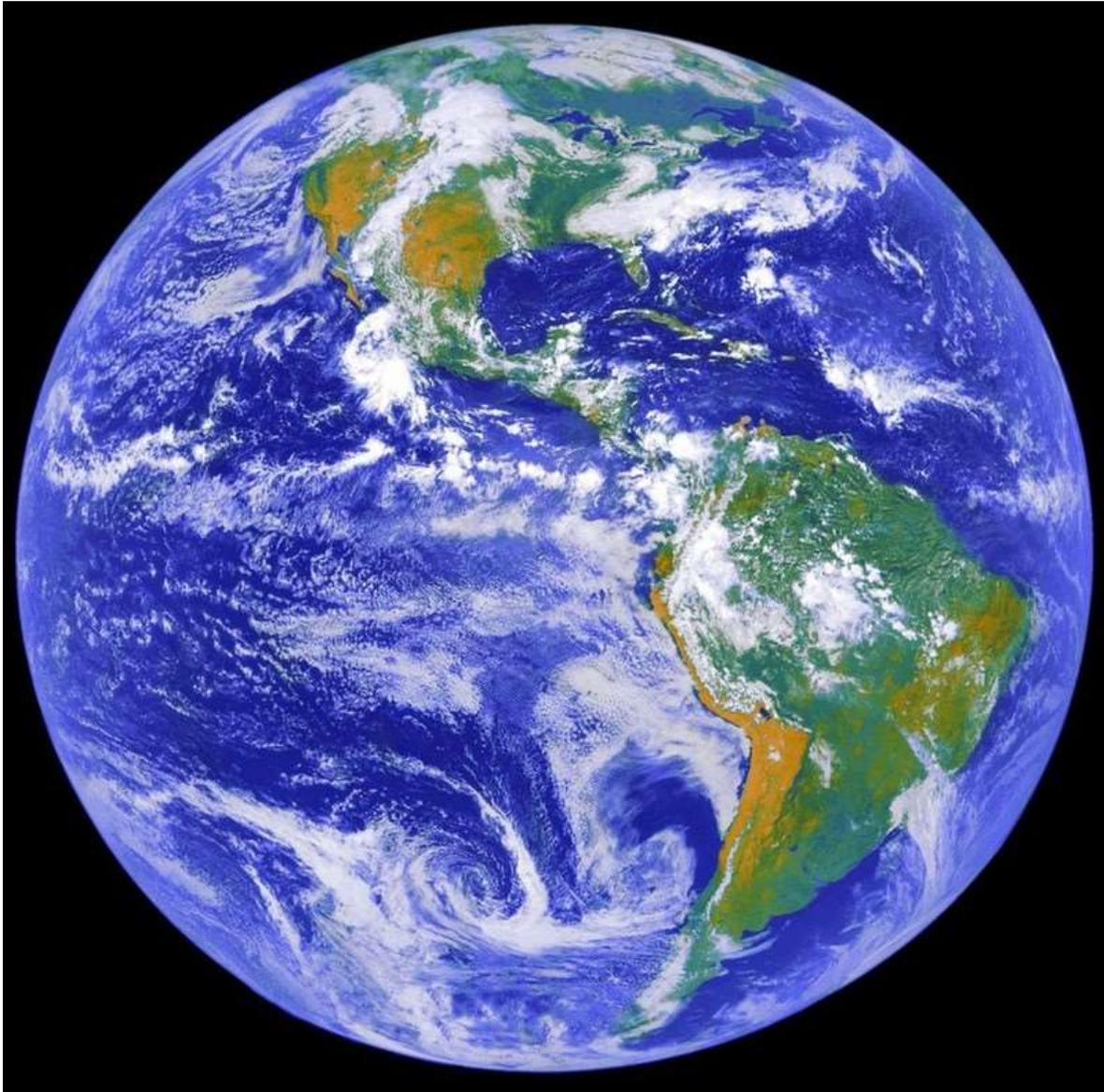


## Wassermenge auf der Erde



[http://www.planeterde.de/Members/holger-kroker/0610/2006-10-19-16-59\\_112623129724/image](http://www.planeterde.de/Members/holger-kroker/0610/2006-10-19-16-59_112623129724/image)

**Blauer Planet:** die Erdoberfläche ist mit 71% von Wasser bedeckt, was einer Gesamtwassermenge von etwa 1.332 Millionen  $\text{km}^3$  entspricht.

**Salzwasser:** 1.298 Mio  $\text{km}^3 \rightarrow 97,4 \%$

**Süßwasser:** 36 Mio  $\text{km}^3 \rightarrow 2,6 \%$

In Eis gebundenes Süßwasser: 77%

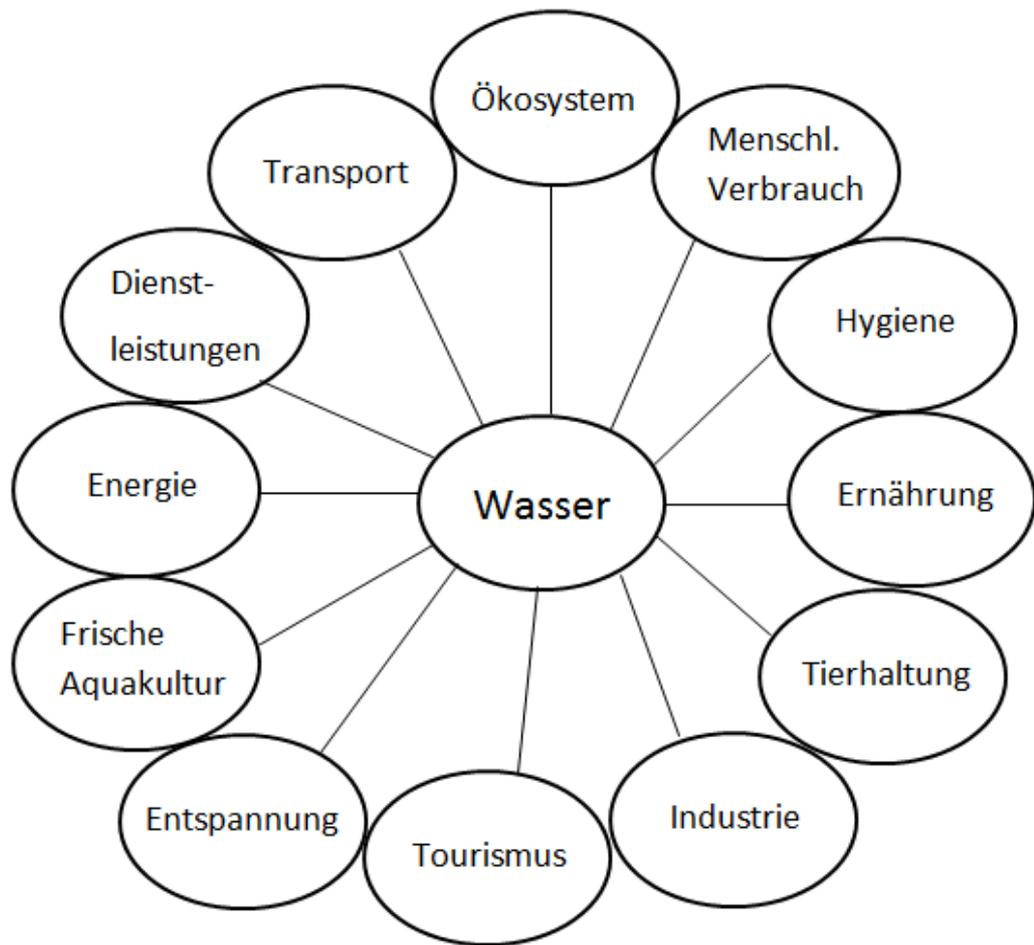
In den Tiefen des **Grundwassers** gebundenes Süßwasser: 11 %

Zur **Wasserversorgung** genutztes Süßwasser: 4 Mio  $\text{km}^3 \rightarrow 12 \%$

**Nutzbares Wasser** an der Gesamtwassermenge: 0,3 %

# Herkunft des Wassers

Zugangsmöglichkeiten von Wasser



Nach Oswald 2007

Der Ursprung des Urquells



Was heute als Brocher an die Küsten klatscht, stammt aus den Tiefen des Weltalls: In grauer Vorseit erreichte Wasser mit Kometen die Erde.

FOTO: AP

# Ursprung des Urquells

Wie entstand einst das Wasser der Erde? Astrophysiker präsentieren eine gewagte Indizienkette. Demnach sind die  $H_2O$ -Moleküle der heutigen Meere und Flüsse älter als das gesamte Sonnensystem

VON ROBERT GAST

Im Meer, in der Badewanne, in der Trinkflasche, überall schwappt es. Ohne Wasser gäbe es kein Leben. Aber wie stand diese Grundlage allen Daseins? Sicht von Astronomen ist diese Frage tenfalls teilweise beantwortet. **Himmel** vermuten, dass in früherer Urzeit Wasser in Form von Kometen und ... **Kometen auf die Erde prasselte**. aus Staub, Gas und gefrorenem Wasser **ormten kosmischen Geschosse rasten** **tröcker Zahl durch das junge Sonnensystem**. **aber vorher kam das in ihnen enthaltene Wasser, das vor mehr als vier Milliarden Jahren seinen Weg auf die Erde fand?** In der aktuellen Ausgabe des Fachmagazins *Science* präsentiert ein Forscherteam eine **kuriose Antwort**: Ein Teil des Wassers, heute die Weltmeere füllt, sei bereits Millionen Jahre vor der Sonne und der Erde entstanden, schreibt das Team um **Ilse-Clare Cleaves** von der Universität Michigan. **demnach war das Molekül des Lebens** ist Bestandteil einer riesigen interstellaren Wolke aus Gas und Staub.

Stockfinster und minus 263 Grad kalt war dieser kosmische Dunst. Vor allem Wasserstoff- und Heliummoleküle tummelten sich darin, vereinzelt auch Staubkörnern. Die interstellare Wolke erstreckte sich über Lichtjahre und war wohl Tausend Mal so schwer wie die Sonne. Mit der Zeit bildeten die Staubkörner und Gasmoleküle kleine Klumpen, die immer mehr Materie anzogen. Aus einem solchen Klumpen formte sich vor etwa 4,6 Milliarden Jahren unsere Sonne. Dabei war der junge Protostern anfangs noch umgeben von einer rotierenden Staubscheibe, aus der sich nach und nach die Planeten schälten.

In der Nähe der jungen Sonne war es jedoch zu heiß, als dass sich Wassermoleküle in den umgebenden Staub hätten mitbringen können, aus dem auch die Erde entstand. Nur weit jenseits der heutigen Umlaufbahn des Mars war es so kalt, vermuten Astronomen, dass sich Wasserreis bilden konnte. Fernab der Sonne formten sich schließlich wasserhaltige Asteroiden sowie massenhaft Kometen, die wie starrsche Schneebälle der Sonnenwärme so weit widerstehen konnten, dass sie in den fol-

genden Jahrmillionen die Erde erreichten, und Wasser auf die bis dahin staubtrockene Welt brachten.

Doch wo hat nun das Eis der Kometen seinen Ursprung? War es bereits existent, als die ursprüngliche Staubscheibe noch nicht zu Sternen und Planeten verklumpt war? Die in *Science* veröffentlichte Studie zeigt anhand von Computersimulationen, dass physikalische Prozesse in der späten protoplanetären Staubscheibe nicht

## Bis zu 50 Prozent der Moleküle im Ozean könnten aus uralttem kosmischem Staub stammen

das gesamte Wasser erzeugt haben können, das es heute im Sonnensystem gibt. Zwischen sieben und 50 Prozent des Wassers müssen daher älter sein als unsere Sonne, argumentieren die Autoren.

Wassermoleküle bilden sich im Weltall, wenn Sauerstoff auf Wasserstoff trifft. Da Wasserstoff aber in der Regel als Molekül aus zwei Atomen vorkommt, braucht es Energie, um die Molekülbindung des Was-

serstoffs zu knacken, erläutert Tim Harries von der Universität Exeter, Co-Autor der Studie. Dafür käme vor allem die im Kosmos allgegenwärtige Strahlung hochenergetischer Teilchen infrage. Diese Partikel könnten jedoch kaum ins Innere der bereits verdichteten Staubscheibe eindringen, sagt Harries, weshalb sich dort nur vergleichsweise wenige Wassermoleküle bilden konnten. Folglich müsse das Wasser deutlich früher entstanden sein.

Der Planetenforscher Mario Trieloff von der Universität Heidelberg hält diese Theorie für „durchaus wahrscheinlich“. Abschließend sei die Frage aus seiner Sicht aber noch nicht geklärt. Unter anderem, weil es schwierig sei, Staubscheiben um junge Sterne zu simulieren. Studienautor Tim Harries sieht hingegen die Hoffnung vieler Astronomen bestätigt: Wenn sich Wasser bereits in der ursprünglichen, riesigen Gaswolke gebildet hat, aus der Hunderte Sonnen hervorgingen, müsste das Molekül des Lebens in vielen weiteren Sternensystemen in erheblicher Menge vorhanden sein. Womöglich füllen auch dort Lebewesen Trinkflaschen und Badewannen.

# Wasserträger

Erste Daten von „Rosetta“ zeigen, woher die Ozeane stammen könnten

Wie kam das Wasser auf die Erde? Reiste es einst Huckepack auf Asteroiden – auf felsigen Brocken, die wie kleine Planeten um die Sonne kreisten und mit der jungen Erde kollidierten? Oder hatten Kometen es im Gepäck, Schweifsterne aus den eisigen Tiefen des Sonnensystems, die ab und zu der Erde einen Besuch abstatteten?

Lange Zeit bevorzugten Astronomen die Kometen-Hypothese. Nun schlägt das Pendel wieder in Richtung der Asteroiden aus. Verantwortlich dafür sind erste Ergebnisse des europäischen Kometenjähgers *Rosetta*, die Forscher jetzt im Fachmagazin *Science* (online) veröffentlicht haben.

Im vergangenen Monat hatte die *Rosetta*-Sonde Beobachter fasziniert, als sie einen kleinen Roboter namens *Philae* auf dem Kometen 67P/Tschurjumow-Gerassimenko absetzte. Wenige Tage nach seiner holprigen Landung verstummte *Philae* allerdings. *Rosetta* selbst ist deutlich produktiver und untersucht mit ihren elf wissenschaftlichen Instrumenten seit Monaten schon den Kometen. Ein Massenspektrometer namens Rosina bestimmt dabei die Häufigkeit einzelner Atome und Moleküle – darunter auch das Verhältnis von Wasserstoff zu seiner deutlich schwereren Variante Deuterium. Mit diesem sogenannten Isotopenverhältnis lässt sich – wie mit einem



Arg trocken: Komet Tschurjumow-Gerassimenko. FOTO: AP/ESA

Fingerabdruck – die Herkunft von Wasser bestimmen.

Bei den bislang aus der Ferne untersuchten Kometen lag der Wert meist nahe an den Verhältnissen in den irdischen Ozeanen. Die Resultate von *Rosetta*, mit deren Hilfe nun erstmals Fingerabdrücke vor Ort genommen werden können, deuten dagegen auf einen anderen Ursprung des Wassers hin. In der Gashülle von Tschurjumow-Gerassimenko ist das Verhältnis von Deuterium zu Wasserstoff demnach dreimal so hoch wie auf der Erde. „Das ist der wohl

größte Anteil an schwerem Wasser in allen bekannten Himmelskörpern des Sonnensystems“, sagt Rosina-Projektleiterin Kathrin Altwegg von der Universität Bern.

Das Ergebnis steht allerdings im Widerspruch zu Messungen des europäischen Weltraumteleskops *Herschel*. Mit dessen Kamera haben Astronomen vor drei Jahren den Fingerabdruck des Kometen Hartley 2 beobachtet und dabei kaum Unterschiede zum irdischen Wasser entdeckt. Wie Tschurjumow-Gerassimenko stammt Hartley 2 aus dem Kuipergürtel, einem Kometenparkplatz unweit der Neptunbahn.

Für Matt Taylor, *Rosetta*-Projektwissenschaftler bei der Europäischen Raumfahrtagentur Esa, muss das kein Widerspruch sein. „Je tiefer die Temperaturen bei der Entstehung sind, desto höher ist der Anteil von schwerem Wasserstoff“, sagt Taylor. Folglich spreche einiges dafür, dass die Kometen des Kuipergürtels in unterschiedlicher Distanz zur Sonne entstanden sind.

Die daraus resultierende Mischung verschiedener Deuterium-Fingerabdrücke spiegelt sich allerdings nicht in den irdischen Ozeanen wider. Für Kometenforscherin Altwegg ist daher klar: „Das Wasser ist höchst wahrscheinlich von Asteroiden und nicht von Kometen auf die Erde gebracht worden.“ ALEXANDER STIRN

## Kein Kometenwasser auf der Erde

Berner Physiker analysieren das Wasser des Kometen 67P/Tschurjumow-Gerassimenko

Woher kommt das Wasser auf der Erde? Diese Frage hoffen Astronomen mit der «Rosetta»-Mission zu klären. Nun liegen die ersten Ergebnisse vor.

Thorsten Dambeck

Astronomen gehen davon aus, dass das Wasser auf der Erde ursprünglich aus dem All kam: Laut gängiger Theorie haben uns kleine, wasserhaltige Himmelskörper im Laufe unzähliger Zusammenstöße mit der Ur-Erde Meere und Ozeane beschert. Ob Kometen dabei die Hauptrolle spielten, soll die europäische Raumsonde *Rosetta* klären. Erste Auswertungen dazu erschienen am Mittwoch im Wissenschaftsmagazin «Science». Laut den Messungen des Schweizer Bordinstruments «Rosina» scheint das irdische Wasser jedoch eher aus einer anderen Quelle zu stammen.

*Rosetta* umkreist seit August den Kometen «Tschuri»; im November setzte sie dort das Landegerät «Philae» ab. Doch während *Philae* wegen Strommangels schon nach knapp drei Tagen verstummte, observiert seine Muttersonde weiterhin den Kometen. Insgesamt hat *Rosetta* elf wissenschaftliche Instrumente an Bord. Für das Spektrometer Rosina – die Abkürzung steht für «Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis» – zeichnen Forscher der Universität Bern um Kathrin Altwegg verantwortlich. Rosina untersucht Teilchen in der Atmosphäre des Kometen und ermittelt so deren chemische Zusammensetzung.

Besonderes Augenmerk lag dabei auf dem Wasser, dessen Moleküle bekanntlich aus Wasserstoff und Sauerstoff bestehen. Doch Wassermoleküle sind nicht alle gleich: Das seltene Deuterium, auch «schwerer Wasserstoff» genannt, kann darin den Platz des regulären Wasserstoffs einnehmen. Es besitzt

ein zusätzliches Neutron im Atomkern und ist dadurch schwerer. Allerdings sind nur 0,15 Promille des gesamten irdischen Wasserstoffs «schwer».

«Tschuris» Wasser hingegen ist «signifikant anders», befanden die Berner Forscher: Der entsprechende Vergleichswert des Kometen liegt mehr als dreimal höher als derjenige der Erde. Damit sei es wahrscheinlicher, dass unser irdisches Wasser von wasserhaltigen Asteroiden stammt, die sich näher an der Erdbahn bewegen als Kometen. Laut Kathrin Altwegg sollten diese Kleinplaneten zumindest teilweise, wenn nicht gar hauptsächlich verantwortlich für die urzeitlichen Wasserlieferungen an die Erde sein.

Zu anderen Resultaten war noch 2011 das europäische Weltraum-Teleskop *Herschel* gekommen: Es hatte bei einem anderen Kometen erdähnliches Wasser gemessen. Ob die Debatte um den Urquell unserer Ozeane mit der neuen Studie nun versiegt, wird sich deshalb erst noch zeigen.

**SPIEGEL ONLINE**

13. November 2015, 17:12 Uhr

## Gesteinsanalysen

### Erde verdankt ihr Wasser nassem Staub

**Nasser Staub - kennen Sie das Phänomen aus dem Badezimmer? Was zunächst unappetitlich klingt, könnte unserer Erde zu ihren Wasservorkommen verholfen haben. Gesteinsanalysen deuten darauf hin, dass sie schon ziemlich lange ein blauer Planet ist.**

Ein Blick auf den Globus oder auf Bilder aus dem All - und es ist klar: Unser Planet hat ein Faible für blau. Wasser bedeckt zwei Drittel der Erdoberfläche. Doch die Herkunft dieses Wassers ist noch nicht abschließend geklärt. Manche Theorien gehen davon aus, dass es mit Kometen oder Meteoriten auf die junge Erde geregnet sein könnte, andere nehmen an, dass es schon bei der Entstehung der Erde vorhanden war.

Hinweise auf den Ursprung des Wassers kann die Analyse von möglichst urtümlichem Wasser aus der Frühzeit der Erde liefern. Solche Proben sind allerdings nur schwer zu finden. Im Fachmagazin "Science" unternimmt ein Team um Lydia Hallis vom Astrobiologie-Institut der US-Raumfahrtbehörde Nasa an der University of Hawaii in Honolulu nun aber genau diesen Versuch.

Die Wissenschaftler um Hallis hatten Basalt von der kanadischen Baffin-Insel in der Arktis analysiert. Das Gestein war 1985 gesammelt worden, und seine Herkunft wurde minutiös rekonstruiert, wie die Forscherin in einer Mitteilung der Universität erläutert. Unter anderem zeigen die Helium-, Neon- und Bleizusammensetzungen, dass dieses Gestein seit Jahrmilliarden relativ unverändert geblieben ist.

"Im Wesentlichen handelt es sich um das urtümlichste Gestein, das wir jemals auf der Erdoberfläche gefunden haben, und daher gibt uns das Wasser darin unschätzbar wertvolle Einblicke in die frühe Geschichte der Erde und die Herkunft ihres Wassers", so Hallis.

#### Geringer Deuteriumgehalt

In dem Basalt haben sich winzige Glasblasen gebildet, in denen Wasser aus der Entstehungszeit der Erde eingeschlossen ist. Die Analyse zeigt, dass dieses "Urwasser" vergleichsweise wenig Deuterium enthält. Deuterium ist eine schwere Wasserstoffvariante, die zusätzlich zu einem Proton auch noch ein Neutron im Atomkern enthält. Der geringe Deuteriumgehalt deutet darauf hin, dass sich unser Planet einst aus wassergetränkten Staubkörnern des solaren Urnebels zusammengeballt hat, schreiben die Forscher

Die Ergebnisse legen sehr nahe, dass das irdische Wasser nicht erst auf die abgekühlte, fertige Erde geregnet sei, erläutert Hallis. Stattdessen seien die Wassermoleküle wahrscheinlich von dem Staub getragen worden, der vor der Entstehung der Planeten in einer Scheibe um die Sonne kreiste.

"Mit der Zeit hat sich dieser wasserreiche Staub zusammengeballt, um unseren Planeten zu bilden", beschreibt die Forscherin. "Obwohl ein guter Teil des Wassers durch Verdunstung auf der Oberfläche verlorengegangen sein dürfte, hat genug überdauert, um das Wasser der Welt zu bilden."

