuchter Randtropen ausgewählt (vgl. Projektbereich A). Für das Flußeinzugsgebiet des Ouémé findet in Nordbenin das ca. 100x100 km große Ursprungsgebiet westlich von Parakou (Abb. E-2) besondere Beachtung, in dem Untersuchungen konzentriert erfolgen. Das Gebiet nördlich der Sahara ist das Einzugsgebiet des Drâa (Abb. E-3) in Marokko als ein Beispiel für ein Flußsystem im Gebirgsvorland humider bis arider Subtropen (vgl. Projektbereich B). Diese Auswahl der Flußeinzugsgebiete des Ouémé und des Drâa ist zum einen motiviert durch die Wechselwirkung, die möglicherweise zwischen den Klimaten Westafrikas und Europas über atmosphärische Telekonnectionsprozesse besteht sowie durch einen wahrscheinlichen Zusammenhang zwischen den seit den 70er Jahren anhaltenden Dürreperioden sowohl südlich als auch nördlich der Sahara. Zum anderen wird davon ausgegangen, daß die ausgewählten Flußeinzugsgebiete typisch für die jeweiligen Klimazonen sind und die dort erzielten Ergebnisse auf andere ähnliche Flußeinzugsgebiete übertragen werden können.

Die natürliche Verfügbarkeit von Süßwasser wird vom hydrologischen Zyklus kontrolliert. Eine effektive und anwendungsorientierte Betrachtung des hydrologischen Zyklus' bedeutet nicht nur, daß unterschiedliche Disziplinen der Naturwissenschaften sehr eng zusammenarbeiten müssen, sondern heißt auch, daß sozio-ökonomische und medizinische Fragestellungen zu berücksichtigen sind. Die Lösung derzeitiger und zukünftiger Probleme im Hinblick auf die Wasserversorgung ist nur mit einem interdisziplinären holistischen Ansatz erfolgversprechend, wobei eine der wesentlichen Herausforderungen in der Koordination der komplexen Wechselbeziehungen der beteiligten Disziplinen liegt. Ein solcher Ansatz wird im vorliegenden Projekt verfolgt. Die übergeordnete Zielstellung des auf insgesamt acht Jahre angelegten Projektes besteht in dem Aufzeigen konkreter Wege zur Umsetzung wissenschaftlicher Resultate in wissenschaftlich fundierte und belastbare, zugleich aber auch umsetzbare Lösungsstrategien vor dem Hintergrund einer sich ändernden natürlichen Umgebung. Hierdurch soll eine verlässliche Basis für politische Maßnahmen und internationale Vereinbarungen, aber auch für Entscheidungsträger aus Wirtschaft und Verwaltung bereitgestellt werden. In der ersten dreijährigen Phase stehen überwiegend Diagnosen verschiedener Aspekte des Wasserhaushaltes im Vordergrund der Betrachtungen. Darauf aufbauend werden in der zweiten dreijährigen Phase Prognosemethoden in bezug auf zu erwartende Veränderungen in

¹ Das Projekt CATCH ('Couplage de l'Atmosphère Tropicale et du Cycle Hydrologique') wurde von unseren französischen Kooperationspartnern von IRD ('Institut de Recherche pour le Développement') ins Leben gerufen.

den kommenden Jahrzehnten entwickelt. Die im Laufe des Projektes gesammelten Erkenntnisse aller beteiligten Disziplinen werden in der abschließenden letzten zweijährigen Phase gekoppelt werden, um durch unterschiedliche Szenarienbetrachtungen eine umfassende Abschätzung von Risiken und möglichen Auswirkungen auf lokaler und regionaler Ebene zu erlauben.

Die Arbeiten werden von Wissenschaftlern der Universitäten Köln und Bonn ausgeführt, die sich in einem gemeinsamen Kompetenznetzwerk organisiert haben. Weitere benachbarte wissenschaftliche Institutionen werden mit einbezogen, wie z.B. das Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF) in Bonn. Die Forschungsinitiative IMPETUS ist eingebettet in die lokale Forschungslandschaft der Staaten, wo die Forschungsaktivitäten konzentriert werden, also überwiegend in Benin und Marokko. Es wird Wert darauf gelegt, die dortigen staatlichen, traditionellen und privaten Institutionen durch eine intensive Zusammenarbeit zu stärken und den Aufbau wissenschaftlichen „know-hows“ zu fördern. Nachwuchsforschern aus den genannten Ländern sollen durch Aufenthalte als Gastwissenschaftler in Köln und Bonn die Gelegenheit erhalten, von den Ergebnissen des Projekts zeitnah zu profitieren.

