

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen  
Forschung  
**Band:** - (2002)  
**Heft:** 54

**Artikel:** Dossier Wasser : kühles Nass - heiss begehrt : Budgetplan fürs knappe  
Wasserkonto  
**Autor:** Glogger, Beat  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-551889>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Kühles Nass heiss



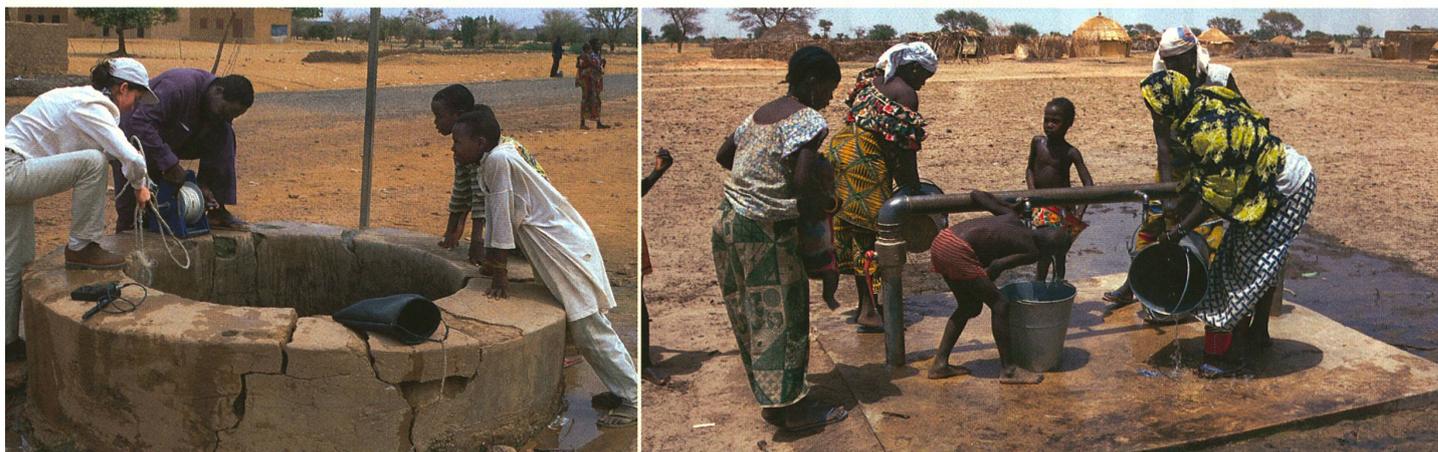
# begehrt

Wie jedes Lebewesen ist auch der Mensch aufs Wasser angewiesen. Je länger, je mehr. Denn der Wasserverbrauch steigt. Wie Grundwasser-Reserven geschützt, giftige Chemikalien aufgespürt oder Konflikte ums Wasser beigelegt werden können, wird von Schweizer Forscherinnen und Forschern intensiv untersucht.

# Budgetplan fürs knappe Wasserkonto

VON BEAT GLOGGER  
FOTOS ETH ZÜRICH

Wasserreserven dürfen nicht gefährdet werden. Besonders in Gebieten wie Afrika, wo Wasser knapp und kostbar ist. Die Grundwassermodelle und Wasserbilanzen des Teams um Wolfgang Kinzelbach an der ETH Zürich liefern wertvolle Entscheidungsgrundlagen.



*In Nigeria untersuchen Forschende der ETH Zürich den Ursprung und die Regeneration von Grundwasservorkommen.*

**M**it wachsender Bevölkerung steigt der Wasserverbrauch. Dies zwar auch wegen des wachsenden Konsums von Trinkwasser, vielmehr aber weil die Landwirtschaft viel grössere Mengen Wasser zur Nahrungsmittelproduktion benötigt. «Zur Produktion von einer Tonne Getreide werden 1000 bis 2000 Tonnen Wasser verbraucht», rechnet Wolfgang Kinzelbach vom Institut für Hydromechanik und Wasserwirtschaft der ETH Zürich vor. Doch wo und wie ist Landwirtschaft in trockenen Gebieten dauerhaft möglich, ohne die Wasserreserven

aufzubrechen? Solche Fragen versucht Kinzelbachs Team zu beantworten. «Um die richtigen Massnahmen vorschlagen zu können, müssen wir nicht nur die Mengen, sondern auch die Mechanismen kennen, mit denen Grundwasservorkommen gespeist werden», sagt Kinzelbach.

Ein vom Schweizerischen Nationalfonds unterstütztes Projekt läuft im Iullemeden-Becken südlich der Sahara, das sich über 455 000 Quadratkilometer erstreckt und von Mali, Niger und Nigeria geteilt wird. Dort liegt unter der ausgetrockneten Savanne ein mehr-

schichtiges System von Aquiferen, wie die Hydrogeologen die wasserführenden geologischen Formationen nennen. Der tiefe Aquifer reicht bis zirka 1500 Meter unter die Erdoberfläche und hat eine Mächtigkeit von ungefähr 1000 Metern. Diesem Wasser hat Kinzelbachs Team einige seiner Geheimnisse entlockt. Seltene Varianten der Elemente Kohlenstoff, Helium und Sauerstoff, sogenannte Isotope, geben Auskunft darüber, wie lange das Wasser schon im Untergrund liegt und zu welchen klimatischen Bedingungen es dorthin gelangt ist. Und siehe da: Das Wasser

tief unter dem Boden des Iullemedens stammt aus einer Zeit, in der die Sahara noch keine Wüste, sondern von dichtem Pflanzengrün bewachsen war. Es ist über 10 000 Jahre alt.