Untersuchungen der Raumsonde "Rosetta" hatten bereits gezeigt, dass sich das Wasser auf dem Kometen 67P/Tschurjumow-Gerassimenko deutlich vom Wasser irdischer Ozeane unterscheidet. Konkret hatten die Messungen gezeigt, dass Deuterium auf dem Kometen dreimal häufiger vorkommt als in den Weltmeeren. Das war als Indiz gegen die These gewertet worden, dass Kometen dieser Familie das Wasser auf die Erde gebracht haben.

Frühere Messungen der Raumsonde "Dawn" am Asteroiden Vesta hatten wiederum gezeigt, dass es dort ein ähnliches Verhältnis von normalem zu schwerem Wasserstoff gibt wie auf der Erde. Das könnte ein Indiz dafür sein, dass es im inneren Sonnensystem schon von Anfang an viel Wasser gab und nicht nur in den eisigen Außenbezirken, wie oft vermutet. Die nun von Hallis und ihren Kollegen präsentierten Ergebnisse deuten ebenfalls in diese Richtung.

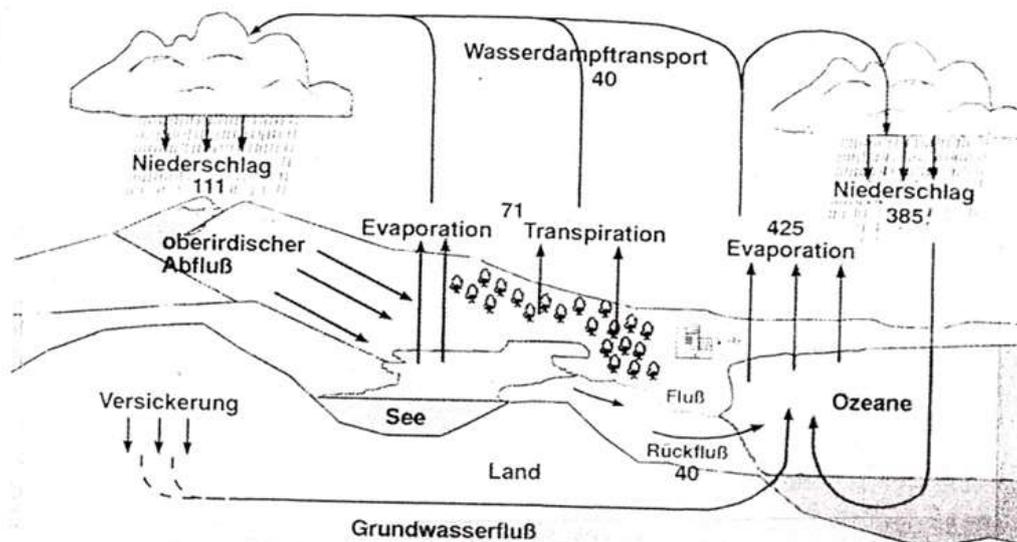
Jährlich erneuerbare Süßwassermenge auf der Erde: 1 Teelöffel in einer mit Wasser befüllten Badewanne

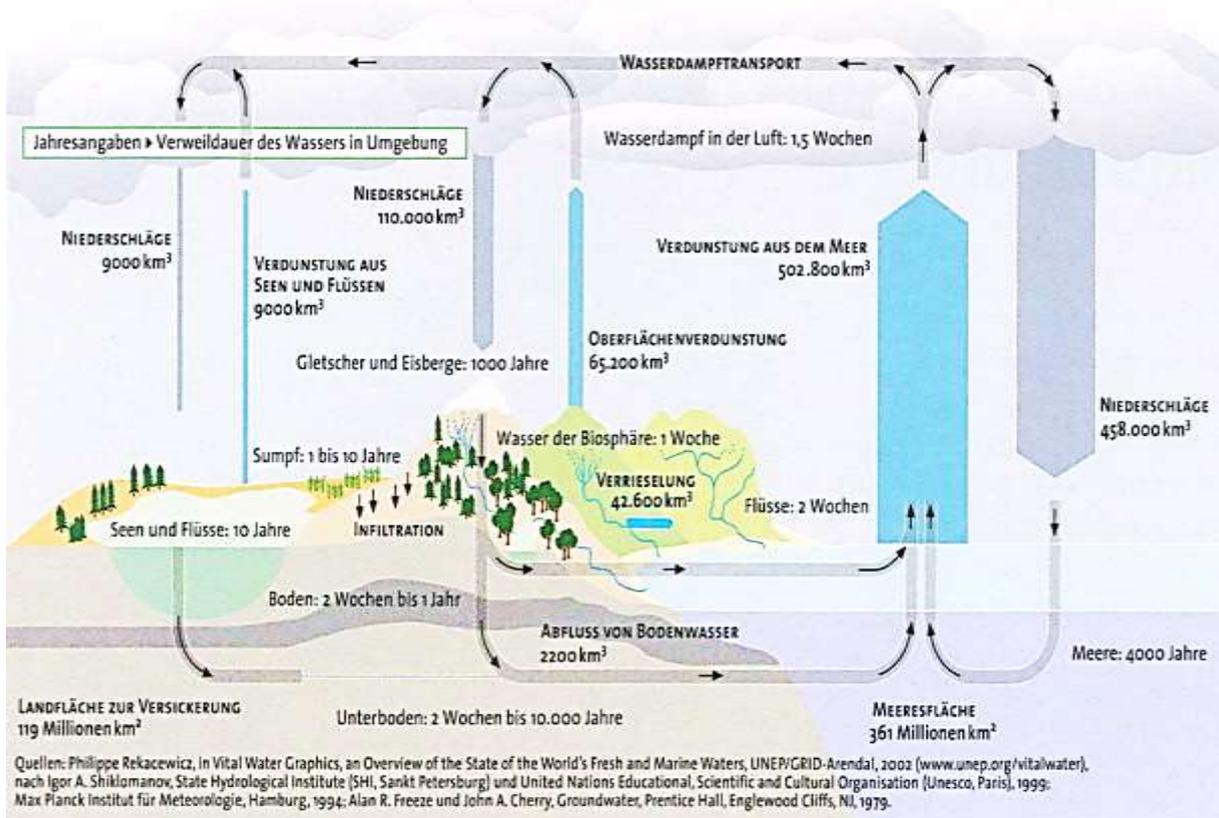
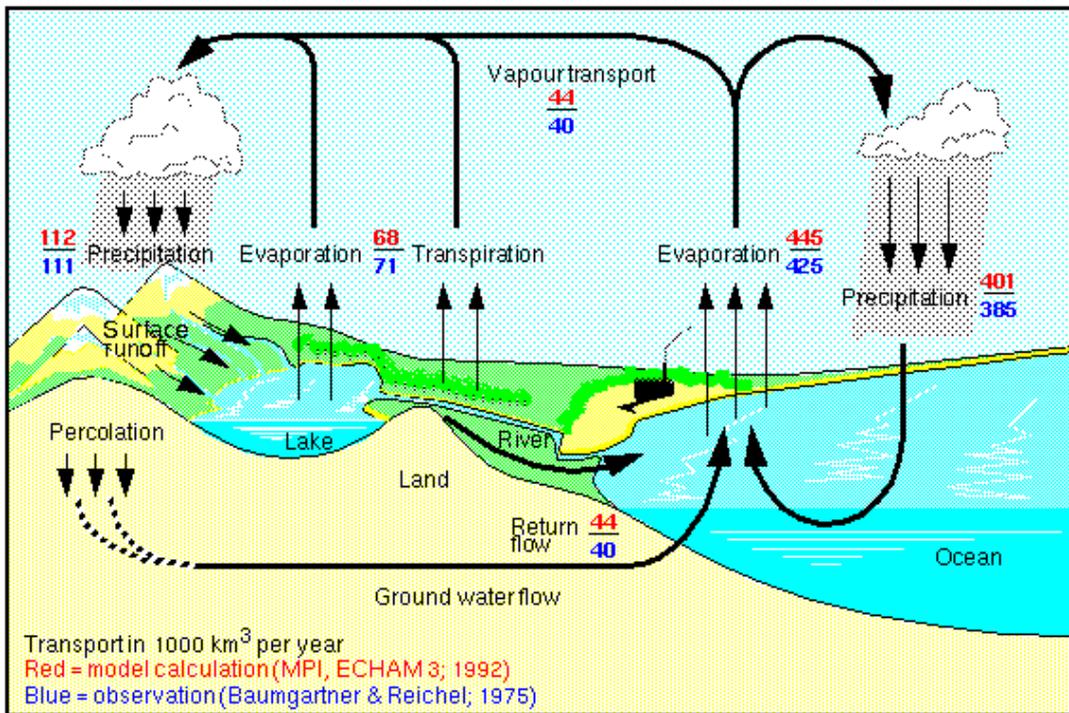
## Lebenselement Wasser

Wasser ist ein für das Leben auf der Erde unverzichtbares Element. Nur wo es in ausreichenden Mengen und in der erforderlichen Qualität vorhanden ist, können Pflanzen, Tiere und Menschen existieren. Dabei dient es den Menschen nicht nur als Lebensmittel im eigentlichen Sinn, sondern auch als Rohstoff und Hilfsmittel für die Güterproduktion. Erzeugnisse, zu deren Herstellung kein Wasser gebraucht würde, sind kaum denkbar. Zur Energieversorgung trägt das Wasser als nutzbare Kraftquelle oder als Kühlmittel in Wärmekraftwerken bei. Ebenso wichtig ist es für die Reinigung und die Entsorgung, d. h. für die Ableitung von Schmutz- und Abfallstoffen.

Die auf der Erde vorhandenen Wasservorräte sind scheinbar unbegrenzt. Mehr als 70 % der Erdoberfläche werden von Meeren bedeckt, die über den natürlichen Wasserkreislauf mit der Atmosphäre und den Kontinenten im Austausch stehen. Die gesamte Wassermenge, die es auf der Erde gibt, ist mit 1 384 Mio Kubikkilometern ( $\text{km}^3$ ) unvorstellbar groß. Davon sind jedoch 1 348 Mio  $\text{km}^3$  (97,4 %) Salzwasser und nur etwa 36 Mio  $\text{km}^3$  (2,6 %) Süßwasser. Und auch von den Süßwasservorkommen steht bloß ein geringer Teil für die Nutzung durch den Menschen zur Verfügung: 77 % des Süßwassers sind im Polar-, Meer-, und Gletscheris gebunden, 12 % liegen als Grundwasser in (noch) unerreichbaren Tiefen, und lediglich etwa 11 % — das entspricht kaum 4 Mio  $\text{km}^3$  oder 0,3 % aller irdischen Wasservorräte — können in irgendeiner Weise zur Wasserversorgung herangezogen werden. Diese nutzbaren Wasservorkommen verteilen sich auf das Grundwasser, die im Boden enthaltene Feuchtigkeit, die Oberflächengewässer (Süßwasserseen und Flüsse) und die Atmosphäre.

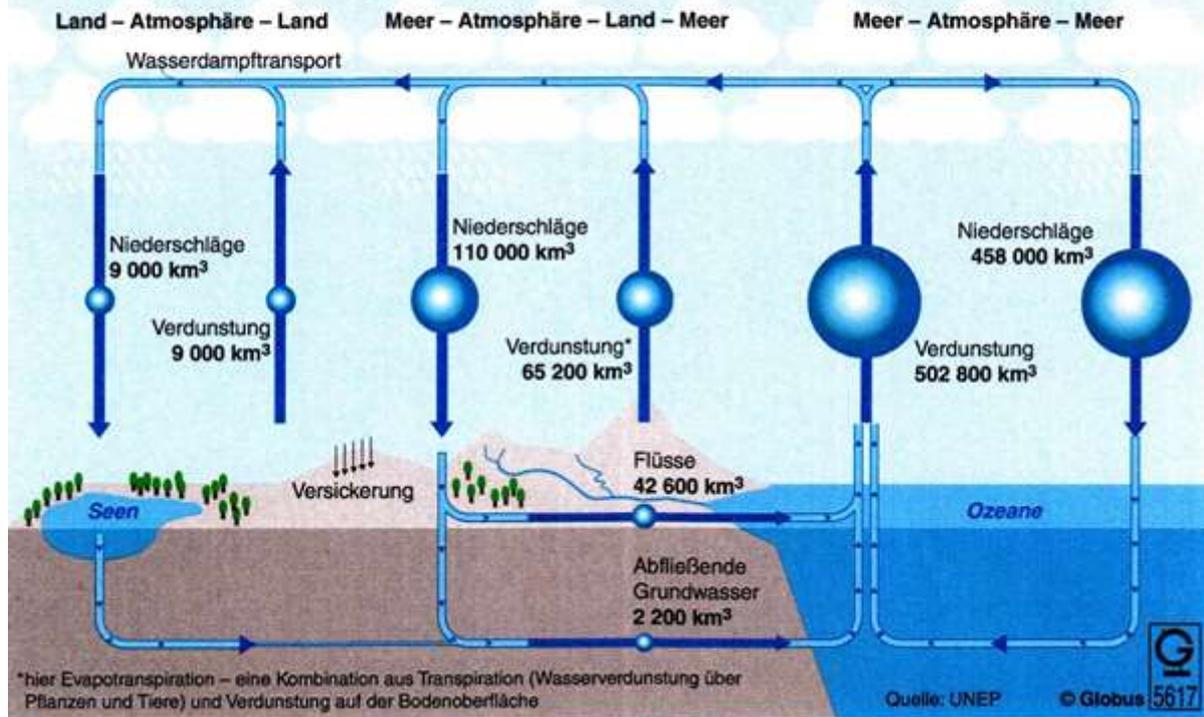
Über den Wasserkreislauf werden jährlich große Wassermengen zwischen den Meeren und dem Festland ausgetauscht. Im Durchschnitt gehen im Lauf eines Jahres rund 119 000  $\text{km}^3$  als Niederschlag auf die feste Erdoberfläche nieder. Davon steigen durch Verdunstung 72 000  $\text{km}^3$  als Wasserdampf wieder in die Atmosphäre auf; 42 000  $\text{km}^3$  werden über die Flüsse ins Meer zurückgeleitet. Wären die Regen- und Schneefälle eines Jahres gleichmäßig über die Kontinente verteilt, ergäbe sich eine Niederschlagshöhe von 800 mm. Tatsächlich schwanken die Niederschlagsmengen aber zwischen 30 mm in den Trockengebieten Afrikas und 11 000 mm in den Regenzone Südasiens. Überhaupt verfügen die einzelnen Erdregionen über sehr unterschiedliche Süßwasserreserven; große Teile der Erde leiden unter akutem Wassermangel. Selbst in den wasserreichen Ländern ist die Versorgung aber zunehmend gefährdet, weil dort zu viele konkurrierende Nutzungsansprüche aufeinandertreffen und der Wasserhaushalt zu stark beansprucht wird. Noch immer ungelöst ist das Problem der Gewässerverschmutzung.





# Der Kreislauf unseres Wassers

Diese drei Hauptwasserkreisläufe ergeben den globalen Wasserkreislauf:



dpa Globus DC5617 68. Jahrgang 12. April 2013

## Antrieb für den Wasserkreislauf

Der globale Wasserkreislauf wird durch die Wärme verbrauchende Verdunstung, die Wärme freisetzende Kondensation des Wasserdampfs und die Niederschläge angetrieben: Vom Ozean aus, aber auch von der Landoberfläche, gelangt das Wasser durch Verdunstung in die Atmosphäre. In der Atmosphäre kann das Wasser über die atmosphärische Zirkulation über weite Strecken horizontal transportiert werden. Dabei bildet es durch Kondensation und Gefrieren Wolken, um dann als Niederschlag wieder die Landoberfläche, aber auch die Ozeane zu erreichen. Der Niederschlag wird wiederum teilweise auf der Landoberfläche gespeichert, teilweise sickert er in den Erdboden ein. Anschließend fließt es von der Landoberfläche ober- oder unterirdisch in Bäche und Flüsse ab. Diese transportieren das Wasser wieder zu den Ozeanen – der Wasserkreislauf schließt sich.

Globus

**Quelle:** United Nations Environment Programme (UNEP)

**Grafik:** Andreas Brühl; **Redaktion:** Sebastian Tanke

# Treibhausgase

Die wichtigsten Treibhausgase			
Treibhausgase sind Gase in der Erdatmosphäre, die den Wärmehaushalt der Erde verändern. Zu den wichtigsten zählen:			
Kohlendioxid	Methan	Distickstoffoxid	Fluorierte Treibhausgase
CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFKW, FKW, SF <sub>6</sub> , NF <sub>3</sub>
Aus diesen Quellen:			
Verbrennung fossiler Brennstoffe, Industrie, Abholzung	Reisanbau, Viehhaltung, Mülldeponien, Klärwerke, Verbrennen von Biomasse	Künstliche Düngemittel, Viehhaltung, Verbrennen fossiler Brennstoffe	Nicht natürlich; Treibgase, Kühl- und Löschmittel oder in Schallschutzfenstern
Globales Erwärmungspotenzial			
(Erwärmungswirkung der Treibhausgase im Vergleich zu Kohlendioxid)			
1	21	310	bis zu 22 800
Der Treibhauseffekt			
<p><b>TREIBHAUSEFFEKT</b> Je mehr Treibhausgase in der Atmosphäre sind, desto stärker erwärmt sich die Erde.</p>			
Quelle: UBA, WWF, WMO vereinfachte Darstellung © Globus 10673			

dpa Globus DC10673 70.Jahrgang 4.Dezember. 2015

## Minus 18 Grad

Der natürliche Treibhauseffekt sorgt dafür, dass es auf der Erde im Durchschnitt 15 Grad warm ist. Wie dieser Effekt entsteht, lässt sich mit der Funktionsweise eines Gewächshauses vergleichen. Die Sonnenstrahlen treffen als energiereiche ultraviolette Strahlung auf die Erdoberfläche. Die Oberfläche erwärmt sich und reflektiert einen Teil dieser Energie in Form von langwelliger Wärmestrahlung wieder in Richtung Weltraum. Die in der Atmosphäre vorhandenen Treibhausgase – vor allem Kohlendioxid – und Wasserdampf halten diese Strahlung quasi zurück, so dass ein Teil dieser Wärmestrahlen wieder zurück auf die Erde fällt. Die Erde wird wie eine Art Gewächshaus erwärmt. Ohne diesen Effekt wäre es auf der Erde minus 18 Grad kalt. Der natürliche Kreislauf des Kohlendioxids hält die Konzentration von Kohlendioxid im Gleichgewicht. Seit der Industrialisierung produziert der Mensch jedoch mehr Kohlendioxid und andere Treibhausgase, als die Natur wieder aufnehmen kann. Und je mehr Treibhausgase in der Atmosphäre sind, desto mehr Wärmestrahlen werden zurück zur Erde reflektiert. Es wird wärmer. Das ist der sogenannte anthropogene Treibhauseffekt. Alle Treibhausgase sind jedoch unterschiedlich stark. Um die Wirksamkeit zu vergleichen, gibt es das Globale Erwärmungspotenzial eines Gases. Ein Methanteilchen ist demnach 21-mal wirksamer als ein Kohlendioxidteilchen. Schwefelhexafluorid ist sogar 22 800-mal wirksamer. Allerdings ist es bei Kohlendioxid die schiere Menge, die es zum gefährlichsten Treibhausgas macht.

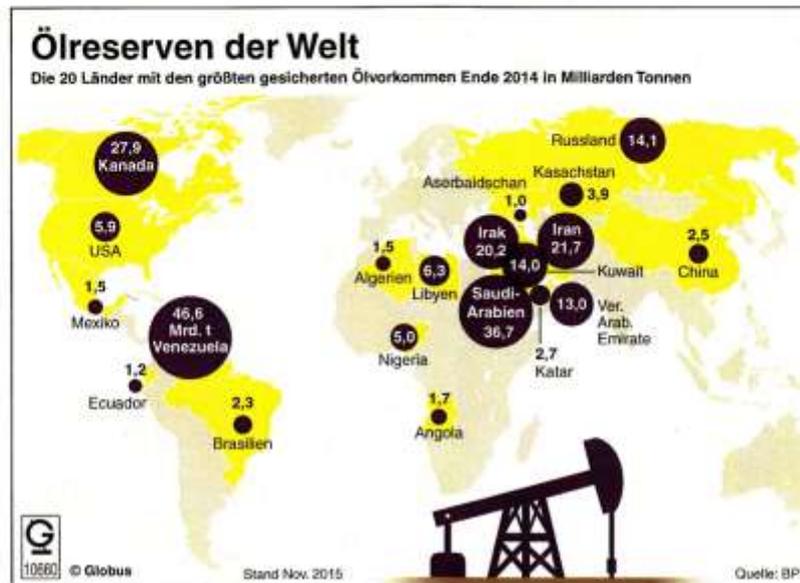
**Quelle:** Umweltbundesamt (<http://dpaq.de/538tZ>), World Wide Fund For Nature (<http://dpaq.de/jXPgV>), World Meteorological Organization (<http://dpaq.de/vaJBs>)

**Datenerhebung:** Stand November 2015

**Siehe auch Grafik:** 10357 CO<sub>2</sub>-Emissionen in der EU, 10341 Die größten Klimasünder, 10212 Weniger Treibhausgase, 10081 Rekordklima

**Grafik:** Fred Bökelmann; **Redaktion:** Sophie Thunemann

# Ölreserven



## Venezuela hat die größten Ölvorkommen

Rund 53 Jahre werden die weltweit nachgewiesenen Ölreserven noch reichen. Davon geht der BP Statistical Review of World Energy 2015 aus. Für das Jahr 2014 wurden die globalen Ölvorräte auf 239,8 Milliarden Tonnen geschätzt. Mit einem Ölvorkommen von 46,6 Milliarden Tonnen verfügt Venezuela über die größten gesicherten Reserven im Jahr 2014. Zusammen mit Saudi-Arabien besitzen die beiden Länder fast 35 Prozent der Welt-Ölreserven. Norwegen, das als einziges europäisches Land im Jahr 2013 noch unter den Top 20 landete, wurde von Aserbaidshjan auf den 21. Platz verdrängt. Besonders große Öllager gibt es auch in Kanada, Iran und Irak. Erdöl ist vor 150 Millionen Jahren aus Kleinstlebewesen und Pflanzen entstanden und lagert in porösen Gesteinsschichten.