Der vorliegende Zwischenbericht umfaßt den Zeitraum vom 1.5.2000 bis 31.12.2000. In diesem Zeitraum wurde der Schwerpunkt auf die Durchführung der folgenden Arbeiten gelegt:

- Auf der Basis einer Forschungsgenehmigung durch das Außenministerium des Königreichs Marokko und eines Rahmenabkommens zwischen der Republik Benin und der Bundesrepublik Deutschland wurden mehrere Kooperationsabkommen mit Institutionen in Marokko und Benin abgeschlossen. Diese sind in Tabelle E-1 aufgelistet und in Anhang 3 dieses Zwischenberichtes wiedergegeben. Durch diese Maßnahmen konnte sichergestellt werden, daß die eigenen Arbeiten in die lokalen Forschungslandschaften der beiden genannten Staaten eingebettet wurden und mit dem Projekt wie geplant begonnen werden konnte.
- Die zur Durchführung der Arbeiten notwendigen logistischen Maßnahmen (z.B. Anschaffung von Fahrzeugen, Verschiffung von Geräten, Zollfreiheitsbescheinigungen, Anmietung von Häusern als Basis etc.) wurden so weit vorbereitet, daß auch von dieser Seite her dem Beginn der beabsichtigten Arbeiten nichts im Wege stand. Diese Maßnahmen werden voraussichtlich im Jahre 2001 abgeschlossen werden können und werden deshalb im einzelnen im folgenden Zwischenbericht dargestellt werden.
- Besonderen Wert wurde auf die Installation der eigenen Meßstationen gelegt (Anhang 1 und 2).
- Die Rahmenbedingungen zur Durchführung der Arbeiten können insgesamt als sehr günstig angesehen werden, gemessen daran, daß das Projekt erst seit Mai 2000 gefördert wird. Der Schwerpunkt dieses Berichtes bezieht sich deshalb auch auf die Wiedergabe der bisher erzielten Ergebnisse in den einzelnen Teilprojekten der Projektbereiche A und B. In den einzelnen Teilprojekten dieser beiden Bereiche werden auch die bisher in den Teilprojekten C1 bis C3 durchgeführten Arbeiten integriert dargestellt.

- Im Vorhaben nimmt die Vernetzung innerhalb der einzelnen Teilprojekte und zwischen den Teilprojekten einen besonderen Stellenwert ein. Hierauf wird deshalb in den Berichten der einzelnen Teilprojekte besonders eingegangen, meist in separaten Abschnitten.
- Wie im Antrag angekündigt, wurden Vorbereitungen zur Einrichtung eines Integrativen Leitprojektes getroffen. Es ist Aufgabe des im Integrativen Leitprojekt tätigen Wissenschaftlers darauf hinzuwirken, daß die Gesamtzielsetzung des Projektes erreicht wird. Als verbindendes Element aller Teilprojekte untereinander soll dazu der Bereich der 'Ressourcenökonomie' - insbesondere die Wechselbeziehungen zwischen Ressourcenverfügbarkeit und Ressourcenbedarf - herangezogen werden. Der Wissenschaftler muß deshalb mit der naturwissenschaftlichen und der sozio-ökonomischen Denkweise gleichermaßen vertraut sein, und er muß eigene praktische Erfahrung in Entwicklungsländern haben, auch hinsichtlich der Möglichkeiten zur Förderung des wissenschaftlichen „know-hows“ in diesen Ländern. Es gehört weiterhin zu seinem Aufgabenbereich darauf zu achten, daß im Projekt als Ganzes die zwei betrachteten Flußeinzugsgebiete vergleichend betrachtet werden. Die Herausarbeitung der repräsentativen Elemente hinsichtlich der Übertragbarkeit der erzielten Ergebnisse auch auf andere Regionen wird einen weiteren Schwerpunkt seiner Arbeiten darstellen.

Nach den bisherigen Erfahrungen kann davon ausgegangen werden, daß im Jahre 2001 eine angemessene Besetzung dieser Position erfolgen wird.