Nicht bis in dieses alte Grundwasser dringen die Bauern vor, die auf eigene Faust Brunnen bohren. Sie zapfen einen näher an der Oberfläche gelegenen Aquifer an. Dieser führt jüngerer Wasser und wird auch heute noch gespeist, wie die darin zu findenden Zivilisationsspuren wie Tritium und Fluorchlorkohlenwasserstoffe beweisen.

Doch wie viel Nutzung erträgt dieses Reservoir, wenn immer mehr entnommen wird? «Kurzfristig darf das Wasserkonto schon mal überzogen werden», meint Kinzelbach, «aber Bewässerung aus Grundwasserquellen kann langfristig nur funktionieren, wenn sie nachhaltig ist, das heisst, wenn Speisung und Entnahme ausgeglichen sind.»

### Verbrauch unbekannt

Um sinnvolle Empfehlungen für die Nutzung des Grundwassers abzugeben, ist es nötig, eine Grundwasserbilanz zu erstellen. Ein schwieriges Unterfangen, wo es doch in Ländern wie Niger nicht einmal Wasserverbrauchsstatistiken gibt. «Im besten Fall können wir zählen, wie viel Leute mit jeweils zwei vollen Eimern vom Brunnen weggehen», umschreibt die Doktorandin Carmen Alberich das Problem. Der Verbrauch an Grundwasser kann deshalb nur anhand der Bevölkerungsverteilung abgeschätzt werden.

Um den Nachschub in das genutzte Reservoir zu bestimmen, suchen die Zürcher Hydromechaniker mit Hilfe von Satellitenbildern und digitalen Geländemodellen zuerst einmal die Orte, wo das Grundwasser gespeist wird, um dann aus deren Grösse die Menge des Zuflusses zu errechnen. Zur Diskussion stehen die «Mares», offene Wasserflächen, die sich während der drei Monate kurzen Regenzeit in Niederungen bilden, und die «Dallols», wie man in dieser Region die Flussbette nennt, die meist trocken liegen und nur bei grossen Regenfällen zu echten Flüssen anschwellen. Welche Flächen zur Grundwasserneubildung beitragen, ist nicht nur für die hydrologische Grundlagenforschung wichtig,

sondern auch von praktischer Bedeutung, wenn eine Regierung entscheiden muss, welche Gebiete sie unter Schutz stellen soll.

Einige Tausend Kilometer südlich von Niger, in einer bereits teilweise geschützten Landschaft, läuft eine weitere Arbeit des Instituts für Hydromechanik und Wasserwirtschaft. Die Doktoranden Peter Bauer und Stephanie Zimmermann untersuchen die Wasser- und Salzbilanz des Okavango-Deltas. Der Okavango fliesst vom feuchten tropischen Hochland in Angola südwärts ins Kalahari-Becken, wo er sich in Botswana zu einem riesigen Binnendelta ausbreitet. Derart aufgefächert verdunsten neunzig Prozent des Stroms unter der sengenden Sonne.

### Wo bleibt das Salz?

Normalerweise würde man erwarten, dass sich dabei eine gewaltige Salzpfanne bildet. Nicht so im Okavango-Delta. Zwar lässt der Fluss jährlich etwa 300 000 Tonnen Salz zurück, trotzdem ist die Salzkonzentration im Oberflächenwasser am Rande des Deltas nur dreimal höher als im einströmenden Fluss. Es bietet immer noch Lebensraum für eine reichhaltige Süsswasserfauna und -flora und steht teilweise als Nationalpark unter Schutz.

Wo aber bleibt das Salz? Die Lösung des Rätsels liegt in den Tausenden von Inseln unterschiedlichster Grösse im Okavango-Delta. Diese Inseln funktionieren als eine Art

Salzdeponie, wie Messungen im Grundwasser unterhalb der Inseln zeigen. Die Bäume auf den Inselchen saugen Wasser an, das Salz konzentriert sich auf, bis eines Tages die Vegetation abzusterben beginnt und die Dichte des Wassers so hoch ist, dass es als salzige Sole ins tiefere Grundwasser abzusinken beginnt. Dadurch wird stetig Salz aus dem Delta entfernt.

«In einem so komplexen System», so schreiben die Doktoranden, «kann jede menschliche oder natürliche Veränderung eine Bedrohung für das Gleichgewicht des Deltas darstellen.» Deshalb ist es wichtig, jeden geplanten Eingriff im Voraus auf seine Folgen hin zu prüfen. Denn viele Nutzer konkurrieren um das knappe Nass des Okavango. Direkt um das Delta herum sind es Haushalte, Tourismus und Bergbau. International buhlen mehrere Länder um das Wasser. Welches sind die ökologischen und wirtschaftlichen Folgen, wenn Angola weiter flussaufwärts einen Damm baut? Was haben weiter stromabwärts gelegene Staaten wie Namibia und Botswana zu erwarten, wenn aus dem Zufluss des Deltas Wasser entnommen wird? Die wissenschaftlichen Modelle der Hydrogeologen sollen solche Fragen zuhanden der betroffenen Regierungen beantworten. Damit aus einem Verteilproblem nicht ein Verteilkampf wird. Damit es nicht zum Krieg ums Wasser kommt. ■

*Breit gefächertes Delta: 90 Prozent des Okavango-Stroms verdunsten unter der sengenden Sonne.*