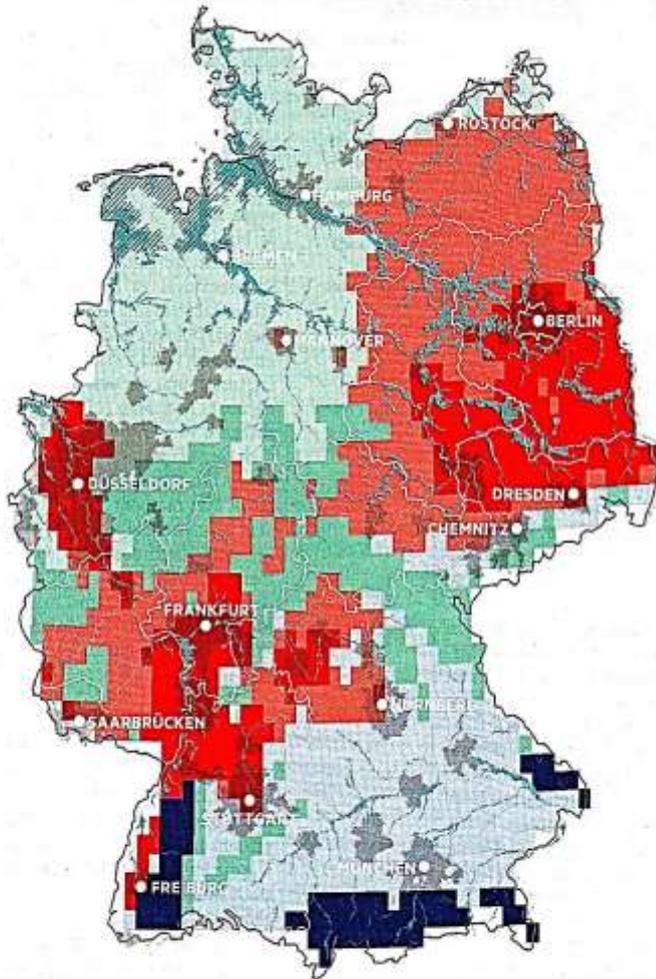
**Quelle:** BP (<http://dpaq.de/LprMu>)

**Datenerhebung:** jährlich, voraussichtlich nächste Daten: Juli 2016

**Siehe auch Grafik:** 10651 Ölmarkt 2014, 10632 Der Ölpreis seit 1970, 10609 Die größten Unternehmen der Welt

**Grafik:** Fred Bökelmann; **Redaktion:** Sophie Thunemann

**Auswirkungen ab 2021 bis 2050**  
(bei schwachem Wandel: mittlerer Temperaturanstieg von 1 bis 2,5 Grad\*)



- Regionen mit kühlerem Klima**
    - Anstieg der Winterniederschläge
    - größere Schäden durch Flusshochwasser
  - Regionen mit Mittelgebirgsklima**
    - Sommerniederschläge sinken
    - mehr Winterniederschläge
    - sinkende Schneesicherheit
  - Regionen mit trockenerem Klima**
    - Trend zu höheren Sommer- und Wintertemperaturen
    - Zunahme von heißen Tagen und Tropennächten
    - Einschränkungen bei den Wasserressourcen
  - Regionen mit warmem Klima**
    - starker Anstieg von heißen Tagen (über 30 Grad) und Tropennächten (nicht weniger als 20 Grad), vor allem in den Verdichtungsräumen
  - Regionen mit Gebirgsvorlandklima**
    - Zunahme der Sommertemperaturen und der heißen Tage
    - klimatisch relativ stabil
  - Regionen mit Gebirgsklima**
    - Zunahme von Starkregen und Winterniederschlägen
    - Abnahme der Sommerniederschläge
    - Zunahme der Gefahr durch Sturzfluten und Überschwemmungen
    - negative Auswirkungen auf die Artenvielfalt
  - überschwemmungsgefährdete Fläche durch Flusshochwasser
  - ▨ überschwemmungsgefährdete Fläche durch Sturmfluten
  - ▨ Verdichtungsräume laut Ministerkonferenz für Raumordnung
- \*im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961 bis 1990

INFOGRAPHIK: QUELLE: UMWELTBUNDESAMT, ADELPHI, IFC, EURAC

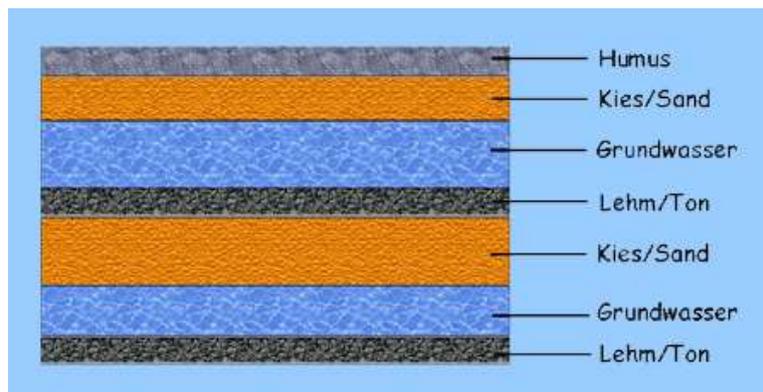


© 2015, Quelle: Deutscher Wetterdienst

# Grundwasser

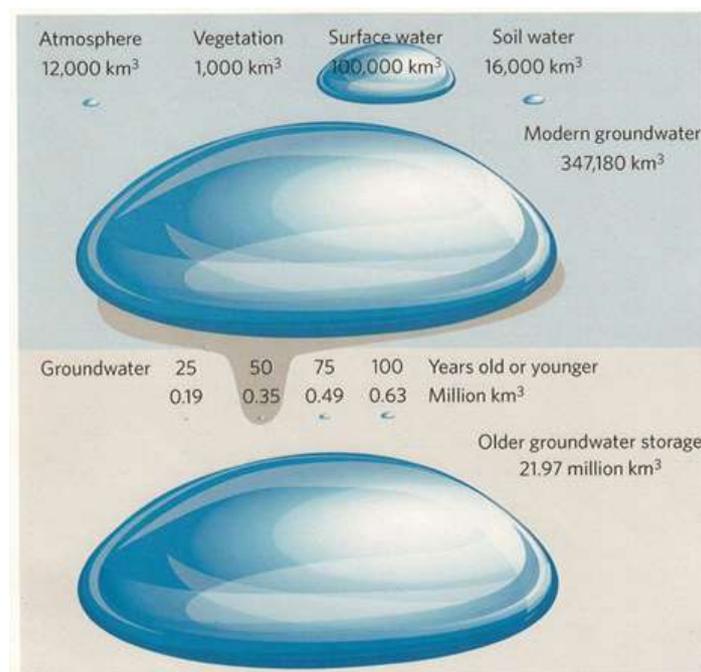
**Grundwasser** ist Wasser unterhalb der Erdoberfläche, das durch Versickern von Niederschlägen oder teilweise auch durch Migration (Abwandern, Absickern) aus Seen und Flüssen dorthin gelangt. Wasser im Sohl- und Uferbereich von Oberflächengewässern infiltriert durch Filtration oder künstliche Anreicherung (Infiltrationsanlagen, zum Beispiel Sickerbeete, Schlitzgräben, Infiltrations-Brunnen) in den Untergrund. Da Grundwasser, bevor es auf eine undurchlässige Gesteinsschicht trifft durch mehrere verschiedene Schichten sickert, ist es besonders reines und sauberes Süßwasser.

Von den 22,6 Mio km<sup>3</sup> Grundwasser der oberen zwei Kilometer der Erdkruste sind etwa 0,1 – 5,0 Mio km<sup>3</sup> jünger als 50 Jahre.



[http://www3.hhu.de/biodidaktik/WasserSek\\_1/wo\\_findet\\_man\\_wasser/dateien/wasser\\_das\\_man\\_nicht\\_sieht/grundwasser.html](http://www3.hhu.de/biodidaktik/WasserSek_1/wo_findet_man_wasser/dateien/wasser_das_man_nicht_sieht/grundwasser.html)  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Grundwasser>

**Aquifer:** Der Gesteinskörper, in dem sich das Grundwasser aufhält und fließt, wird als Grundwasserleiter oder Aquifer (aus dem Lateinischen auch: *Aquifer*, wassertragend bzw. Wasserträger) bezeichnet.



17.11.2011

**Das Grundwasser der Erde**

Wie tief wäre das Wasser, wenn man alle erneuerbaren Vorräte an die Oberfläche pumpen würde?



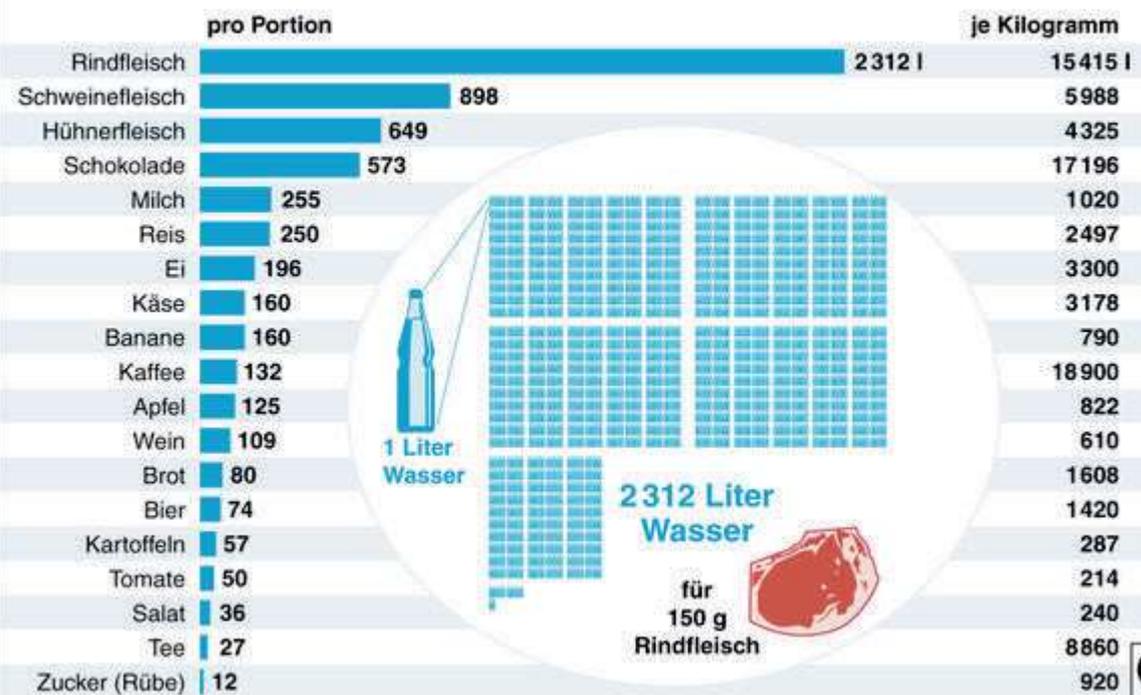
**Grundwasser-Atlas**

23 Millionen Kubikkilometer Grundwasser gibt es auf der Erde. Das klingt nach einem gewaltigen Vorrat. Doch vielerorts sinkt der Spiegel bereits bedenklich. „Wir verbrauchen unsere Reserven zu schnell – schneller als sie sich wieder auffüllen können“, warnt ein internationales Forscherteam, das erstmals das Gesamtvolumen der wertvollen Ressource berechnet hat (Nature Geoscience, online). Einige der größten Reservoirs befinden sich im Amazonas-Becken, im Kongo, in Indonesien und den USA.

7/184

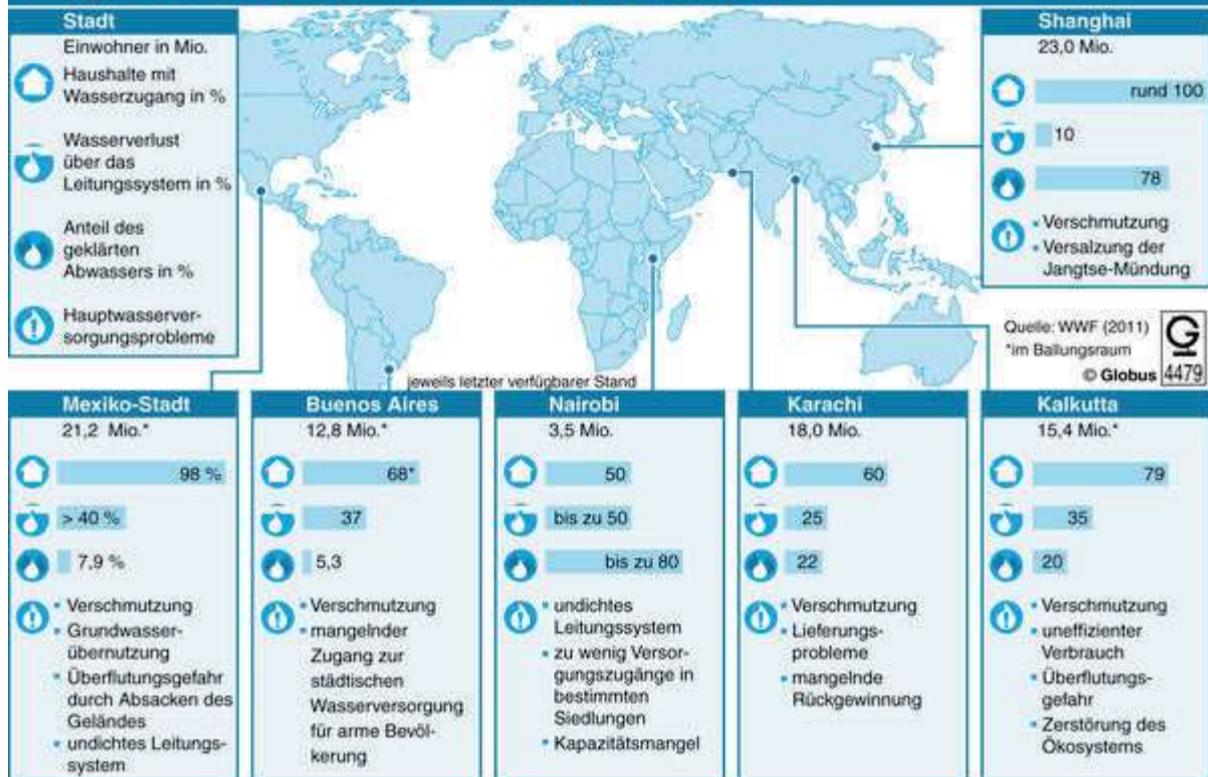
**Wie viel Wasser verbraucht unser Essen?**

Für die Herstellung von jeweils einer üblichen Portion dieser Waren werden so viele Liter Wasser verbraucht:

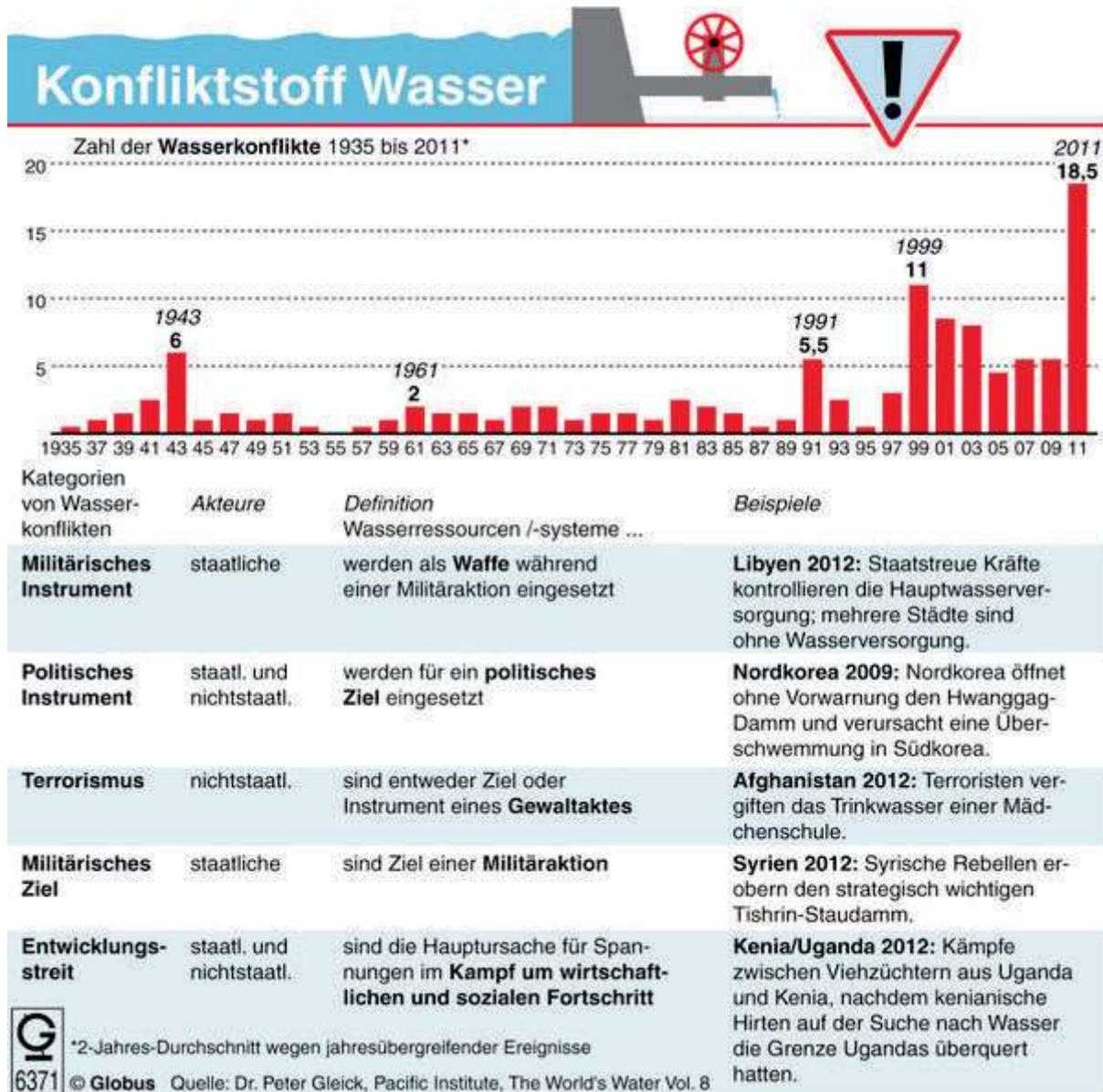


Quelle: Water Footprint Network, z. T. eigene Berechnungen

# Megastädte und ihre Wasserprobleme



# Konflikte um Wasser





### Besonders viele Wasserkonflikte in Indien

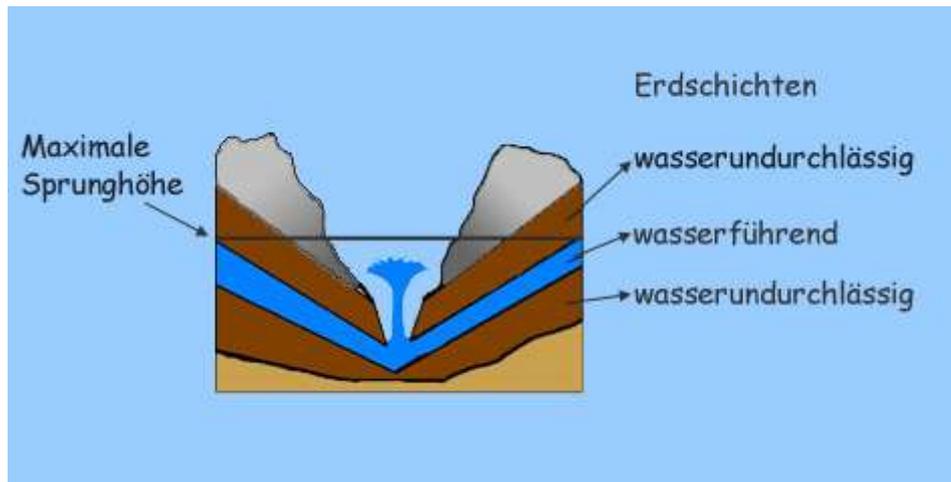
Die Konflikte rund um die Nutzung von Wasser sind vielfältig. Sie reichen von Kämpfen um neue Trinkwasserbrunnen zwischen Bauern in trockenen Regionen bis hin zu der gezielten Zerstörung von Staudämmen im Krieg. Seit 1990 war Indien an 15 Wasserkonflikten beteiligt. Das geht aus der Statistik des amerikanischen Forschungsinstituts Pacific Institute hervor. Der längste Konflikt in Indien dauerte mindestens 16 Jahre. Dabei ging es um die Bewässerungsrechte am Fluss Kaveri zwischen den zwei indischen Bundesstaaten Tamil Nadu und Karnataka. Zwar hat die indische Regierung 1956 mit dem „Inter-State River Water Dispute Act“ einen gesetzlichen Rahmen für die Hilfe bei der Lösung von Wasserkonflikten geschaffen. Trotzdem dauerte die Beilegung des Streits bis zum Jahr 2007. Allein für das Jahr 2012 dokumentieren die Forscher des Pacific Institute insgesamt 31 gewaltsame Auseinandersetzungen rund um den Globus. Globus

Quelle: Gleick, P.: The World's Water, Vol. 8, 2014; Internet: <http://dpaq.de/4MxzR>

Siehe auch Grafik: 6371, 6359

Grafik: Fred Bökelmann; Redaktion: Sophie Thunemann

# Wasser in der Wüste



[http://www3.hhu.de/biodidaktik/WasserSek\\_1/wo\\_findet\\_man\\_wasser/dateien/wasser\\_das\\_man\\_nicht\\_sieht/grundwasser.html](http://www3.hhu.de/biodidaktik/WasserSek_1/wo_findet_man_wasser/dateien/wasser_das_man_nicht_sieht/grundwasser.html)

Auch unter der heißen Wüste gibt es Wasser, was man kaum glauben kann. Im Bild gibt es zwei Bodenschichten, die für Wasser nicht durchlässig sind. Dazwischen wird das Wasser festgehalten, es staut sich und drückt nach oben. Wenn die obere Schicht an einer Stelle sehr dünn ist oder wenn man sie anbohrt, kann das Wasser wie ein Springbrunnen an die Oberfläche gelangen. So bekommt man auch in der Wüste Wasser. An den Stellen, wo das Wasser aus dem Boden kommt, bilden sich Oasen, mit wunderschönen Pflanzen, mitten in der trockenen Wüstenlandschaft.