- Zur Identifizierung der Schnittstellen zwischen den erwarteten Ergebnissen des Projektes IMPETUS, den künftigen Konsequenzen für Ressourcenmanagement und praktischer Technologieentwicklung erfolgte eine Beteiligung an einer Vorstudie, die bei AHT International in Essen in Auftrag gegeben wurde. Diese Vorstudie wird in der zweiten Jahreshälfte 2001 abgeschlossen werden; auf deren Konsequenzen für IMPETUS wird im nächsten Zwischenbericht eingegangen werden.

Tabelle E-1: Partner vor Ort**In der Republik Benin**

Teilprojekt	Institution und Repräsentanten
<u>A1</u> Niederschlags- variabilität	<u>geschlossen:</u> Direction de la Météorologie Nationale (DMN) <i>F. Hounton (Direktor)</i> <u>geplant:</u> Université Nationale du Bénin (UNB) <i>M. Boko, A. Afouda</i>
<u>A2</u> Kontinentale Hydrosphäre	<u>geschlossen:</u> Direction de l'Hydraulique (DH) <i>A. Toupé (Direktor)</i> <u>geplant:</u> Université Nationale du Bénin (UNB) <i>E. Agbossou, A. Afouda, H. Onibon, M. Boukari</i>
<u>A3</u> Biosphäre	<u>geschlossen:</u> Centre National de Télédétection et de Surveillance du Couvert Forestier (CENATEL) <i>V. J. Mama (Direktor)</i> <u>geplant:</u> Université Nationale du Bénin (UNB) <i>N. Sokpon, B. Sinsin, A. Floquet</i>
<u>A4</u> Sozio-Demographie	<u>Absichtserklärung unterzeichnet:</u> Institut National de Recherche Agronomique du Bénin (INRAB) <i>J. Detongnon (Direktor)</i> <u>geplant:</u> Université Nationale du Bénin (UNB) <i>R. Tossa, S. Vadouche, R. Moggbo</i>
<u>A5</u> Ethnologie/Medizin	<u>geschlossen:</u> Direction de l'Hydraulique (DH) <i>A. Toupé (Direktor)</i> Abkommen mit dem Dorf Doguè <i>König von Doguè, A. Olossoumare (Präfektur Bassila)</i> <u>geplant:</u> Université Nationale du Bénin (UNB) <i>H. Soclo, Z. Tossa</i>

"Geschlossen" bedeutet im Fall der Abkommen mit der Republik Benin, daß die Verträge unterschriftsreif sind und gezeichnet werden können, sobald das Rahmenabkommen zwischen der Republik Benin und der Bundesrepublik Deutschland vorliegt.

Ein Abkommen zwischen dem französischen IRD (Institut de Recherche pour le Développement)/Projekt CATCH, das die wissenschaftliche und finanzielle Zusammenarbeit zwischen den

Projekten CATCH und IMPETUS regelt, wurde am 21. Februar 2001 geschlossen (Koordinator: Thierry Lebel).

Im Königreich Marokko:

Teilprojekt	Institution und Repräsentanten
<u>B1</u> Niederschlags- variabilität	<u>geschlossen:</u> Direction de la Météorologie Nationale (DMN) <i>A. Diouri (Direktor)</i>
<u>B2</u> Kontinentale Hydrosphäre	<u>geschlossen:</u> Office Régional de Mise en Valeur Agricole Ouarzazate (ORMVAO) <i>A. Leghtas (Direktor)</i>
<u>B3</u> Biosphäre	<u>geschlossen:</u> Institut Agronomique et Vétérinaire (Rabat) <i>F. Gessous (Direktor)</i>
<u>B4</u> Sozio-Demographie und Rechte	<u>geschlossen:</u> UFR Développement et Aménagement Régional, Faculté des Lettres, Université Mohammed V, Rabat <i>Prof. Dr. S. B. Alaoui (Dekan)</i> Association de Développement de la vallée du Drâa (ADEDRA) <i>Y. Bahnini (Vizepräsident)</i>