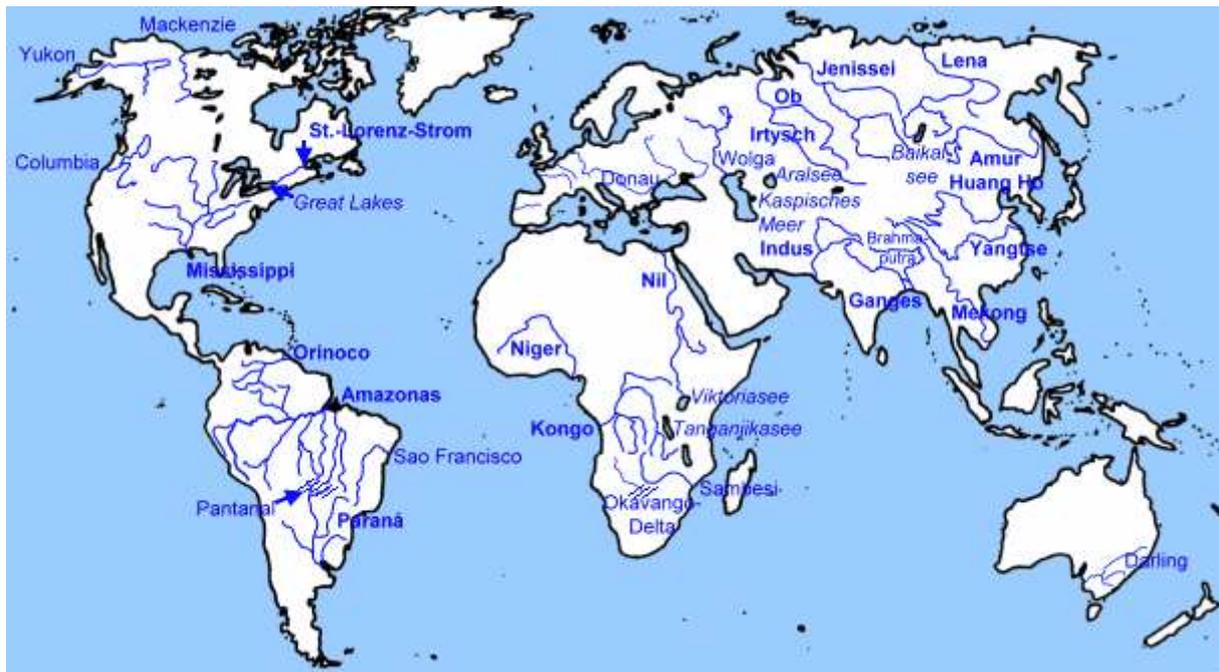


[http://www.klassewasser.de/content/language1/img\\_636/wasserwissen-erdkunde-wuesten-karte-klickbox.jpg](http://www.klassewasser.de/content/language1/img_636/wasserwissen-erdkunde-wuesten-karte-klickbox.jpg)



<http://cdn2.spiegel.de/images/image-69331-galleryV9-utmx-69331.jpg>

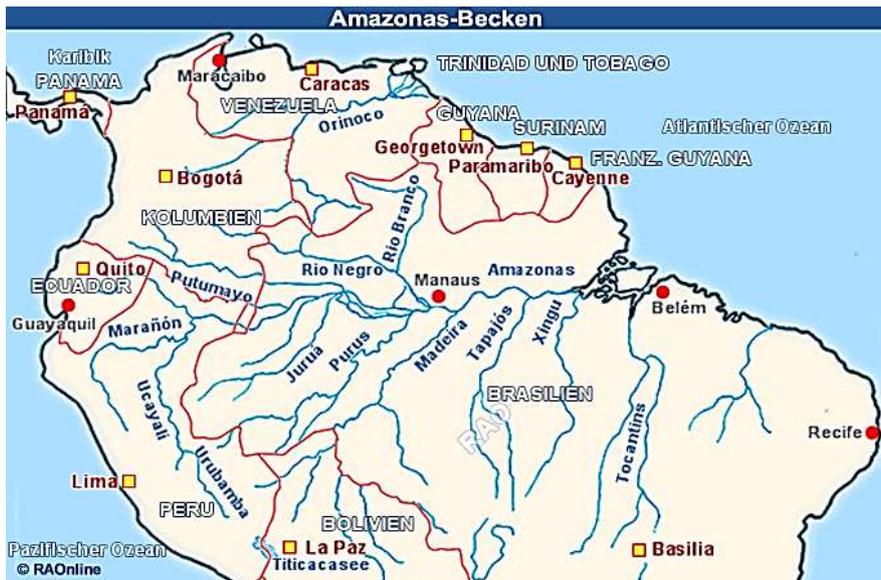
# Flusssysteme



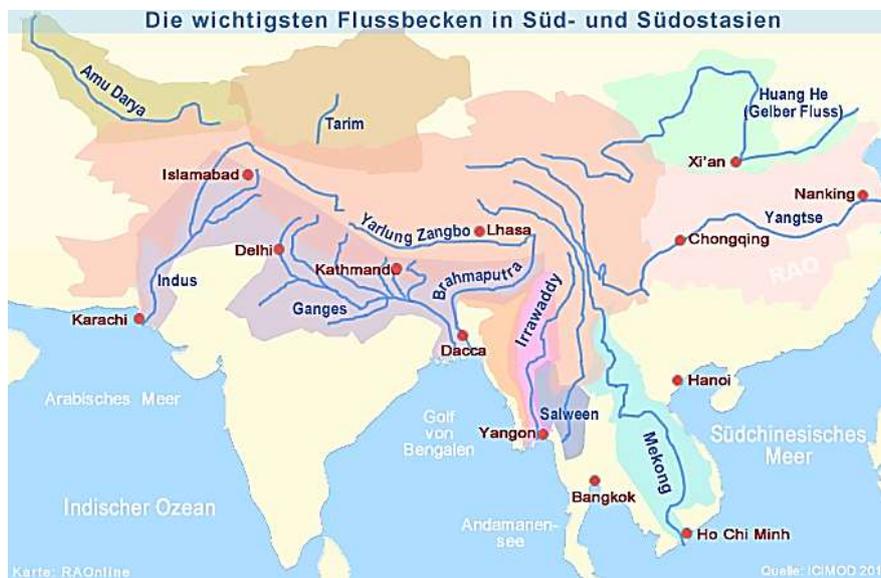
<http://www.oekosystem-erde.de/html/bilder/welt-fluesse.gif>



<https://www.stepmap.de/landkarte/die-fuenf-groessten-fluesse-der-welt-1545260.png>



<http://www.raonline.ch/images/edu/map/AmazonasMap1301.gif>

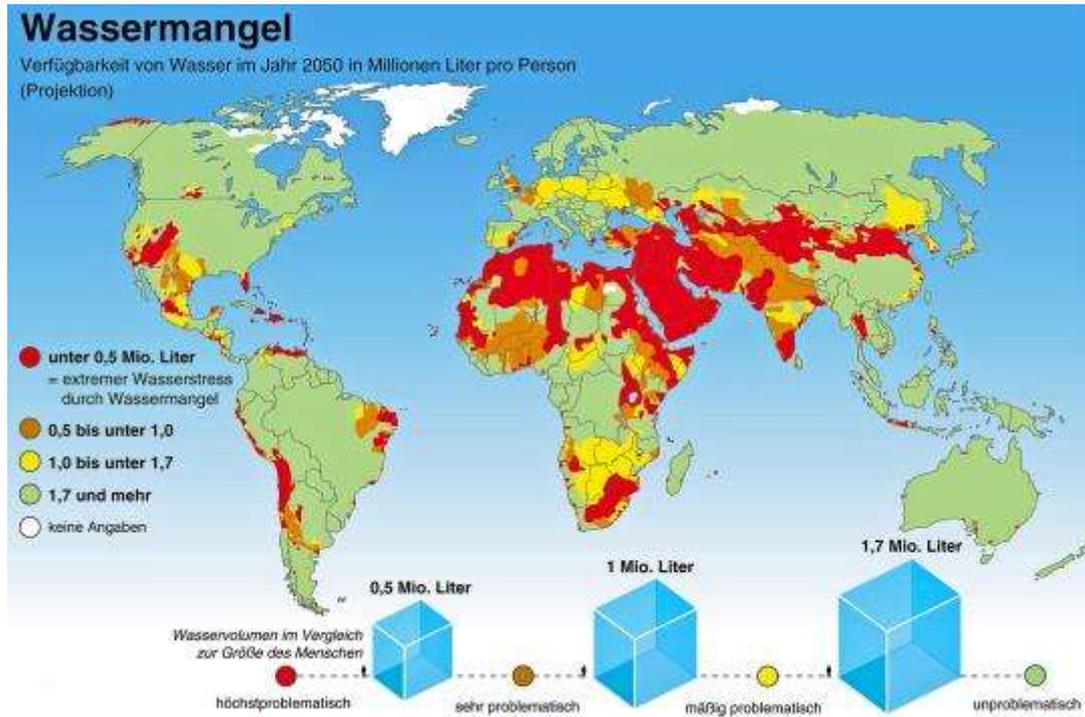


[http://www.raonline.ch/images/edu/map/southasia\\_riverbasG001.gif](http://www.raonline.ch/images/edu/map/southasia_riverbasG001.gif)

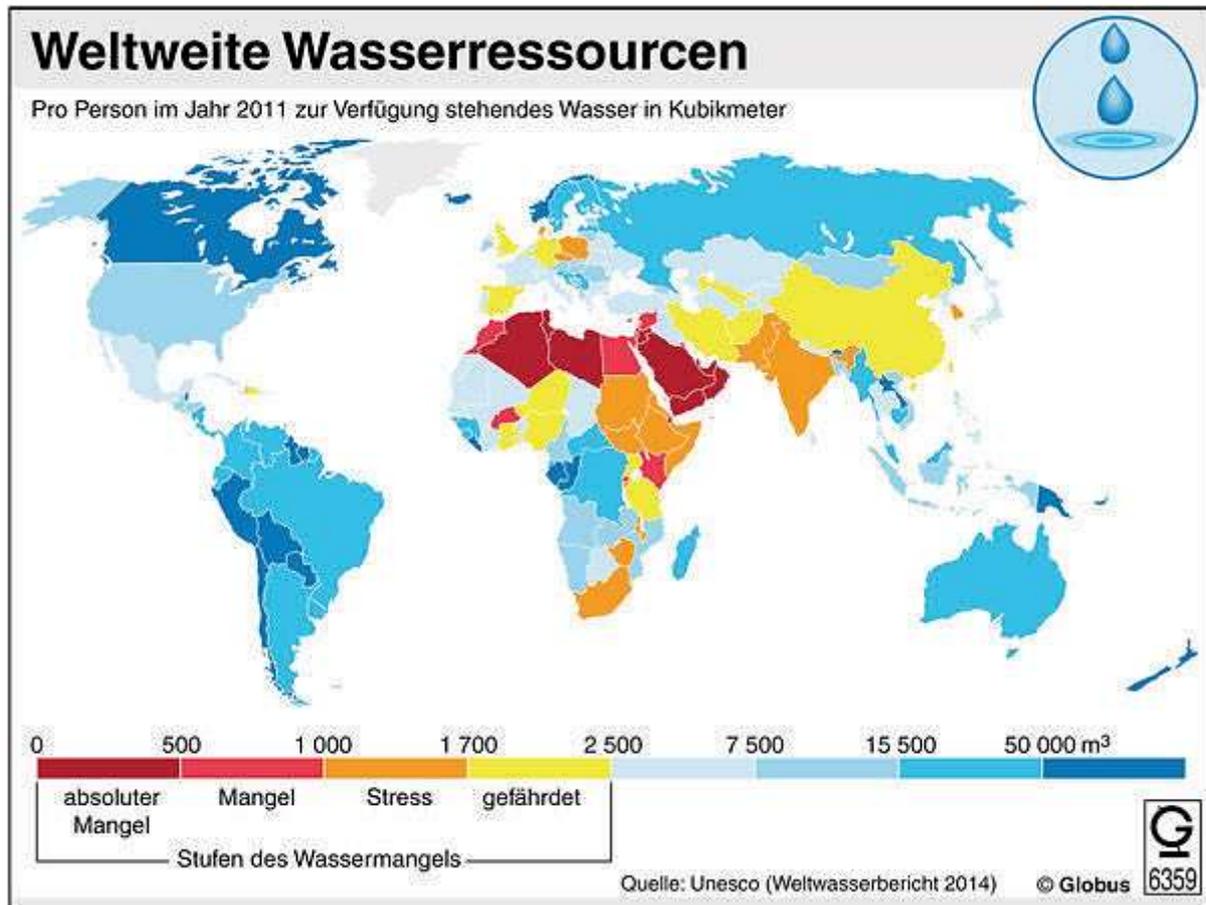


<http://virtualwater.jimdo.com/statistiken/>

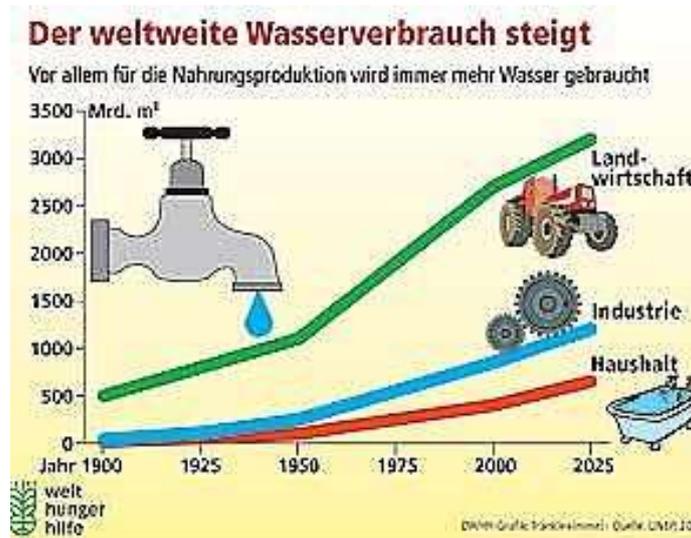
# Wassermangel



<http://img.welt.de/img/umwelt/crop114678599/8859737625-ci3x2l-w540/Wassermangel-22.jpg>



Die gesamte Oberflächen- und Grundwassermenge wird gegenwärtig ungefähr zu 69% durch die Landwirtschaft, zu 22% durch die Industrie und zu 8% durch den privaten Verbrauch in Haushalten genutzt.



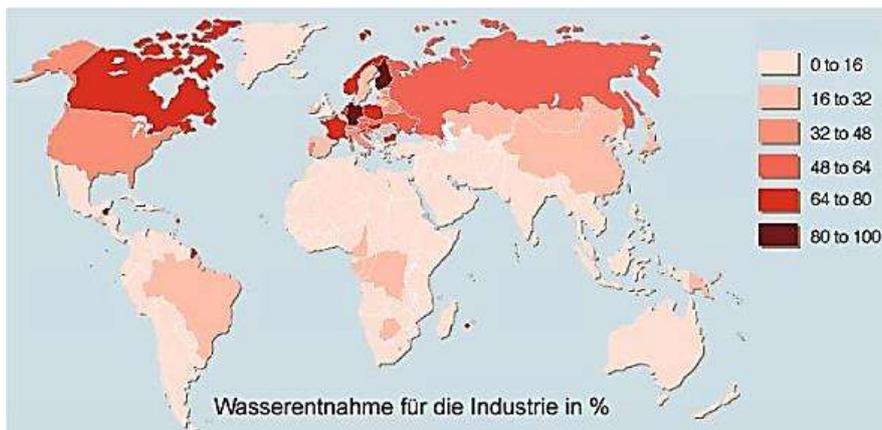
<http://www.nordheide-blog.de/wp-content/uploads/2012/11/image001.jpg>

Das Bild zeigt den Anteil des Wasserverbrauchs durch die Landwirtschaft am gesamten Süßwasserverbrauch nach Ländern im Jahre 2000



<http://bildungsserver.hamburg.de/contentblob/2181300/data/wasser-landwirtschaft.jpg>

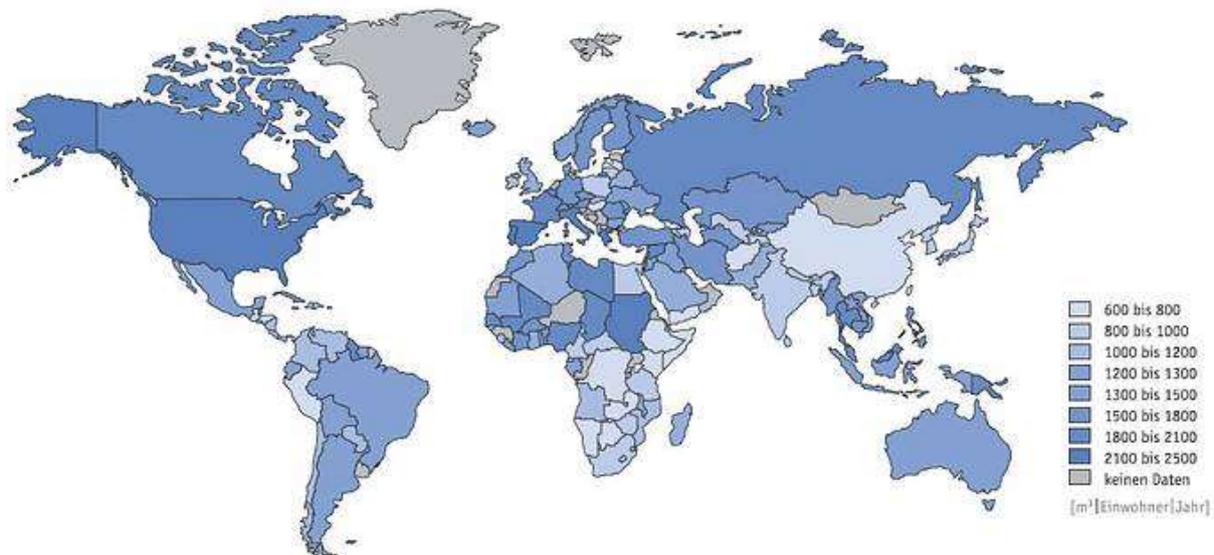
Das Bild zeigt den Anteil des Wasserverbrauchs durch die Industrie am gesamten Süßwasserverbrauch nach Ländern im Jahre 2000



<http://bildungsserver.hamburg.de/contentblob/2181852/data/wasser-industrie.jpg>

# Wasserfußabdruck und virtuelles Wasser

Das Bild zeigt den Wasserfußabdruck pro Einwohner und Jahr in den Staaten der Erde.



<http://www.virtuelles-wasser.de/393.html>

**Direkte und indirekte Wassernutzung:** Der Mensch nutzt große Mengen Wasser zum Trinken, Kochen und Waschen, weitaus mehr jedoch zur Herstellung von Gütern wie Nahrung, Papier, Kleidung, etc.

Der sog. "**Wasser-Fußabdruck**" ist ein Indikator, der den *direkten* und den *indirekten* Wasserverbrauch eines Konsumenten oder eines Produzenten aufzeigt. Der "*Wasser-Fußabdruck*" eines Einzelnen, einer Gemeinschaft, oder eines Betriebes wird als das Gesamtvolumen von Süßwasser definiert, das ein Einzelner oder eine Gemeinschaft als Konsument, oder ein Betrieb zur Herstellung von Waren und Dienstleistungen, verbraucht.

Der **Wasser-Fußabdruck** umfasst das Wasser, das ein Mensch *direkt* (vom Oberflächenwasser oder Grundwasser) zum Trinken, Kochen, Waschen nutzt und das er *indirekt* über Konsum von Nahrungsmitteln, Kleidung und anderen Konsumartikeln nutzt (*virtuelles Wasser*).

## Einige Fakten und Zahlen

Die Produktion von 1 kg *Rindfleisch* erfordert 15.000 Liter Wasser (93% grüner, 4% blauer, 3% grauer Wasser-Fußabdruck), wobei es allerdings große Abweichungen von diesem globalen Mittelwert gibt. Der genaue Wasser-Fußabdruck des Rindfleisches hängt von Faktoren wie der Art des Produktionssystems, sowie der Zusammensetzung und der Herkunft des Rinderfutters ab.)

Der Wasser-Fußabdruck eines 150 g *Soja-Burgers*, der in den Niederlanden produziert wurde, beträgt etwa 160 Liter. Ein Rindfleisch-Burger verbraucht in den Niederlanden etwa 1000 Liter.

Der Wasser-Fußabdruck des **jährlichen pro Kopf Konsums** beträgt in China etwa 1070 Kubikmeter. Über 10% des chinesischen Wasser-Fußabdrucks entsteht außerhalb Chinas.

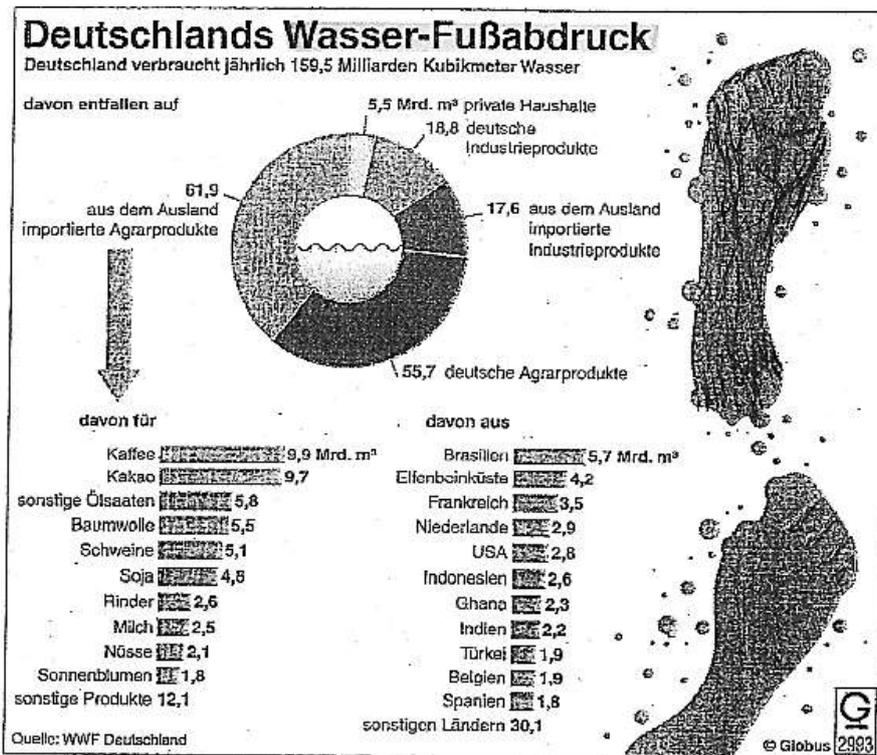
**Deutschlands** Wasser-Fußabdruck von jährlich 1430 Kubikmeter pro Einwohner entsteht zu etwa 69% außerhalb der Landesgrenzen.

Der Wasser-Fußabdruck jedes einzelnen **US-Bürgers** liegt bei jährlich 2840 Kubikmetern. Über 20% dieses Wasser-Fußabdruckes ist extern. Der größte externe Wasser-Fußabdruck des US-Konsums liegt im Einzugsgebiet des Yangtze Flussbeckens in China

Der **globale Wasser-Fußabdruck** im Zeitraum 1996 bis 2005 lag bei jährlich 9087 Gm<sup>3</sup> (74% grün, 11% blau, 15% grau). Die landwirtschaftliche Produktion trug mit 92% zu diesem gesamten Fußabdruck bei.

**Wasserknappheit** betrifft über 2,7 Mrd. Menschen für mindestens einen Monat jedes Jahr.

Quelle: <http://www.wasserfussabdruck.org/?page=files/home>



dpa Globus DC2993 64. Jahrgang 14. August. 2009

### Bodensee dreimal leergeschlürft

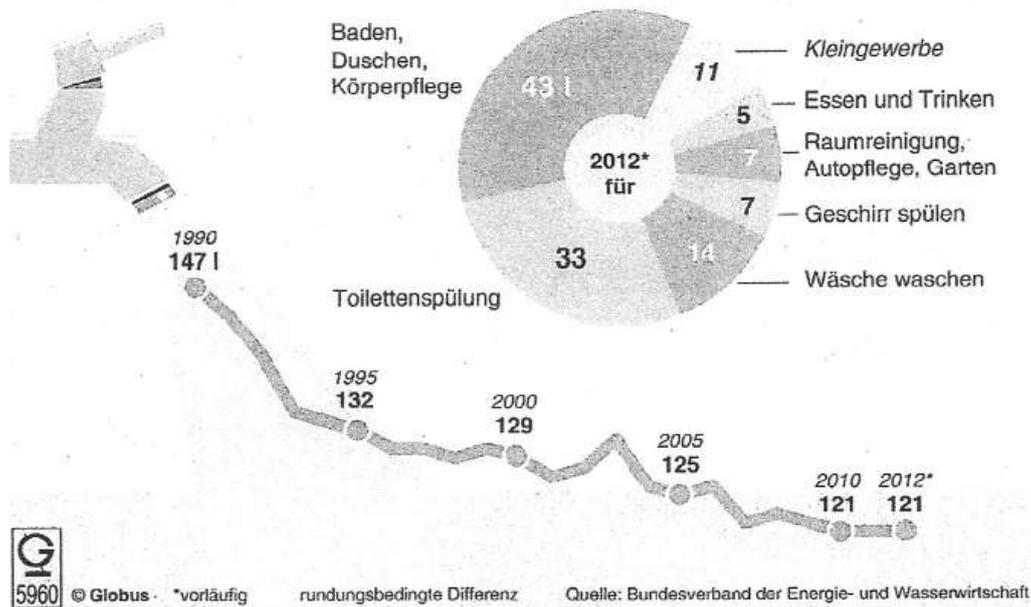
Deutschland verbraucht jedes Jahr eine gigantische Menge an Wasser: Auf 159,5 Milliarden Kubikmeter Wasser (mehr als das dreifache Volumen des Bodensees) beläuft sich der Wasserbedarf zurzeit – umgerechnet würde damit jeder Bundesbürger jeden Tag 25 Badewannen voll im Abfluss verschwinden lassen. Auf dieses Ergebnis kommen die Umweltschutzorganisationen World Wildlife Fund (WWF) in ihrer Studie „Der Wasser-Fußabdruck Deutschlands“. Fast die Hälfte der verbrauchten Wassermenge wird nach Angaben des WWF mit der Einfuhr aus ausländischen Produkten importiert. Oft geht dies zu Lasten von Ländern, in denen ohnehin Wassermangel herrscht. Um den Gesamtbedarf zu errechnen, wurde in der Studie auch so genanntes virtuelles Wasser berücksichtigt: Wasser, das bei der Herstellung eines Produktes verdunstet, verschmutzt oder verbraucht wird. Von den täglichen 5288 Litern Wasser, die jeden Einwohner Deutschlands im Mittel verbraucht, werden lediglich 124 Liter direkt – etwa beim Waschen oder Kochen – genutzt. Fast drei Viertel des in Deutschland verbrauchten Wassers wird für Produkte aus der Landwirtschaft benötigt.

Statistische Angaben WWF

Quelle: dpa Globus DC2993 64. Jahrgang 14. August. 2009

## So viel Trinkwasser

... verbrauchen Haushalte und Kleingewerbe in Deutschland pro Person und Tag in Liter



dpa Globus Rb5960 68. Jahrgang 14. Oktober. 2013

### Täglich 121 Liter Wasser pro Person

Der Verbrauch von Trinkwasser bei privaten Haushalten und im Kleingewerbe ist in den vergangenen 22 Jahren deutlich zurückgegangen. 1990 verbrauchten die Haushalte und das Kleingewerbe zusammen täglich 147 Liter pro Person. Im Jahr 2012 war es nach vorläufigen Zahlen des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft – wie schon in den beiden Jahren zuvor – 121 Liter pro Person. Täglich 110 Liter pro Person entfielen auf die Haushalte, nur 11 Liter pro Person auf das Kleingewerbe. Das meiste Wasser wurde fürs Baden, Duschen und die übrige Körperpflege (43 Liter pro Person und Tag) benötigt, an zweiter Stelle folgt das Wasser für die Toilettenspülung (33 Liter pro Person und Tag). Insgesamt sind die Haushalte und das Kleingewerbe die größten Kunden der öffentlichen Wasserversorgung in Deutschland. Sie machen rund 80 Prozent der gesamten Wasserlieferung aus.

Quelle: dpa Globus Rb5960 68. Jahrgang 14. Oktober. 2013

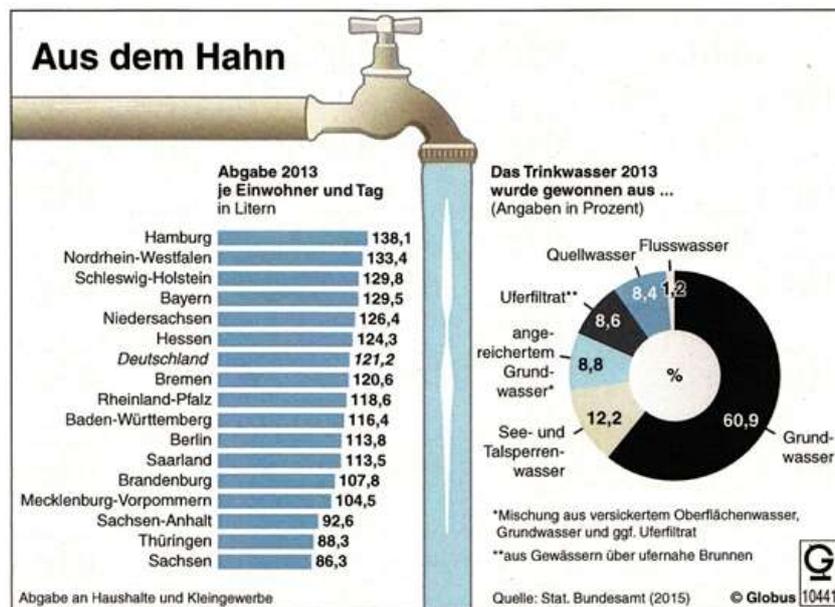


dpa Globus DC5645 68. Jahrgang 26. April.2013

### Wie viel Wasser verbrauchen wir wirklich?

Für die Produktion eines Jahres werden knapp 11000 Liter Wasser benötigt. Dieser verdeckte Wasserverbrauch wird auch als virtuelles Wasser oder Wasser-„Fußabdruck“ bezeichnet. Die Berechnung lässt sich unter anderem am Beispiel einer Tasse Kaffee zeigen: Zunächst benötigt der Kaffeebauer Treibstoff und Maschinen, für deren Produktion Wasser erforderlich ist. Die Helfer auf der Plantage verbrauchen Wasser für private Zwecke wie Kochen und waschen. Der Kaffee muss gereinigt werden und auch für die Veredelung, den Transport und den Zwischenhandel wird Wasser benötigt. Ganz am Ende steht dann das Trinkwasser, mit dem der Kaffee gekocht wird.

Quelle: dpa Globus DC5645 68. Jahrgang 26. April.2013; Rat für nachhaltige Entwicklung; <http://dpaq.de/f4MEX>



dpa Globus Dc10441 70. Jahrgang 7. August. 2015

## Trinkwasser für Deutschland

Ob Kochen, Duschen oder Putzen – jeden Tag fließen Millionen Liter Trinkwasser durch die Leitungen in Deutschland. So verbrauchen die Bundesbürger im Jahr 2013 nach jüngsten verfügbaren Zahlen des Statistischen Bundesamtes jeden Tag 121 Liter Wasser. Der Bericht basiert auf Daten der öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen, die 2013 unvorstellbare 3,5 Milliarden Kubikmeter Trinkwasser an die Haushalte und das Kleingewerbe in der Republik abgaben. Dabei unterscheidet sich der Verbrauch der Bundesländer stark. Spitzenreiter mit mehr als 138 Liter pro Tag und Einwohner ist Hamburg, gefolgt von Nordrhein-Westfalen mit über 133 Litern. In Thüringen und Sachsens scheinen die Menschen dagegen sparsamer mit Wasser umzugehen, hier liegt der Verbrauch bei rund 88 Litern. Über die Hälfte des Trinkwassers in Deutschland stammt aus Grundwasserquellen. Aber auch See- und Talsperrenwasser, Fluss- und Quellwasser fließt täglich aus den deutschen Leistungen.

Quellen: dpa Globus Dc10441 70. Jahrgang 7. August. 2015; Statistisches Bundesamt



dpa Globus Dc5747 68. Jahrgang 21. Juni.2013

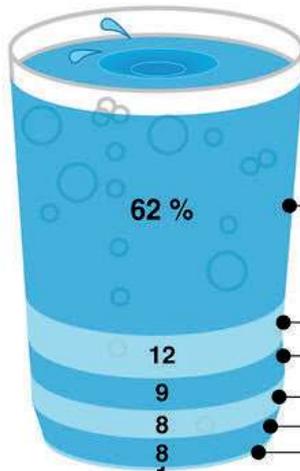
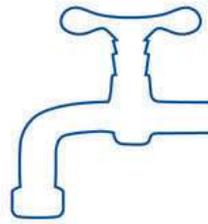
## Trinkwasser vor allem aus Grund. Und Quellwasser gewonnen

Im Durchschnitt verbraucht jeder Deutsche rund 122 Liter Trinkwasser pro Tag. Damit der Wasserhahn nicht versiegt, werden in der Bundesrepublik nach Angaben des statistischen Bundesamtes jährlich rund fünf Milliarden Kubikmeter Trinkwasser gefördert. Knapp zwei Drittel davon stammen aus dem Grundwasser. Der Rest wird aus Flüssen, Seen und Quellen gewonnen und anschließend in Wasserwerken zu Trinkwasser aufbereitet. Anders als Trinkwasser muss Mineralwasser immer aus unterirdischen Wasservorkommen stammen. Seine Quellen müssen amtlich anerkannt sein.

Quellen: dpa Globus Dc5747 68. Jahrgang 21. Juni.2013, Umweltbundesamt, statistisches Bundesamt

# Wo das Trinkwasser herkommt

Anteile in Deutschland in %



Stand 2007



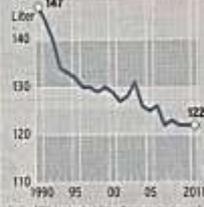
© Globus

Quelle: Umweltbundesamt/Stat. Bundesamt

## Kleine Ökonomie des Wassers

### Die Deutschen sparen Wasser

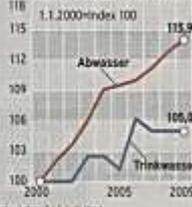
Verbrauch pro Einwohner täglich



Quelle: BfU, Angaben der öffentlichen Wasserversorger (verbundl. Sammelstatistik) u. J. Anst. Wies

### Teurer wird es trotzdem

Entwicklung der Pro-Kopf-Ausgaben für Wasser und Abwassergebühren



### Der Preis variiert stark

Jährlicher Gesamtpreis (4-Personen-Haushalt, täglich 500 Liter Verbrauch)

Stadt	in Euro
Essen	134
Rostock	516
Mainz	509
Dresden	485
Heidelberg	414
Hannover	372
Freiburg	354
Kaiserlautern	349
Regensburg	264
Ingolstadt	216

### Keiner kennt den Wasserpreis

Können Sie die Höhe Ihrer jährlichen Ausgaben für Leitungswasser?

Ja	34	in %
Nein	66	

### Und baden geht man trotzdem

Anteile des Wasserverbrauchs in %

35	Baden/Duschen
21	Toilette
15	Wäsche
6	Spülen
4	Putzen
3	Nähen/Trinken
6	Sonstiges

FAS 29.7.2012

### Herkunft

Aus welchen Quellen Trinkwasser geschöpft wird

### Verbrauch

In den 50ern wurden die Deutschen zu Wassersparern, nun stagniert der Verbrauch

Jahr	Verbrauch (Liter)
1950	144,1
1955	132,1
1960	129,1
1965	127,1
1970	126,1
1975	122,1
1980	122,1

### Preis

Kosten pro Kubikmeter Trinkwasser in Euro

1950	1,18
1960	1,55
1970	1,66
1980	1,76
1990	1,88

Quelle: Umweltbundesamt

Greenpeace Magazin 1/2012



Die Menschen drängen sich um den großen Brunnen des Dorfs Nohurgadh im westlichen Bundesstaat Sikkim. Selbst der jährliche Monsunregen reicht in dieser von Dürren geplagten Region oft nicht aus, die sie ausreichend versorgen. Im Sommer können die Temperaturen hier auf mehr als 45 Grad steigen.





## Krankheiten, Fehltage und verschmutztes Trinkwasser

Eine Milliarde Menschen, rund 14 Prozent der Weltbevölkerung, hatten 2012 keinen Zugang zu Toiletten oder Latrinen. Sie praktizierten die im Englischen sogenannte „open defecation“ – öffentliche Defäkation. 22 Jahre zuvor lag dieser Anteil noch bei 24 Prozent. Die meisten Menschen ohne sanitäre Anlagen leben in Indien. Etwa 497 Millionen Inder, knapp die Hälfte der Bevölkerung, sind betroffen. Schätzungen gehen davon aus, dass jede Minute 1,1 Millionen Liter menschliche Exkremente in den Ganges fließen. Die wirtschaftlichen Kosten für Indien beziffert die Weltbank im Jahr 2012 auf 53,8 Milliarden Dollar, das entspricht 6,4 Prozent des Bruttoinlandsprodukts. Die Folgen sind verheerend für die betroffenen Länder. Krankheiten wie Diarrhö (Durchfall) und Cholera verbreiten sich über das kontaminierte Trinkwasser. Im Jahr 2013 starben jeden Tag 1 000 Kinder weltweit an Diarrhö. Viele Kinder erkranken und fehlen in der Schule. Mädchen verlassen die Schule, weil ihnen ein separater Toilettenraum fehlt. Frauen und Mädchen werden häufig Opfer von Gewalt, weil sichere Toiletten fehlen.

Globus

Quelle: Vereinte Nationen, WHO, Unicef

Internet: <http://dpaq.de/MW7mW>; [www.opendefecation.org](http://www.opendefecation.org); <http://dpaq.de/YvQGn>

Siehe auch Grafik: 6822, 6359, 6646

Grafik: Christoph Goldammer; Redaktion: Sophie Thunemann

dpa-infografik GmbH, Postfach 13 03 93, 20103 Hamburg, Tel. (040) 41 13 329 40, Fax 41 13 329 45, E-Mail: [infografik@dpa.com](mailto:infografik@dpa.com)

## Wissenschaft+Technik



### Archäologie

#### Großes Latrinum

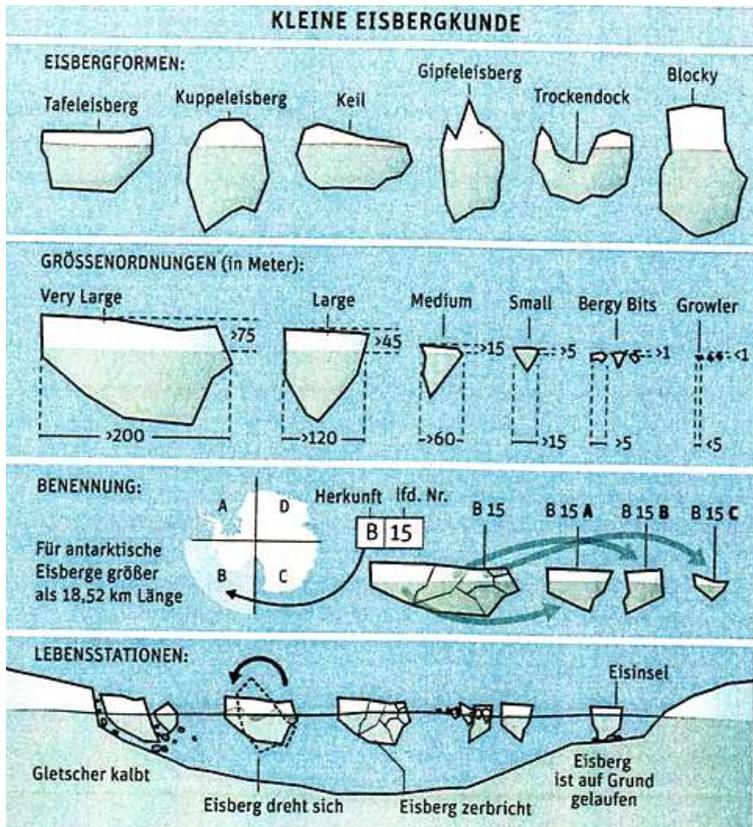
Beim Stuhlgang waren die alten Römer selten allein. Das belegt eine Untersuchung der

niederländischen Archäologin Gemma Jansen, veröffentlicht in einem Buch der Frontinus-Gesellschaft („Die Wasserversorgung im antiken Rom“). Die Autorin ver-

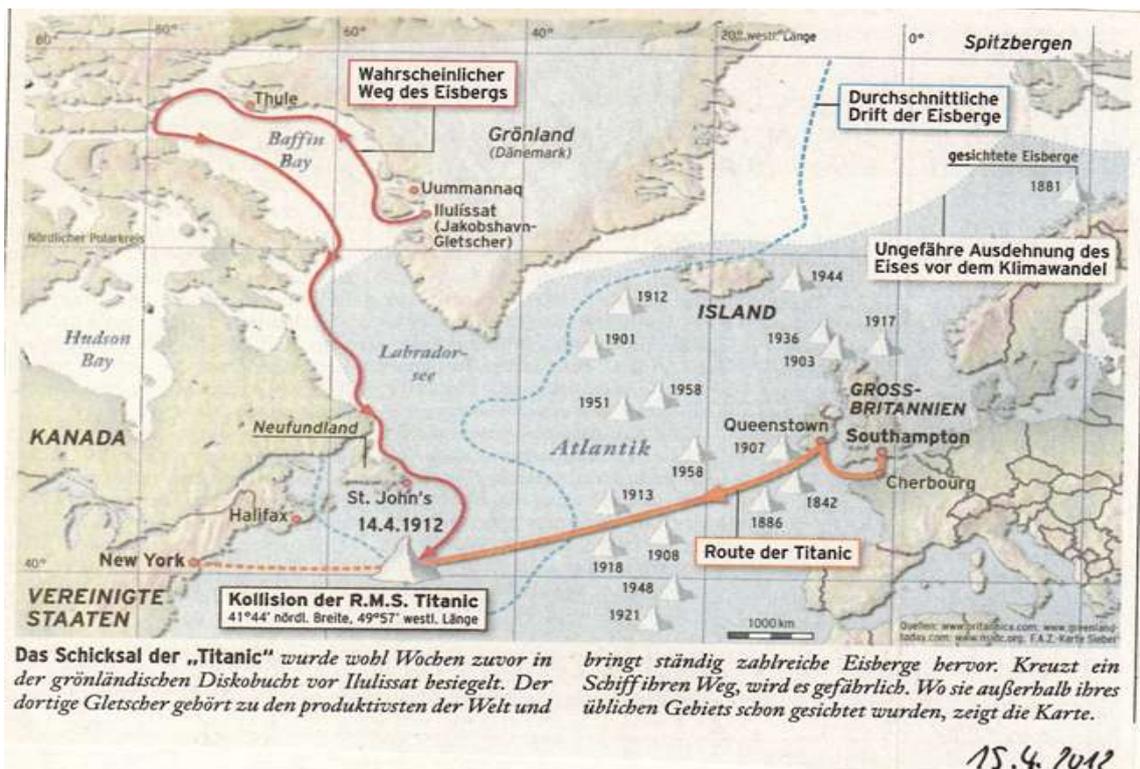
gleicht etwa 400 Toiletten aus dem Römischen Reich. Während Provinzstädte wie Herculaneum (im Schnitt 1,5 Sitze pro Toilette) oder Pompeji (1,8 Sitze) relativ kleine Abtritte aufweisen, boten die Latrinen im großstädtisch geprägten Hafen von Ostia bereits vier bis fünf Besuchern Platz. In der Metropole Rom glichen die Klos mit durchschnittlich 19 Plätzen fast Kathedralen des schlechten Geruchs. In den größten öffentlichen Bedürfnisanstalten der Hauptstadt, die Wasserspülung besaßen und oft prächtig angemalt waren, konnten sich bis zu 80 Personen gleichzeitig erleichtern. Eine Trennung nach Geschlechtern gab es nicht. siz

511004

# Eisbergkunde



Je nach Form und Größe erhalten Eisberge Namen. Nur in der Antarktis sind sie mitunter für die Wissenschaftler bloß eine Nummer.



# Surfende Frachter

Mit Lenkdrachen sollen Hochseeschiffe Sprit sparen. Jetzt beginnt der Verkauf im großen Stil

Von Markus Baiser

München – Tiefblaue See, weiße Stahlhüllen, eine Brise Wind: Kreuzfahrtschiffe gelten eigentlich als Symbol für unbeschwertes Reisen. Doch unter strahlender Sonne, Luxusrestaurants und Pools schlummert an Bord vieler schwimmender Kolosse ein gewaltiges Umweltproblem. Denn rund um den Globus verfeuern sie einen Treibstoff, wie er an Land nie erlaubt würde. Er ist billig. Aber er ist auch schmutzig und klimaschädlich.

Dabei sind Kreuzfahrtschiffe nur ein Teil des Problems. Der gesamte Schiffsverkehr steht am Pranger. Denn Luxusliner und der wachsende Gütertransport auf den Weltmeeren produzierten insgesamt weit mehr Luftschadstoffe als der weltweite Flugverkehr, wärmt eine in dieser Woche veröffentlichte Untersuchung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Insgesamt verursacht die internationale Schifffahrt 2,75 Prozent des globalen Ausstoßes von Klimagasen – genau soviel wie ganz Deutschland freisetzt. Bei anderen Schadstoffen liegen Schiffe deutlich vorn. Und der Ausstoß von Containerschiffen, Tankern und Fähren steigt weiter an. Denn die Globalisierung lässt den Bedarf an Frachtkapazitäten steigen.

Der Druck auf die Reeder steigt, mehr für die Umwelt zu tun, dies spürt auch Stephan Wrage. Der Wirtschafts-Ingenieur ist Chef und Mitgründer von Skysails, einem auf den industriellen Einsatz von Lenkdrachen spezialisierten Unternehmen mit 80 Mitarbeitern in Hamburg und Wismar. Wrage hofft, dass jetzt endlich die Zeit für seine Idee gekommen ist. Für einen kühnen Plan, den die Branche lange für grüne Spinnerie hielt.

Windantrieh gesteuerte Lenkdrachen, sogenannte Kites, sollen Motoren unterstützen und Tanker oder Kreuzfahrtschiffe übers Meer ziehen. 15 bis 30 Prozent an Treibstoff ließe sich so sparen, rechnet Wrage vor. Das hätten die ersten vier Schiffe bewiesen, die mit entsprechenden Systemen ausgestattet sind. Der Gleitachirm steigt bis zu 300 Meter über das Schiff. Dort oben weht der Wind stetiger und wegen der stärkeren Reibung an der Wasseroberfläche auch bis zu 20 Prozent stärker als direkt über den Wellen. Wie ein Lenkdrachen, der von Kindern am Strand gesteuert wird, kreuzen

Die Branche produziert mehr Schadstoffe als der Flugverkehr.

die Kites in der Form einer Acht vor den Schiffen. Stunde um Stunde, Tag für Tag. So lange nicht Stürme und Wetterkapriolen den Kapitän dazu zwingen, das Fluggerät per Knopfdruck automatisch einzufahren.

Nun will das Unternehmen erstmals größeren Chargen auf den Markt bringen. „Das Geschäft zieht an. In diesem Jahr erwarten wir Aufträge für zehn bis 20 Systeme“, sagt Wrage. Damit beginnt der kommerzielle Betrieb der computergesteuerten Kites, die mit Hightech-Tauen an den Schiffen befestigt werden, erstmals im großen Stil. Etwa eine Million Euro kostet es die Eigentümer, Schiffe mit einem Drachensystem auszurüsten. Nach etwa fünf Jahren habe es sich rentiert, sagt Wrage. In den kommenden Monaten wird das Unternehmen einen Schritt weiter gehen. Ingenieure von Skysails

arbeiten am bislang größten Modell der Firma. Die mehrere hundert Quadratmeter großen Drachen sollen den Kraftstoffverbrauch noch stärker drosseln. „Sie gehen im nächsten Jahr in die Prototypenphase. Ende 2012 sollen sie im Markt sein“, kündigt Wrage an. Der unter dem Projektnamen „Monster“ laufende Drache soll dem Unternehmen zum Durchbruch verhelfen. „In den nächsten zwei bis drei Jahren werden wir die Gewinnschwelle erreichen“, kündigt Wrage an und will 2013 oder 2014 profitabel arbeiten. Etwa 50 Drachen will das Unternehmen dann verkauft haben.