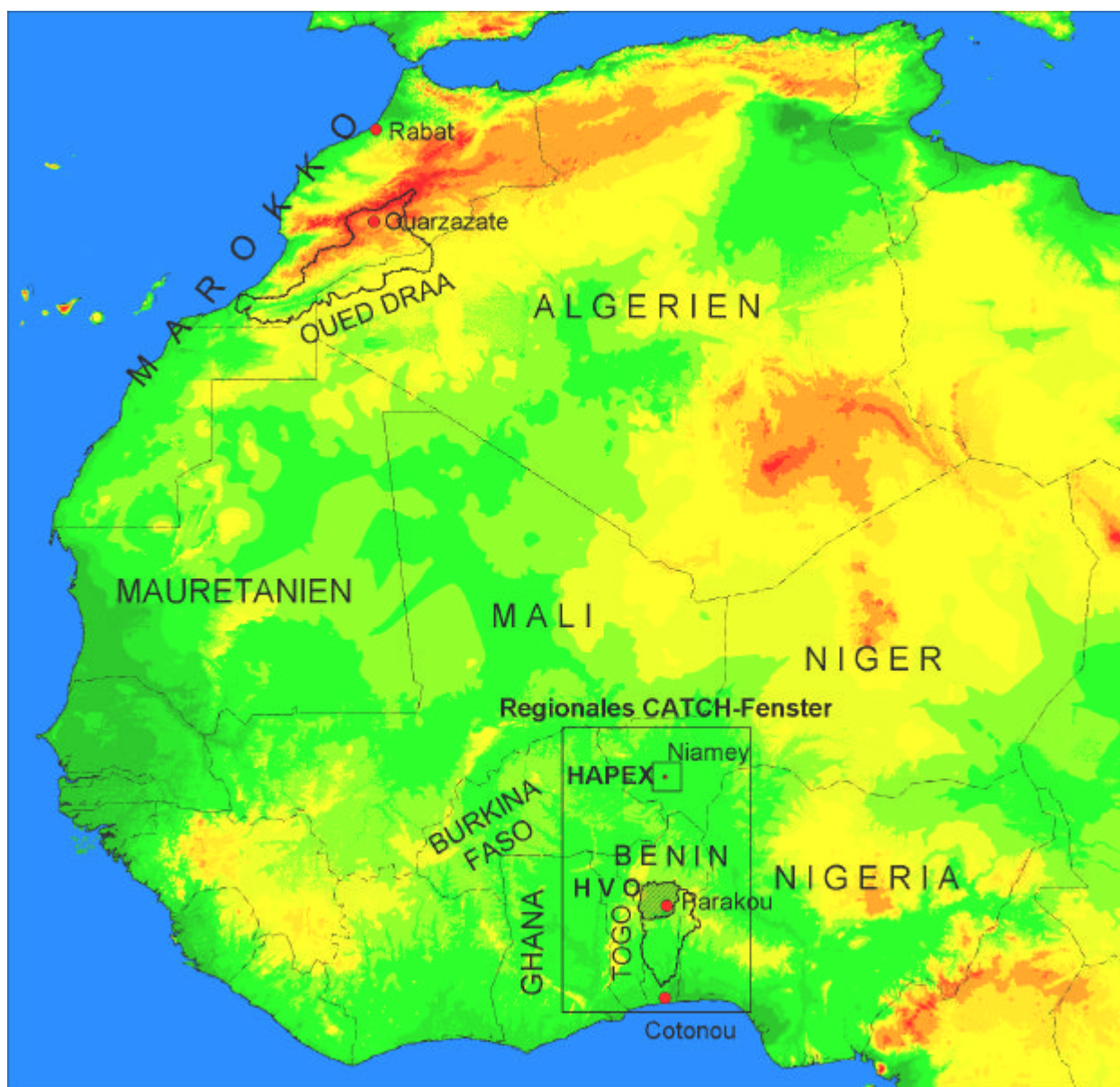


Abb. E-1: Die zwei betrachteten Flußeinzugsgebiete des DRÂA in Marokko und des OUÉMÉ mit Schwerpunkt in Benin, jeweils dargestellt durch fett gezeichnete Umrandungen. Das Einzugsgebiet des OUÉMÉ befindet sich im regionalen CATCH-Fenster (Erstreckung 1°W bis 5°E und von 6°N bis 15°N). Innerhalb des Flußeinzugsgebietes des OUÉMÉ wird in Nordbenin ein ca. 100x100 km großes Teileinzugsgebiet westlich von PARAKOU (,Haute Vallée de l'Quémé': HVO) gewählt, in dem Untersuchungen konzentriert erfolgen. Durch das EPSAT-Niger (,Estimation des Précipitations par Satellite au Niger') Experiment (1990-1999) und das HAPEX-Sahel (,Hydrological and Atmospheric Pilot Experiment in the Sahel') Experiment liegen für ein Gebiet von ca. 100x100 km um Niamey umfangreiche Datensätze vor.