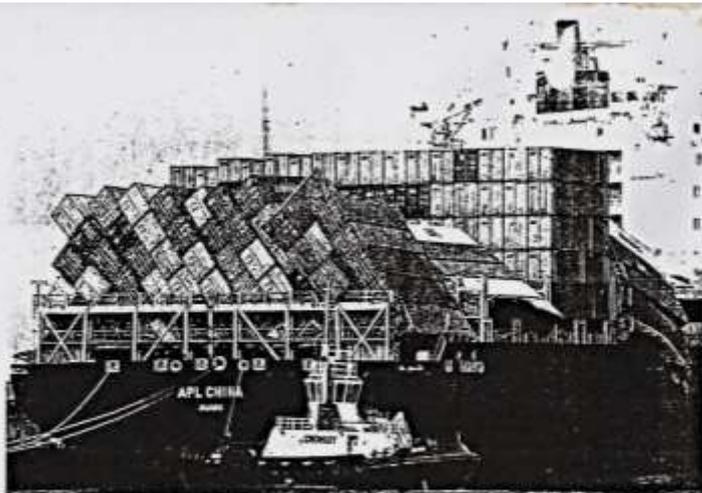
Die Idee, nicht einfache Segel, sondern Lenkdrachen als Hilfsantrieb für Frachter oder Fischtrawler zu nutzen, kam Wrage vor zehn Jahren. Tausende Entwicklungs- und Teststunden später gilt die Idee als ausgereift. Experten gaben dem vor zehn Jahren gestarteten Projekt anfangs kaum eine Chance auf Realisierung im großen Stil. Zu visionär muteten die Riesensegel aus Hamburg an. Seit 2007 sind die ersten Drachen nun im Einsatz, und inzwischen ist sich Wrage sicher: „Die Zeit läuft für uns. Die Schifffahrt wird sich in den nächsten Jahren grundlegend wandeln. Klimaschutz, steigende Ölpreise: Es wird ein neues Bewusstsein einziehen.“

Selbst die UN-Schifffahrtsorganisation IMO gibt Wrage Recht und rechnet in eigenen Studien vor, was möglich ist. Bis 2030 könnten mit dem Einsatz der Lenkdrachen im großen Stil jährlich 100 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> gespart werden, 60 000 der weltweit 100 000 registrierten Handelschiffe ließen sich mit einem Drachen ausrüsten. Nur besonders große und schnelle Schiffe eignen sich nicht. Dazu zählen große Containerschiffe.



Ein Schiff nutzt einen riesigen Lenkdrachen der Firma Skysails aus Hamburg: Diese sogenannten Kites können bis zu einem Drittel Treibstoff einsparen. In diesem Jahr beginnt der Verkauf der Drachen im großen Stil, die Testphase ist vorbei.  
Foto: Skysails

18.7.2011



Das Containerschiff APL China am 2. November 1998, nachdem es wegen starker Stürme auf dem Weg von Taiwan nach Seattle 200 Container mit Juwelen, Bekleidung und Fernsehgeräten verloren hat.

### Der Seeweg von Badeenten



ser Läden und einem numerischen Modell konnte sie anschließend den Weg der Turteltaube zu Havariestelle zurückverfolgen. Dabei entstand gleichzeitig ein grobes Bild der Meeresströmungen im Nordpazifik zwischen den Aleuten und der nordamerikanischen Westküste. Eine Gelegenheit, das Simulationsprogramm zu überprüfen, ergab sich am 10. Januar 1992. Wieder tobte ein schwerer Sturm südlich der Aleuten, Anfang des 45. Breitengrades, etwa auf Höhe der internationalen Datumgrenze, geriet ein Containerschiff, das zwischen Hongkong und der Halbinsel Tacoma bei Seattle unterwegs war, in dieses Unwetter. Wind und Wellen ließen das Schiff um bis zu 40 Grad um die Längsachse rollen. Wie im Falle der Hansa Carrier rissen dabei Container aus ihren Verankerungen und gingen über Bord. Einer dieser Container war mit 29 000 Spielzeugtieren aus Plastik beladen, die normalerweise mit Kindern ein Vollbad in einer Badewanne

nehmen. Auch die Plastiktiere begaben sich auf der unruhigen Meeresoberfläche des Pazifik zu schwimmen. Nach etwa neun Monaten, so sagte Elbensemer voraus, sollten die ersten Enten im Süden Alaskas oder an der kanadischen Pazifikküste angeschwemmt werden. Tatsächlich landeten Strandläufer am 16. November 1992 auf der Baranof-Insel südlich der Stadt Sitka in Alaska die ersten Enten. Bis zum Sommer 1993 wurden 400 weitere Enten an mehreren Stränden in Alaska angeschwemmt. Aus der Tatsache, daß weder aus Kanada noch aus dem Nordwesten der Vereinigten Staaten Funde gemeldet wurden, schloß sich die Ozeanographie, daß ein großer Teil der Enten von der Havariestelle nach Norden in Richtung Beringstraße gedrückt war. Im Januar 1994, zwei Jahre nach dem Sturm, landeten Enten tatsächlich die ersten Plastikentens in Meeres östlich der Beringstraße.

Was anschließend mit den Enten geschah, blieb einige Jahre lang im dunkeln. Falls sie weiter nordwärts durch das Nordpolarmeer drifteten, so sagte Elbensemer voraus, könnten sie in sechs bis acht Jahren den Atlantischen Ozean erreichen - falls der Pazifik überhaupt die jahrhundert alte Eis überbrückt. Und wieder sollte der Raubstörcher nicht fehlen, denn im Jahre 2000 fanden sich einige der Plastikentens aus Hongkong an der Südküste der Nordküste Island. Von dort zogen die Meeresströmungen die Plastikentens weiter westwärts. In diesem Sommer, mehr als elf Jahre nach der Havarie, heißt Elbensemer, daß einige Hunderte von ihnen an den Britischen Neuseelands ankomen. Ermutlich ist dabei, daß die Enten nicht nur die stürmische See im Nordpazifik, sondern auch die jahrelange Drift im Eismeer unbeschadet überstanden haben. Einen besonnenen Text auf Halbharti können sich die Hersteller der Plastikentens kaum wünschen. Und ohne es auszusprechen, heißt Elbensemer im Grunde auf den nächsten schweren Sturm, bei dem wieder Container mit Massengütern über Bord gehen, die schwimmen können. Im Dienste der Wissenschaft kann er solchen Zwischenfällen sogar noch etwas Gutes abgewin-

## Ente der Reise 18.07.03

Ein Forscher erkennt im Schwimmtgut die Meeresströmungen / Von Horst Rademacher

SAN FRANCISCO, 17. Juli. Die meisten Badeentwürfen gehen auf Strandbesuchern abwärts. Sie sind: Treibholz, zerbrochene Plastikflaschen, zerfetzte Taue, verfallenes Kinderespielzeug und hier und da ein Auftriebskörper, der von einem Fischerboot abgeworfen wurde. Für den Pazifiker Curtis Elbensemer sind diese Gegenstände aber alles andere als wertlos. Sie sind, der ehemalige Meeresforscher versucht es nämlich, dem Fiskus die Geheimnisse der Strömungen in den Ozeanen zu entschlüsseln. Anhand von Plastikentens, mit denen Kinder gewöhnlich in der Badewanne spielen, konnte er jetzt das Fluß des Meerwassers aus dem Pazifik quer durch das nördliche Eismeer bis in den Atlantik nachweisen.

Das Interesse an Strandgut wurde in Elbensemer vor dreizehn Jahren geweckt. Damals war er in Seattle als Angestellter der amerikanischen Meeresbehörde NOAA in der Forschung tätig. Einer seiner Kollegen, Richard Strickland vom Meeresbiologischen Institut der Universität des Bundesstaates Washington, hatte im Juni 1990 bei einer Kajaktour vor der Küste von Vancouver Island in Kanada eine Flaschenpost aus China gefunden. Vorsichtig öffneten die beiden die verkorkte Flasche in ihrem Labor. Sie entdeckte ein Flugblatt, in dem gegen die Formeln der chinesischen Disidenten Wei Jingsheng protestiert wurde. Wei war im Oktober 1979 festgenommen worden. Wofür? Wie sie fragen sich die beiden Meeresforscher, mag die Flaschenpost wohl in dem elf Jahren zurückgelegt haben, während sie irgendwo vor China im Meer geworfen wurde?

Wenige Tage bevor Strickland die Flaschenpost bergen konnte, tobte im Nordpazifik ein schwerer Sturm. Das Containerschiff „Hansa Carrier“, das von Korea an die amerikanische Westküste unterwegs war, konnte dem Orkan nicht mehr standhalten. In Korea hatte das Schiff unter anderem mehrere Container an Bord genommen, die mit Turteltauben beladen waren. Der Orkan etwa 700 Kilometer südlich der Aleuten-Inseln war so stark, daß sich 21 Container, jeweils 20 Meter lang, aus ihren Verankerungen an Deck lösten und von Bord gespült wurden. Die Türen einiger dieser Container sprangen beim Aufschlag auf die Meeresoberfläche auf. Etwa 20 000 Plastikturteltauben begannen auf dem aufgewühlten Wasser fortzuschwimmen.

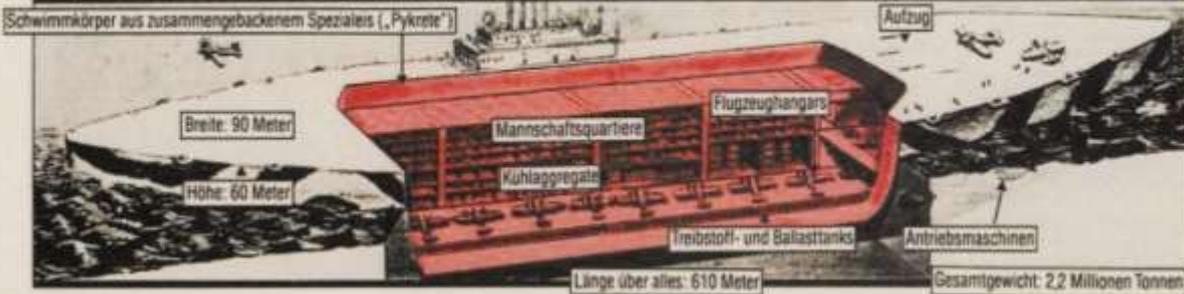
Als Elbensemer von der Havarie hörte, witterte er eine Chance, das Geheimnis der Flaschenpost aus China zu ergreifen. Die Schube, so sagte sich der Meeresforscher, müssen ja irgendwann von der nordpazifischen Meeresströmung an Land geschwemmt werden. Tatsächlich wachte im darauffolgenden Winter mehr als 2000 Turteltauben an den Stränden von British-Kolumbien, Washington, Oregon und im Norden Kaliforniens auf. Sogar in Hawaii wurden einige der Turteltaube geortet. Trotz der langen Reise durch abtägiges Wasser waren die

meisten Schube noch intakt - gelegentlich fanden Sinusdrücker sogar ein zusammengebrochenes Paar. Die Wissenschaftler aus Seattle notierten akribisch nicht nur alle Fundstellen, sondern auch die Zeiten, zu denen die Turteltaube von Strandläufern entdeckt wurden. Mit Hilfe die-

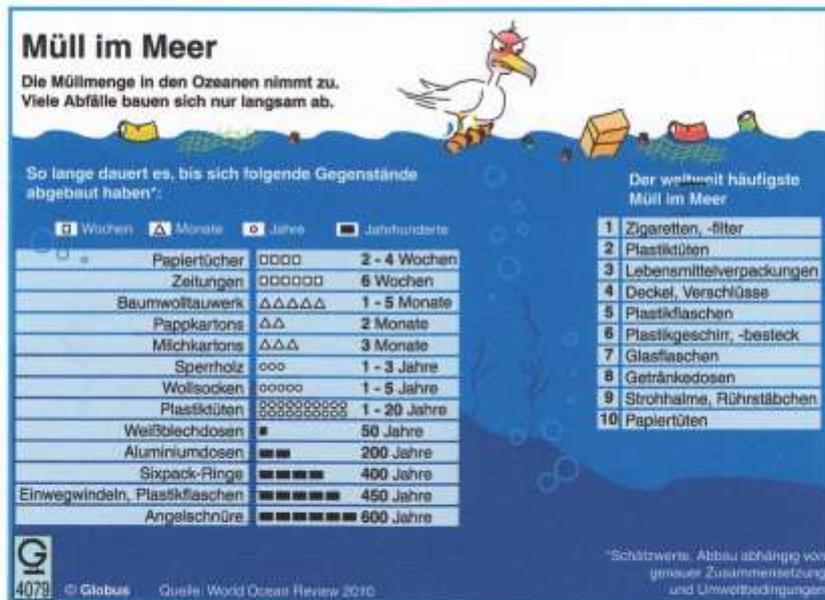


Geometrie- und Meeresströmungsforscher Curtis Elbensemer

## PLATTFORM AUS EIS Im Zweiten Weltkrieg geplanter Flugstützpunkt „Habakuk“



# Müll im Meer



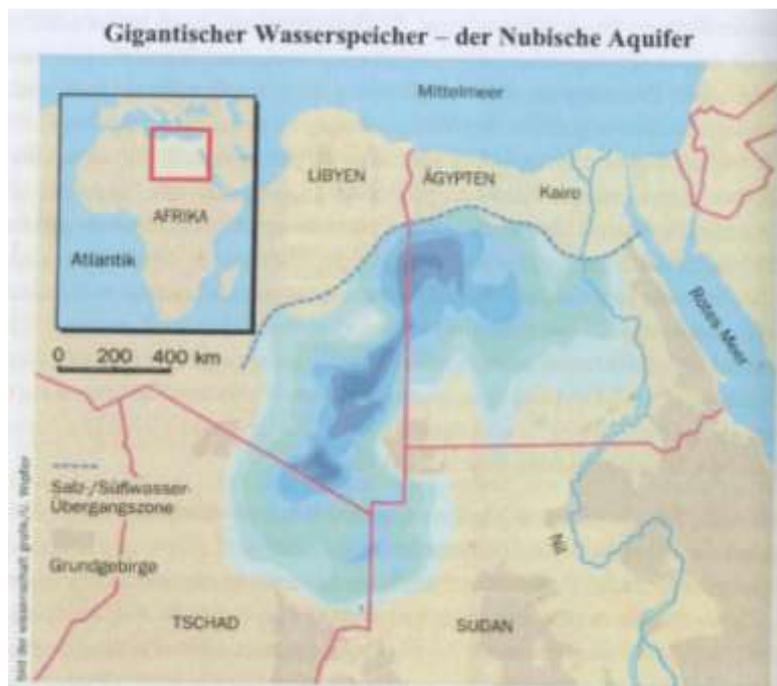
## Kehrseite des Konsums

Ein Spaziergang am Strand offenbart es: Oft findet man Müll wie Plastikflaschen, alte Netzreste oder Schuhteile. Plastiktüten treiben in der Brandung. Durch den Konsum des Menschen gelangt eine große Menge Müll über verschiedene Wege ins Meer. Je nach Region ist die Müllmenge in den Ozeanen unterschiedlich. Im Nordpazifik gibt es beispielsweise einen riesigen Wasserwirbel, in dem große Mengen Müll rotieren. Im sogenannten „Great Pacific Garbage Patch“ konnten Wissenschaftler fast eine Millionen kleine und größere Plastikteile auf einem Quadratkilometer nachweisen. Plastik baut sich nur sehr langsam ab. Welche Gefahr von den sehr kleinen Teilchen ausgeht, die übrig bleiben, wenn Plastik zerfällt, ist unklar. Dieses Mikroplastik ist mit 20 bis 50 Mikrometern kleiner als der Durchmesser eines Haares und lässt sich vielerorts im Wasser, im Sand und in Ablagerungen am Meeresboden nachweisen. Außerdem reichert es sich in Meerestieren an.

Globus

Statistische Angaben: World Ocean Report 2010; Grafik: Raimar Heber, Redaktion: Frithjof Goetz

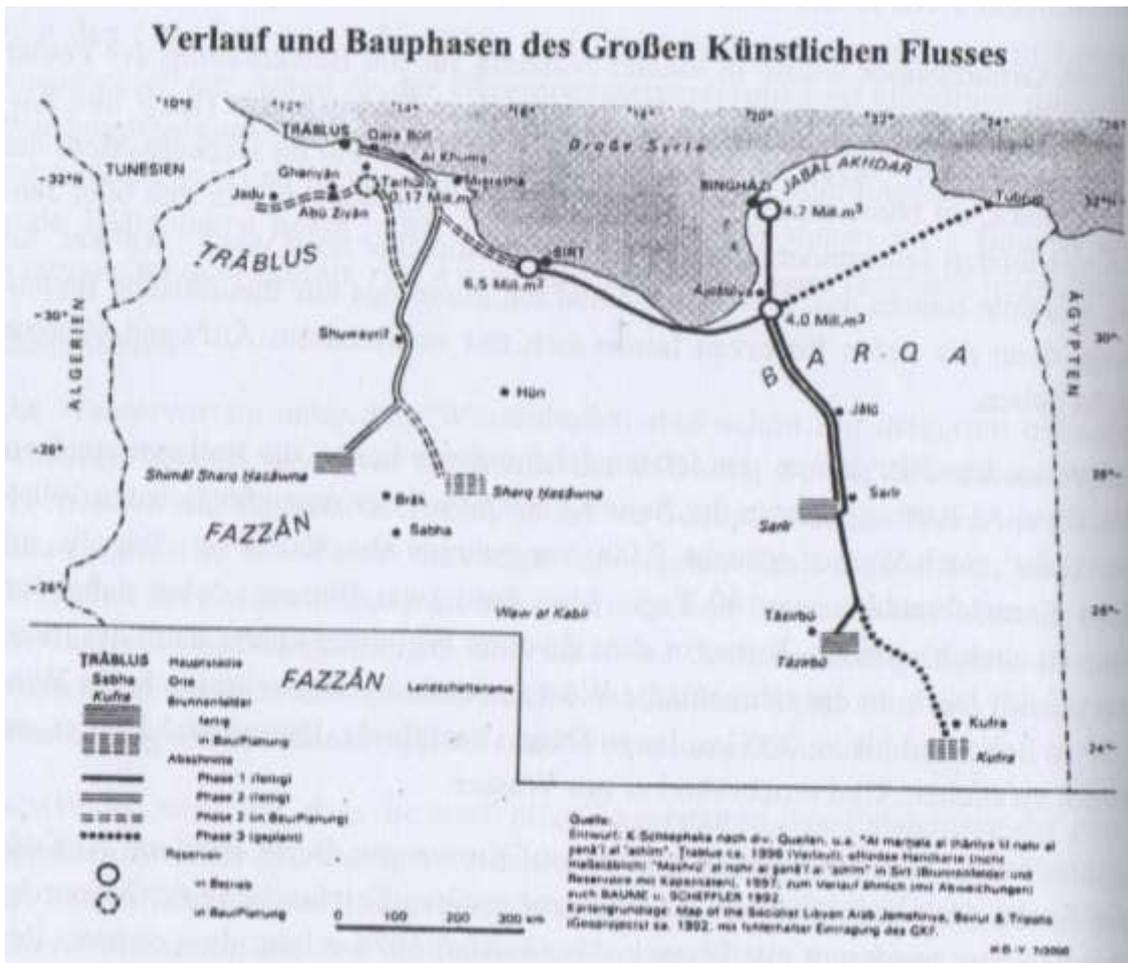
# Libyen



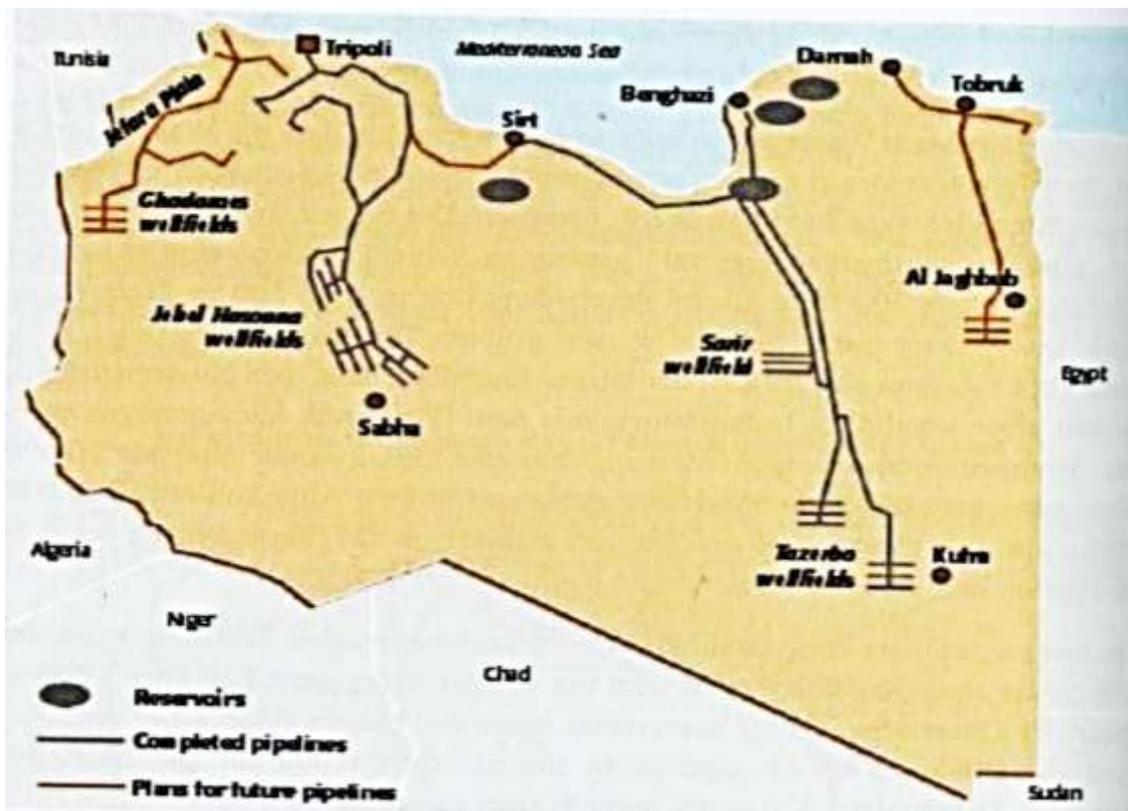
Barth Peter, Wasser - ein globales politisches Problem, S.90

Verfügbares Wasser	Mio. m <sup>3</sup>	Wasserbedarf	Mio. m <sup>3</sup>
Grundwasser	2.557,62	Landwirtschaft	3.259,27
Oberflächenwasser	61,00	Haushalte	448,30
Entsalzung	47,86	Industrie	135,64
Abwasser	24,16		
<b>Gesamt</b>	<b>2.689,64</b>	<b>Gesamt</b>	<b>3.843,21</b>

Barth Peter, Wasser - ein globales politisches Problem, S. 91



Barth Peter, Wasser - ein globales politisches Problem, S. 94



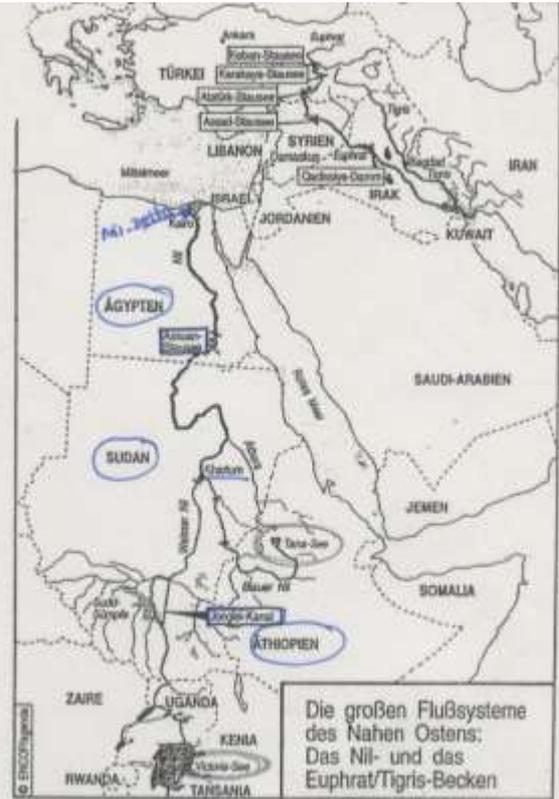
Barth Peter, Wasser - ein globales politisches Problem, S. 96

# Ägypten



Das Euphrat-Tigris-Becken

Malgré les projets de développement, la guerre s'étend



Die großen Flußsysteme des Nahen Ostens: Das Nil- und das Euphrat-Tigris-Becken



Das Siedlungsgebiet der Kurden liegt auf dem Territorium von vier Staaten: der Türkei, dem Irak, Syrien und Jordanien.