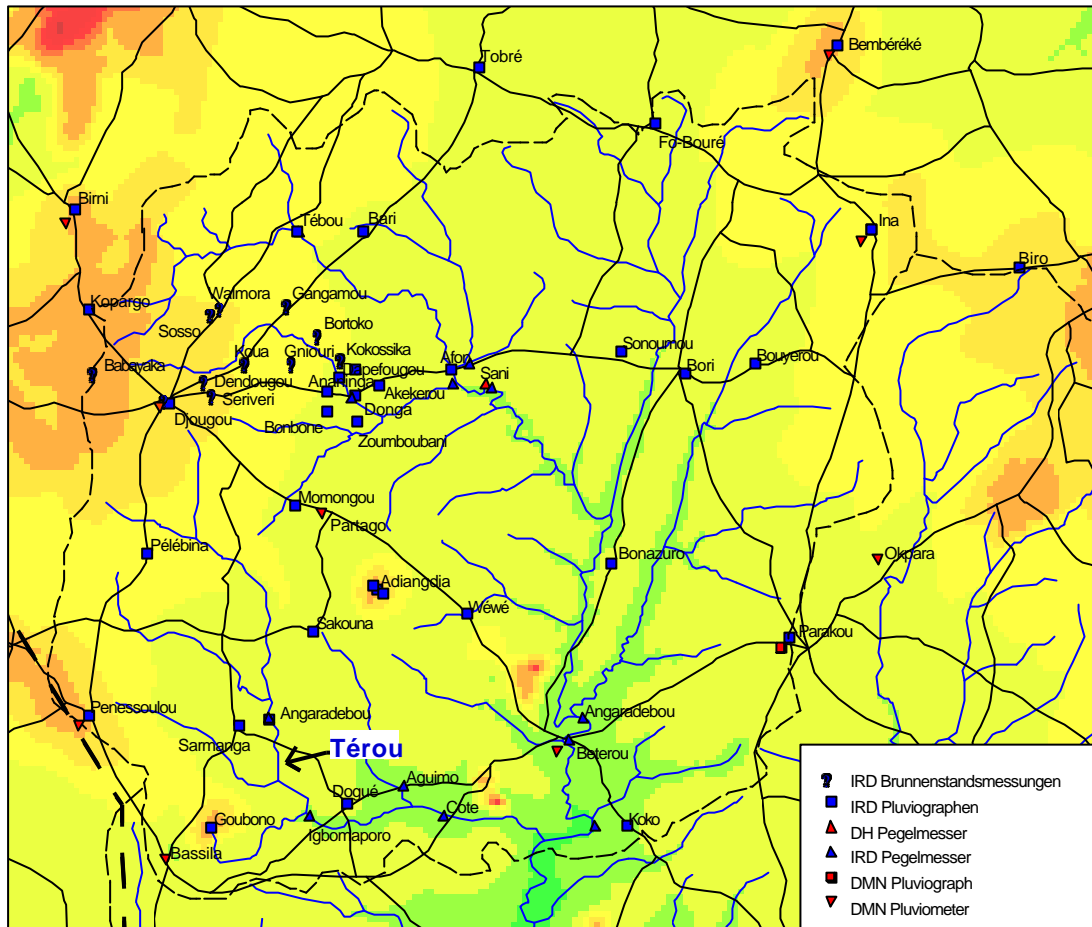


Abb. E-2: Teileinzugsgebiet ‚Haute Vallée de l’Ouémé‘ (HVO):

Bestehende Meßstationen von CATCH und des nationalen Netzes sind durch farbige Symbole markiert. Die eigenen vorgesehenen hydrometrischen und meteorologischen Meßstationen sind bzw. werden vor allem im südwestlichen Bereich (‘Le bassin du TÉROU’) installiert. Der TÉROU ist durch einen Pfeil markiert.