# Geschenk der Vorsehung

Überschüssiges Wasser aus dem Assuan-Stausee soll Hunderttausende Hektar Wüste urbar machen und Ägyptens Ernteerträge steigern.

Die Baumeister der Pharaonen setzten ihre Zeitgenossen schon vor 4500 Jahren mit Weltwundern in Erstaunen. Nun haben sich die Ingenieure des modernen Herrschers Husni Mubarak vorgenommen, „das Meisterwerk des 20. Jahrhunderts“ zu errichten, wie in Kairo die regierungsnahe Tageszeitung AL-BIRAM frohlockt.

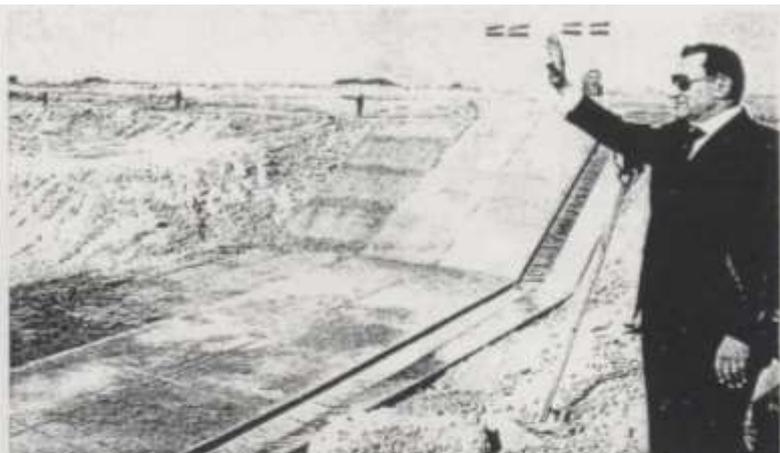
Die großen Worte gelten einem Mammutprojekt, das, falls es gelingt, tatsächlich eine geschichtliche Wende mit sich bringen könnte: Rund 900 Kilometer südlich von Kairo heben Tausende von Fellächen zwei Verbindungskanäle aus, die aus dem 500 Kilometer langen Stausee bei Assuan Nilwasser in die westliche Wüste leiten sollen.

Der Aderial des längsten Stroms der Erde war dringend notwendig geworden. Denn der Nil drohte nach ungewöhnlich regenreichen Jahren über die Gefahrenmarke des Staudamms zu treten. Der See schwoll zu kritischer Höhe.

Dennoch ist eine Hochflut die Ausnahme, weshalb die Ägypter seit biblischen Zeiten vor allem die Dürreperioden fürchten, die früher stets Hungersnöte auslösten. Die Assuan-Dämme wurden weniger als Schutzschilde gegen Flutkatastrophen entworfen als zur Schaffung von Rückhaltebecken, in denen sich genug Wasser ansammeln sollte, um in trockenen Jahren eine gleichbleibende Versorgung der Äcker und Haushalte sicherzustellen.

Der Staudamm erfüllte diesen Zweck, trotz ökologischer Bedenken und Klimaveränderungen. Die urbare Fläche, die knapp fünf Prozent des ägyptischen Territoriums von einer Million Quadratkilometern ausmachte, stieg um 20 Prozent. Doch die rasche Bevölkerungszunahme (jährlich 2,2 Prozent) ließ Städte und Dörfer ungerügelt wuchern – auf Kosten der Ackerkrume.

Für die über 60 Millionen Ägypter reicht die landwirtschaftlich nutzbare Fläche schon lange nicht mehr aus. Zwei Drittel



Präsident Mubarak, Baustelle des Nilkanals: „Weg in eine bessere Zukunft“



der Nahrungsmittel muß das rohstoffarme Land importieren. Mehr Wasser ist gleichbedeutend mit mehr Ackerland und reicherer Ernte – und das Naß kann nur aus dem großen Strom kommen. Die Feststellung des griechischen Historikers Herodot, daß „Ägypten ein Geschenk des Nils“ sei, gilt heute noch so wie vor zweieinhalb Jahrtausenden.

Überschüssige Wassermengen, die sonst ungenutzt ins Mittelmeer geflossen wären, werden nun in die von Geologen ausgesuchte Toschka-Senke 50 Kilometer nordwestlich von Abu Simbel umgeleitet. Sie könnten den „Weg in eine bessere Zukunft“ weisen, wie das Staatsfernsehen verheißt.

Das Fassungsvermögen des neuen Bektens beträgt beachtliche 230 Milliarden Kubikmeter; noch vor Jahresende dürften über 150 Milliarden Kubikmeter dorthin abfließen – dreimal soviel Wasser, wie Ägypten dem lebensspendenden Strom nach den Abmachungen mit den anderen Nilanrainern sonst jährlich entnimmt.

Das „zweite Geschenk der Vorsehung“ (Radio Kairo) soll so rasch wie möglich genutzt werden. Seit Monaten haben Agrarexperten und Arbeiterkolonnen die Uferbänke in der Toschka-Senke für die Ersterbewässerung vorbereitet. Planiermaschinen ebnen die künftigen Anbaugelände ein, Techniker legen Kanäle an. Innerhalb weniger Monate, so hofft Landwirtschaftsminister Jussuf Wali, werden auf 50.000 Hektar Wüstenboden Weizenfelder entstehen.

Und das ist erst der Anfang: Zehn Kilometer östlich des Toschka-Durchstichs baggern Bulldozer einen zweiten Kanal aus, den „Schleich-Sapd-Kanal“, benannt nach dem Staatspräsidenten der Vereinigten Arabischen Emirate, der Ägyptens Zukunftsprojekt mitfinanziert.

Da entsteht auch Afrikas größte Pumpstation, die nach Fertigstellung pro Sekunde 200 Kubikmeter Nilwasser aus dem Stausee 60 Meter hochpumpen wird. Damit sollen einmal 10.000 Quadratkilometer Boden um die Oasen in der westlichen Wüste ergrünen – ein Kulturlandzuwachs von weiteren 20 Prozent.

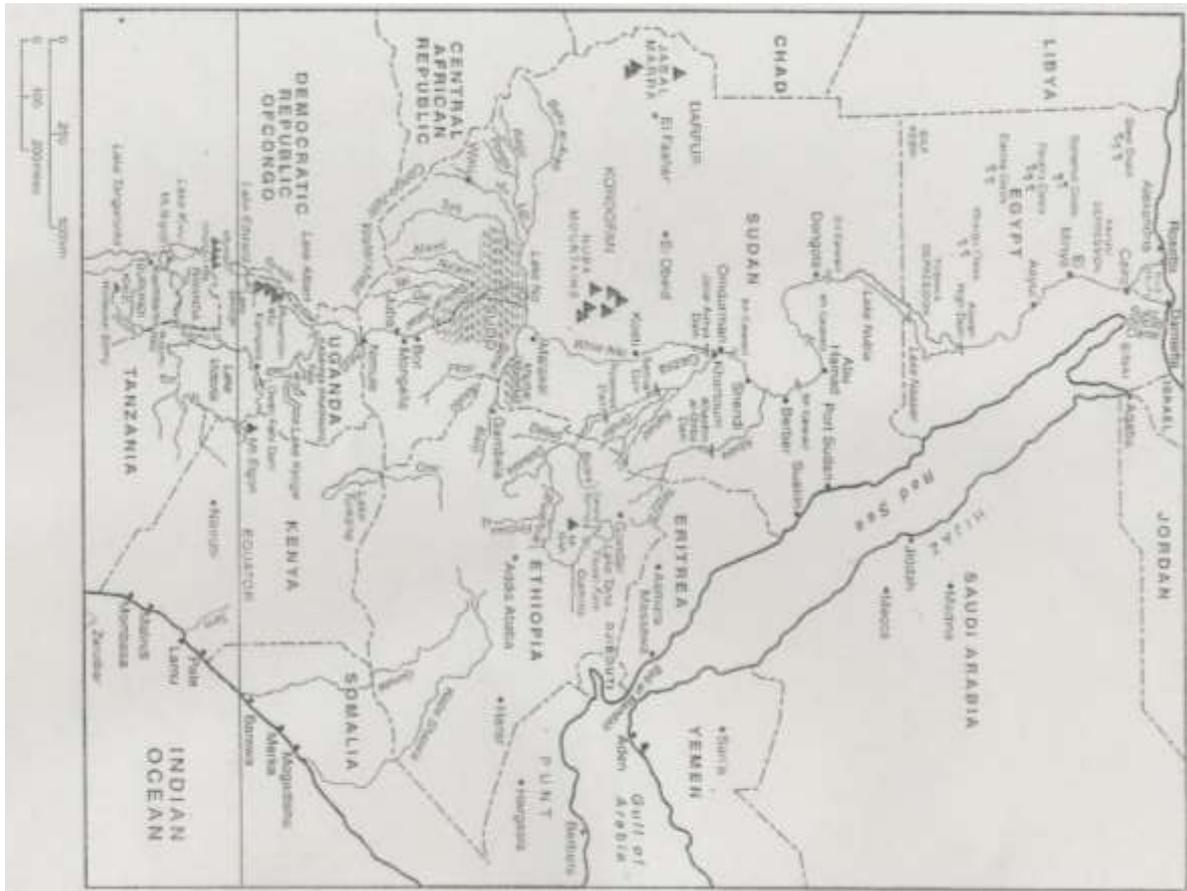
Sachverständige behaupten, daß der Grundwasserspiegel durch die dauerhafte Flutung auf jeden Fall steigen wird – selbst dann, wenn der Nil wegen der neuen Ableitungen weniger stark strömen sollte. So könnten mehrere hunderttausend Hektar Wüstenland unter den Pflug gebracht und die trockenen Jahre, die unausweichlich wiederkehren, überstanden werden.

Aber auch die nächste Hochflut kommt bestimmt – wenn nicht Äthiopien, wie schon lange angekündigt, selbst einen Staudamm am Blauen Nil baut und die Wasserzufuhr entscheidend drosselt. Doch ob die Regierung in Addis Abeba es wagt, dieses Projekt zu verwirklichen, ist fraglich.

In der ehemaligen Kaiserhauptstadt erinnert man sich sehr wohl an die Drohung des damaligen ägyptischen Präsidenten Anwar el-Sadat: „Wer mit dem Nilwasser spielt, erklärt uns den Krieg.“

## Ein nicht alltäglicher Blick aus dem Fenster

S. 111 2010



# Heimliche Angriffsgelüste, live übertragen

6.6.1013

**Kyptische Politiker empfehlen Präsident Mursi, den Bau eines Nil-Staudamms in Äthiopien mit aller Gewalt zu stoppen – nur dann sei alles zu retten.**

Offene Militärfront sind die Fein-  
 las wissen Staatschefs auf der ganzen  
 Nil, und erst ungewollte Live-Übertra-  
 gungen im Fernsehen Ägypten, jedenfalls  
 auf sich besetzt die Haare über die hoch-  
 rangigen Treffen von Präsidenten, Ministern  
 und Mursi mit Vertretern politischer und  
 religiöser Gruppen, das jeweils separat ge-  
 hen oder getrennt, jedenfalls nicht ge-  
 wohnt war. Dabei ging es um ein Thema  
 höchster nationaler Sicherheit: den Nil-  
 Staudamm in Äthiopien. Seit Jahren liegen  
 Gato und Addis Abeba im Streit über die  
 Trend Renaissance Dam, den Damms das  
 Tsdm. Wiederaufbau, den Äthiopen  
 zur Stromerzeugung bauen will.

**Neu ist das Kriegsgeschrei nicht, der Streit um das Wasser reicht über Jahrhunderte zurück**

in Nil umstritten, um mit dem Bau zu beglin-  
 gen, brach Panik aus – deshalb das Trif-  
 ten. Die Teilnehmer – Libanesen, Brasilianer, ja  
 antische Gelehrte, koptische Würdenträ-  
 ger – ahnten nicht, dass alles insgesamt wor-  
 ke. Man habe die Auswirkungen verzei-  
 gen wegen der Dürregefahr des Themas,  
 sagte eine Erklärungsrede erst am späte-  
 ren. Und ganz vergessen, das bekannt zu ge-  
 hen.

Die Folge war eine bemerkenswerte Er-  
 zählung der politischen Geschehnisse. Jula Ma-  
 schin von der Schafstern-Partei Licht etwa  
 schlug vor, Karro solle Redatoren in Äthiopi-  
 in im Kampf gegen die Regierung unte-  
 rstützen, um einen Baustrapp zu erzwingen.  
 Falls das nicht helfe, bleibe Ägypten „jenseit  
 Fall“. Es müsse dem Geheimdienst ersat-  
 ten, um den Damms zu zerstören. Auch Mo-  
 narchen Adwar el-Saidi von der Islamischen

nicht ungenutzt, erschütternde sich  
 aber ungenutzt bei den Äthiopen, was  
 halb ihn wiederum die Soldaten als „ab-  
 stößend“ beschuldigen, kurz: Die Opposi-  
 tion war so zerstreut wie immer.

„Zugriff“, hat ihm da auch nicht. Ein  
 ägyptischer Internetschreiber hat  
 sich, was viele dachten: „Hilfe, wir wer-  
 den von einem Heiligen Amisura gefolgt.“  
 Dabei verlor das Thema „heilige  
 Staatskunst. Der Streit um das Wasser des  
 Nil reicht über Jahrhunderte zurück, um,  
 Ja, er wurde auch militärisch ausgerollt,  
 manchmal als Kampf zwischen Christen  
 und Muslimen – Äthiopen ist mehrheit-  
 lich christlich – aber auch angeht von  
 den Kolonialmächten. Im Grunde war der  
 Streit über den Bau des Nil, den wichtigsten

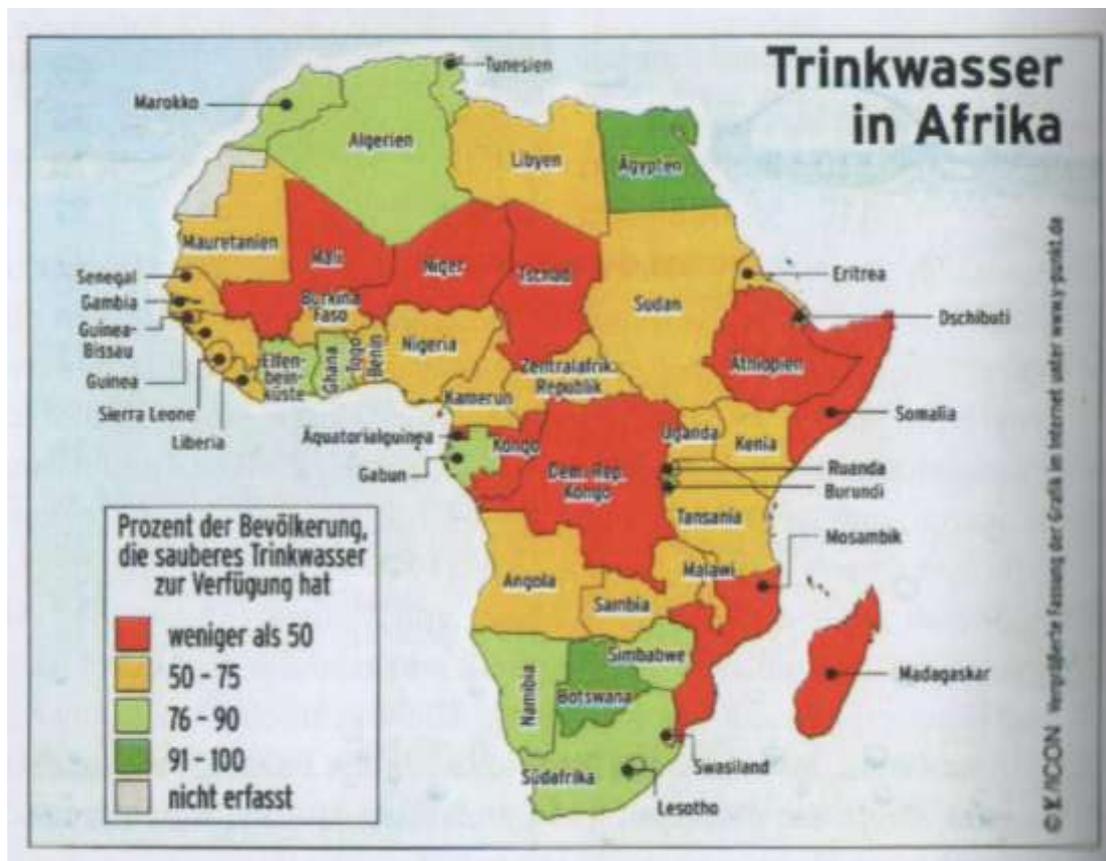
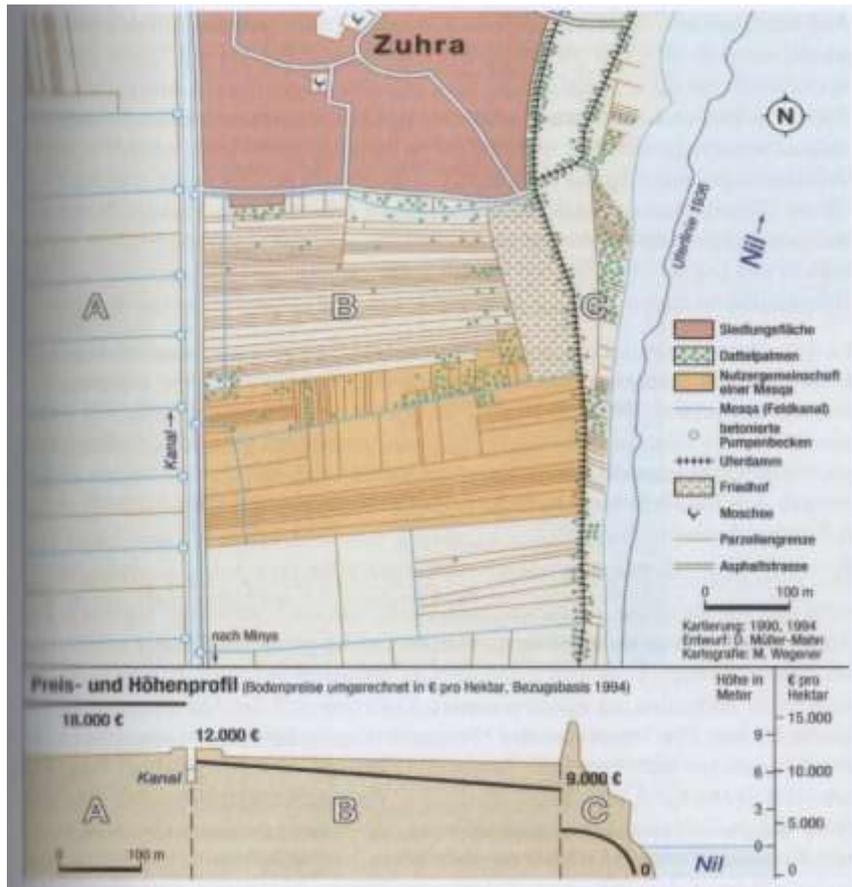
Zusatz des Bräuses, immer von Drohbu-  
 gen und Omenhaften begleitet, auch und  
 besonders, nachdem Ägypten und der Stau-  
 damm in zwei Abkommen von 1923 und 1959  
 als Hauptbestandteil der Nilverträge festge-  
 legt worden. Ägypten darf dort  
 52,5 Milliarden Kubikmeter entnehmen,  
 der Sudan 18,5 Milliarden Kubikmeter, zu-  
 sammen macht das 99 Prozent des Nilwa-  
 sers aus Ägypten wurde bei den Verhand-  
 lungen nicht konsultiert, und alle Ägypten  
 auch nach den Assuan-Staudammen zu bau-  
 en begann, erzwang Kaiser Haile Selassie

die Trennung der Äthiopenischen Ortho-  
 doxen Kirche von der Orthodoxie in Armen-  
 idia – nach 1900 Jahren. Daraufhin versagte  
 Präsident Gamal Abdel Nasser Äthiopi-  
 ens Minister im Omdem auf – die Forderung  
 wurde aber abgelehnt. Auch nicht das  
 Kriegsgeschrei. Nasser's Reichlicher Antwort  
 in 1954 etwa hatte mit einem Angriff ge-  
 droht. Hoani Nubawa gab sich versöhn-  
 lich, gewährte den Äthiopen aber mit ge-  
 genständlichen Währungsreformprojek-  
 ten, die Äthiopen der Nil nur durch Ägypten.  
 Die Äthiopen hasten den Plan zum Stau-  
 damm: mit 67 Milliarden Kubikmetern der  
 größte Äthiopen, ein paar Kilometer nördlich  
 der sudanesischen Grenze.