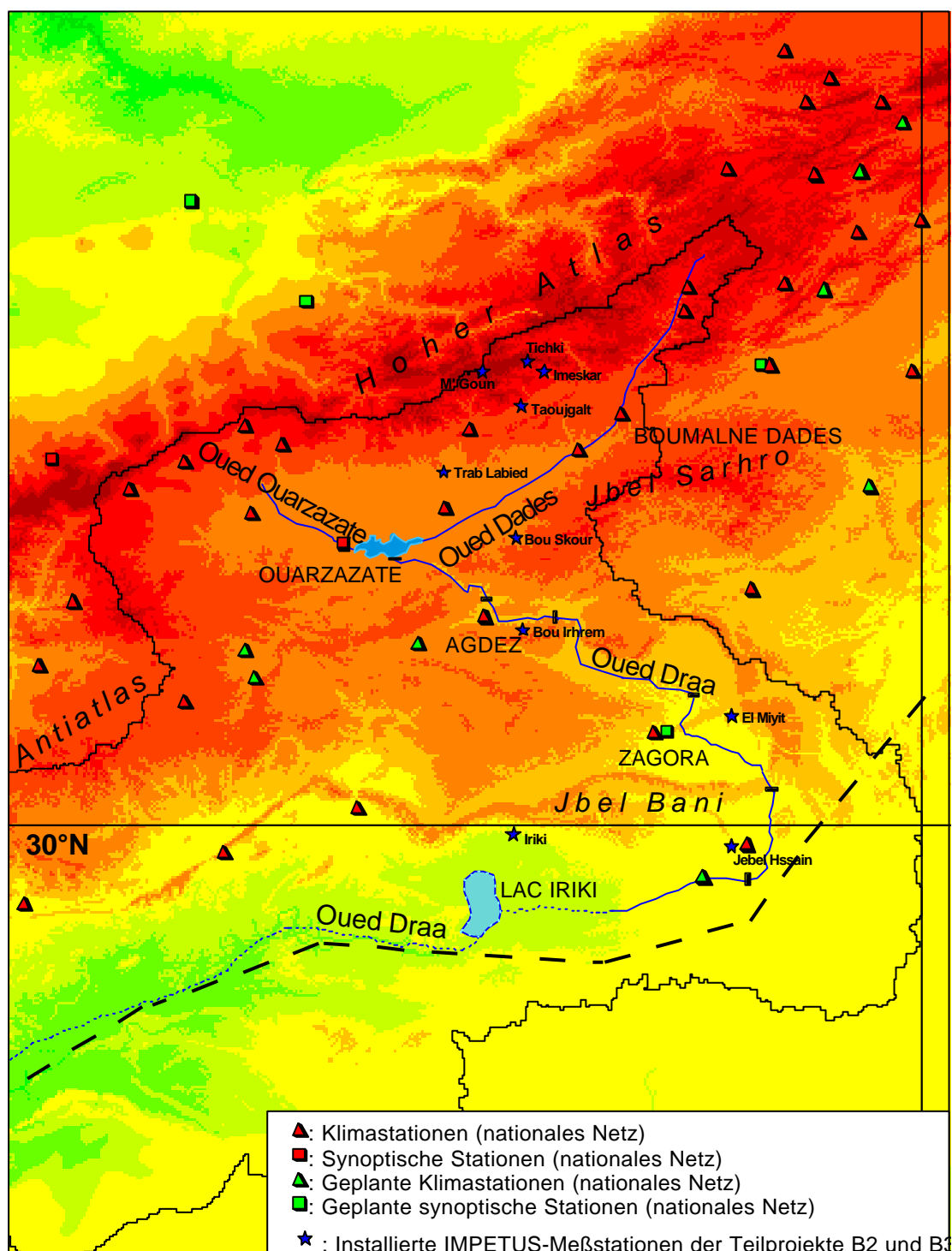


Abb. E-3: Bereich des mittleren und oberen DRÂA:

Bestehende Meßstationen und eigene Meßstationen sind durch farbige Symbole markiert. Im nördlichen und nordwestlichen Teil des Kartenausschnitts existieren noch weitere Klimastationen, die z.Zt. beschafft werden, deren genaue Standorte aber noch nicht bekannt sind.