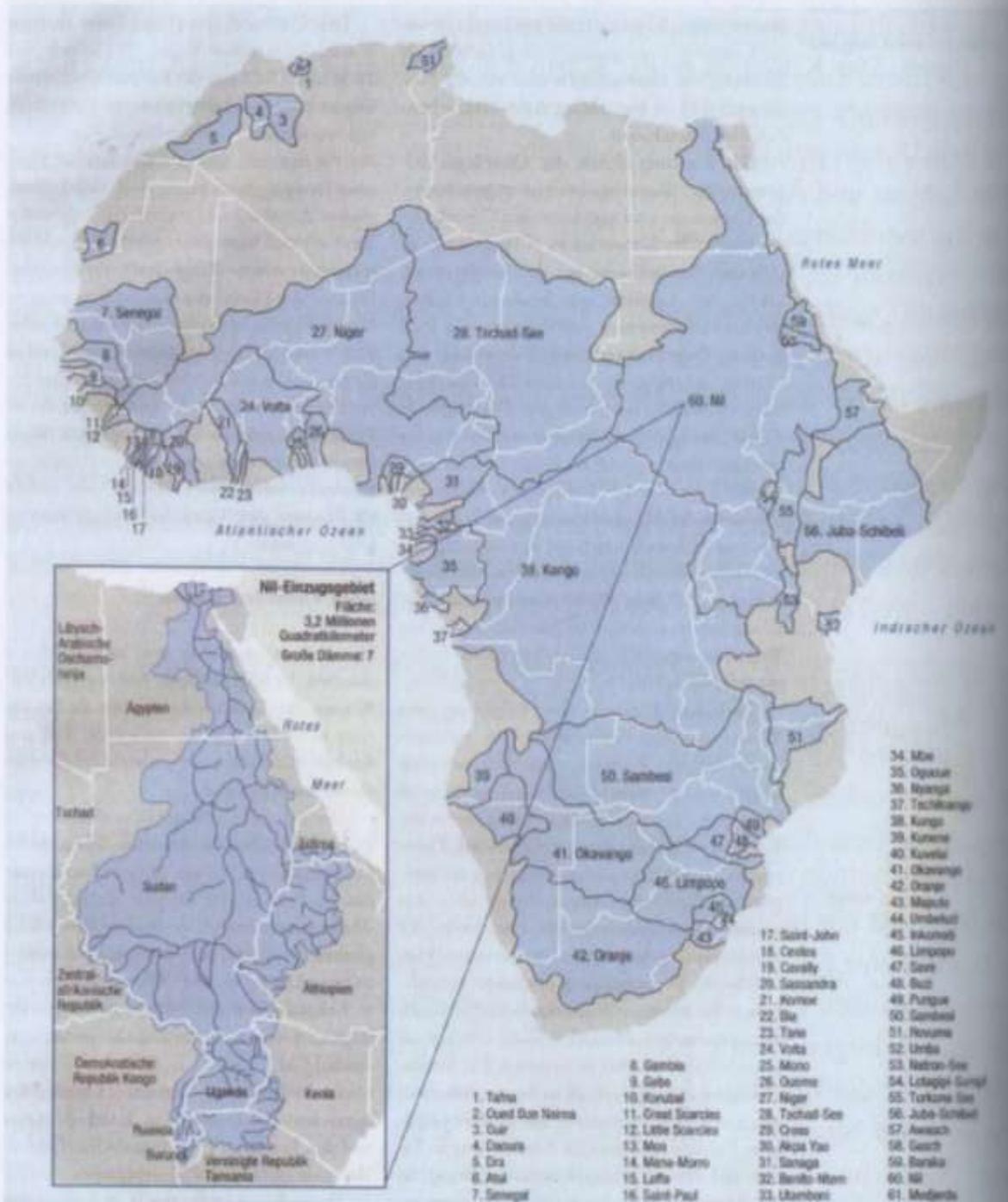


Die gigantische Projekte, so hoffen die  
 Äthiopen, werde genug Strom erzeugen,  
 um ihn zu verkaufen – auch an Ägypten –  
 und ihrem Land aus der Armut zu helfen.  
 Jahrelang haben die die Nachbarn am Ober-  
 lauf des Bräuses ungewohnt, nun stehen die  
 Hauptstädte der Völkern – der Sudan und  
 Ägypten – stänlich haben da. Dass der  
 Damms nur zur Stromerzeugung genutzt  
 werde und Ägypten somit nicht weniger  
 Wasser zur Verfügung habe, gab es in Kai-  
 ro kaum jemand. Das Konstrukt muss ja  
 gefällt werden. Zudem reicht das Wasser  
 jetzt schon kaum, weil die Landwirtschaft  
 Teilhaft und weil Ägypten mit Wasser unge-  
 hen, da wäre es ihnen so überreich ge-  
 schenkt wie Senegalische, 2010 werden am  
 Nil nicht mehr knapp 90, sondern 150 Milli-  
 arden Menschen leben, die noch einmal  
 21 Milliarden Kubikmeter mehr brauchen.  
 Aber auch Äthiopenische Ethnographen  
 wächtig, im gesamten Nilbecken werden in  
 20 Jahren 600 Millionen wohnen.

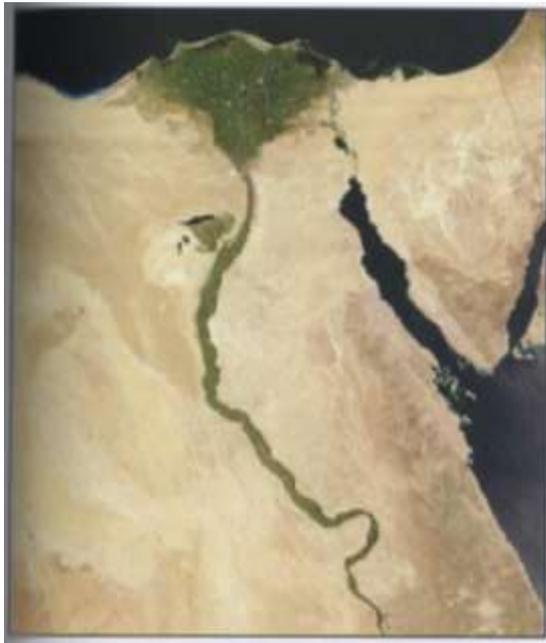
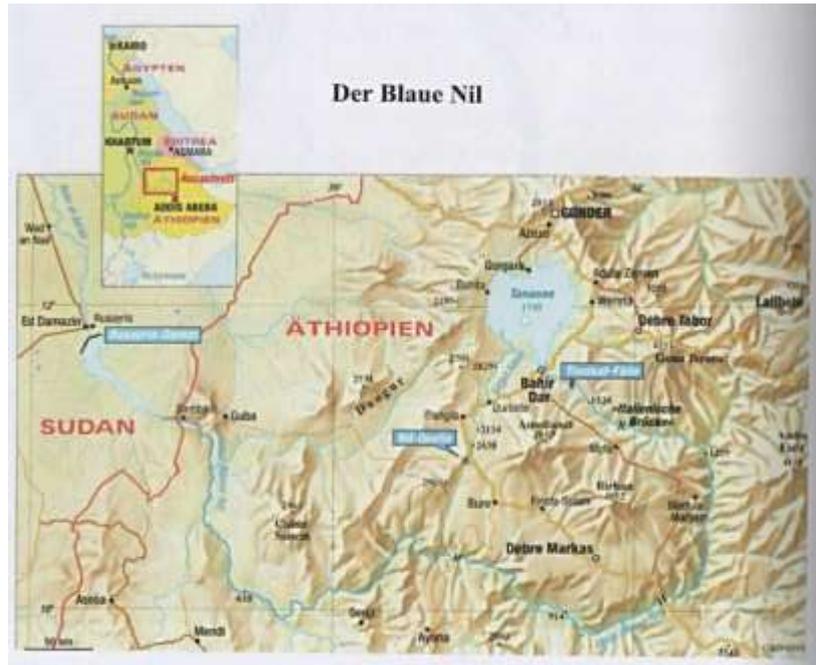
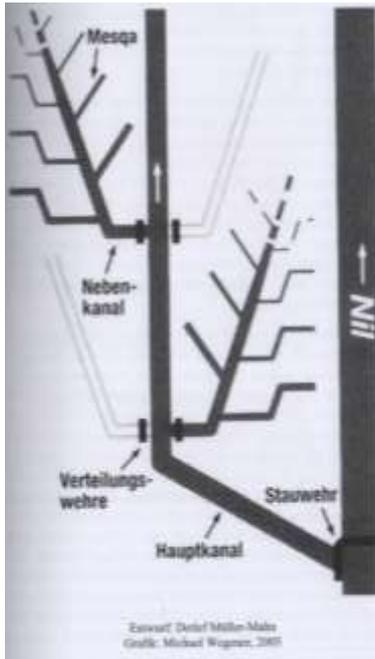
Nil, das Damm ist noch Zeit. Die Fran-  
 sierung des Damms ist schwierig, internati-  
 onale Gelehrter regern aus Ägypten, ein so  
 exploitatives Projekt zu unterstützen. Die Mi-  
 kroökonomie in Kairo dürfte sie bestän-  
 digen.



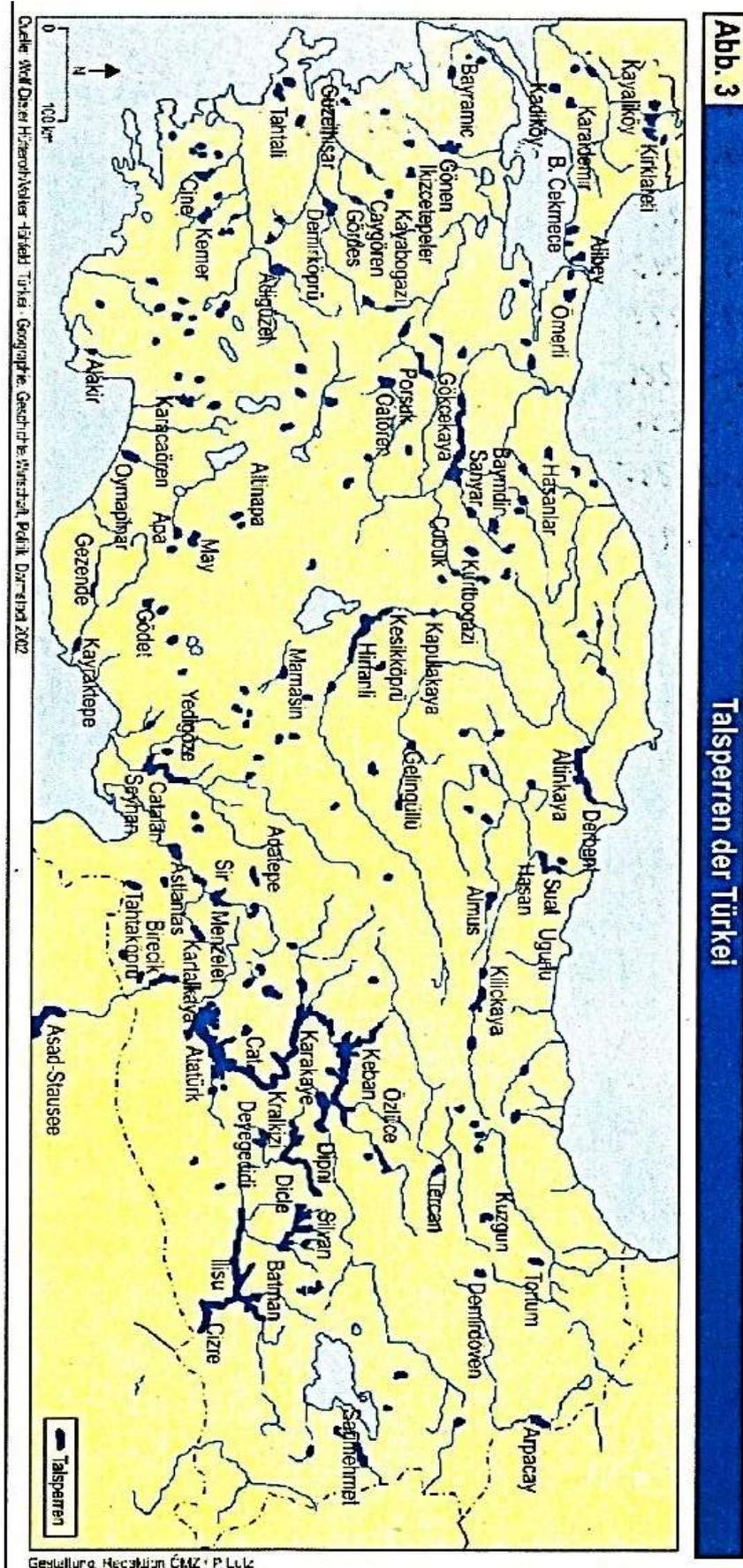
## Afrikas Flüsse und Seen erstrecken sich über viele Grenzen



Hinweis: Die in dieser Karte gezeigten Grenzen und Namen sind die vorläufigen Bestimmungen der UNO. Eine offizielle Bestätigung oder Anerkennung durch die Vereinten Nationen.  
 Quelle: Wolf et al. 1989, Reynolds et al. 1990, Robinson 2004, Alparaz und Peltzer 2005.



# Türkei

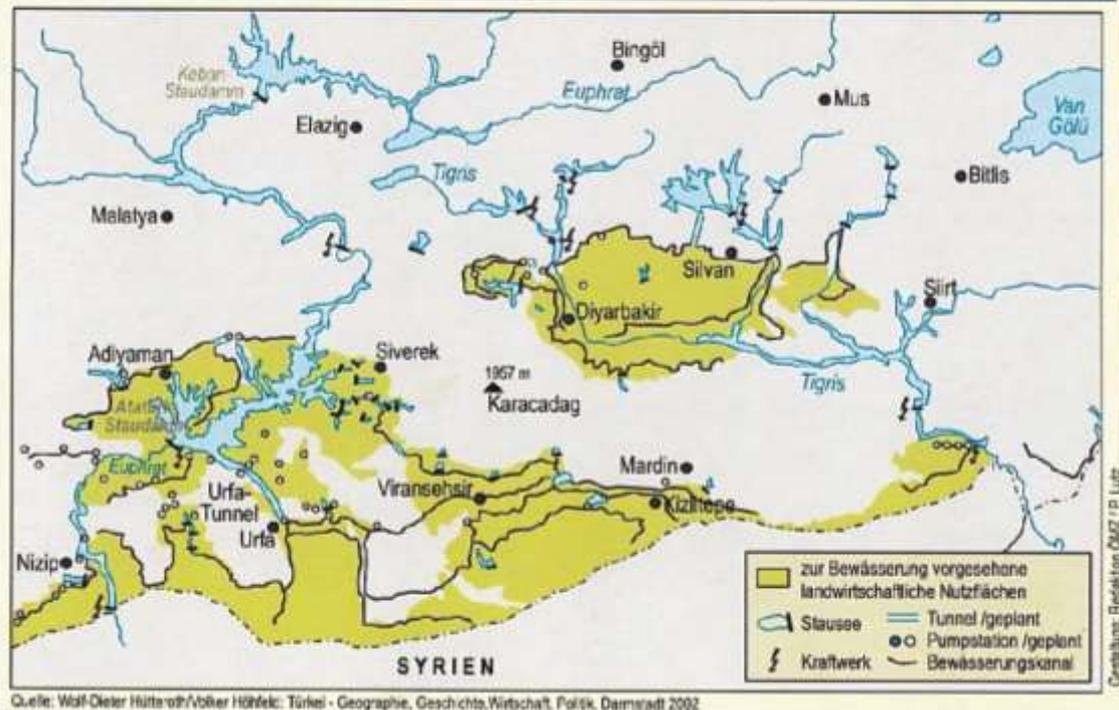


Quelle: Welt Atlas Hohenheim Verlag, 14. Aufl. Türkei, Geographie, Geschichte, Wirtschaft, Politik, Darmstadt 2002

**Abb. 5** Nutzung des Euphrat- und Tigris-Wassers in der Türkei, Syrien und Irak



**Abb. 4** Südostanatolien-Projekt: realisierte und geplante Vorhaben







# Mit der Schwimgurke in die Zukunft

Türken wollen mit Schleppcontainern Trinkwasser auf die Insel bringen – eine Lösung für Nahost?

Von Wolfgang Koydl

Istanbul, 5. Mai – Am ehesten erinnert das schwimmende Etwas an eine monströse Riesengurke, die in einem schlechten Science-fiction-Film eine tragende Rolle spielen könnte. Glibbrig-glitzernd liegt sie knapp unter der Wasseroberfläche, und wenn die Sonnenstrahlen auf sie fallen, verfärbt sie sich grünlich. Das mag der Grund sein, weshalb manche Beobachter sich an eine Riesengurke erinnern fühlen. Doch die schwimmende Gurke hat es in sich: Wenn ihre Jungfernfahrt erfolgreich abgeschlossen wird, könnte sie die politische und wirtschaftliche Landkarte des östlichen Mittelmeeres und des Nahen Ostens verändern.

In dem überdimensionierten Plastiksack will die Türkei Süßwasser übers Meer transportieren – zunächst zur dürstenden Mittelmeer-Insel Zypern, später vielleicht in andere trockene Gebiete der Region bis in den Wüstenstaat Libyen. An potentiellen Abnehmern des frischen Türkentranks bestünde kein Mangel: Ob in Griechenland oder Syrien, in Zypern, Palästina oder Israel – überall herrscht nach Jahren der Dürre akuter Wassernotstand. Am schlimmsten ist die Lage auf Zypern, wo es seit drei Jahren nicht mehr geregnet hat.

## Halbe Ration in Nicosia

Was für Urlauber paradiesisch klingt – ewiger Sonnenschein – ist für die griechischen und türkischen Einwohner Zyperns eine Katastrophe: Regenfälle sind die einzige Wasserquelle der Insel, es gibt keine nennenswerten Flüsse. Das größte Grundwasserreservoir bei Morphou (Güzelyurt) im türkischen Teil der Insel wird doppelt so schnell leergezapft wie es sich erneuern kann. Die Folgen sind unübersehbar. Im griechischen Teil der Hauptstadt Nicosia gibt es im Sommer nur an drei Tagen in der Woche Wasser aus der Leitung, viele Felder sind schon im Frühsommer braun und verbrannt.

Der Pegel hinter den Staudämmen sinkt ständig, und gerade im Sommer, wenn die Temperaturen auf mehr als 40 Grad ansteigen, treiben Hunderttausende von Touristen den Bedarf zu-

sätzlich in die Höhe. Die Administration im griechischen Teil hat deshalb drakonische Gesetze verabschiedet: Wer beispielsweise mit einem Wasserschlauch in den Händen erwischt wird, dem drohen umgerechnet 1000 Mark Geldstrafe oder drei Monate Haft.

Griechen und Türken auf Zypern begegnen dem Problem auf unterschiedliche Weise. Derweil der Süden auf den Bau von Meerwasserentsalzungsanlagen setzt, vertraut der Norden auf den großen Bruder Türkei. Der ließ sich zwar geraume Zeit bitten, doch nun ist die Versorgungsoperation angelauten. Mit den schwimmenden Plastikbehältern soll Süßwasser von der türkischen Südküste nach Zypern geschleppt werden.

## Sonderangebot aus Ankara

Der erste der Plaste-Ballons, von einer norwegischen Firma hergestellt, faßt 10 000 Kubikmeter Wasser. Im kommenden Jahr will man mehrere Säcke aneinanderkoppeln und so bis zu 50 000 Kubikmeter in einem Schleppzug transportieren. Die erste Probefahrt wird demnächst abgeschlossen sein.

Bei der Verabschiedung der Wasserquelle im Hafen von Antalya war der türkische Energieminister Cumhur Ersümer gerührt von der eigenen Hilfsbereitschaft. „Zu einer Zeit, da andere Mächte Raketen nach Zypern schaffen wollen, bringen wir einen heiligen Rohstoff – Wasser“, sagte er. Die türkischen Zypriern würden das kostbare Naß zum Selbstko-

stenpreis erhalten. Nur für den Transport müßten sie umgerechnet gut eine Mark pro Kubikmeter berappen. Das sei ein Sonderangebot, wenn man bedenke, daß Wasser aus Entsalzungsanlagen mit fast 2,50 Mark pro Kubikmeter zu Buche schlage. Gleichwohl setzt die griechische Republik Zypern auf diese teure Variante – zum Verdruss der grünen Bewegung auf der Insel. Anstatt Millionen von Dollar für umweltschädliche Anlagen zu verschleudern, sollte man lieber Wasser sparen, meint Grünen-Sprecherin Evi Theopemptou.

Ihre Partei schlägt vor, lieber die alten Rohrleitungen zu reparieren, in denen ein Viertel des Wassers verlorengeht, und auf den Bau neuer Golfplätze zu verzichten, die einen aberwitzig hohen Wasserverbrauch hätten. Und wenn schon Entsalzungsanlagen, dann sollte man sie mit Sonnenenergie und nicht mit fossilem Import-Brennstoff betreiben.

Doch egal, für was man sich entscheidet, Griechen und Türken in Zypern sind sich einig, daß die Lösung des Wassernotstands das größte Problem ist – vordringlicher noch, als die Frage der Teilung der EU-Mitgliedschaft, oder der Lieferung russischer Raketen an die griechischen Zypriern. In der wasserreichen Türkei hegt man zudem Hoffnung, im Zypern-Poker die Wasserkarte spielen zu können. Wie sagte doch Energieminister Ersümer? „Wenn uns die griechischen Zypriern um Wasser bitten, dann werden wir es gerne liefern.“



WEICHTEIL MIT PERSPEKTIVE: Der schwimmende Plastiksack soll Süßwasser nach Zypern bringen. Die Türken wittern hinter dem Wassertransport das ganz große Geschäft.

Hürriyet

Abb. 7

Manavgat-Staudamm in der Türkei

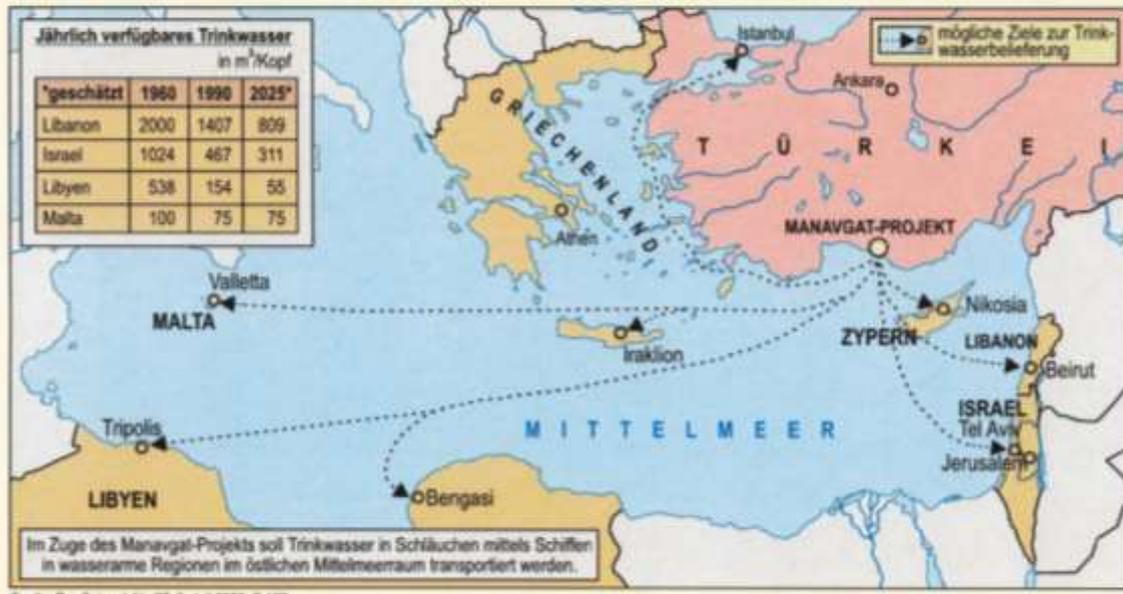
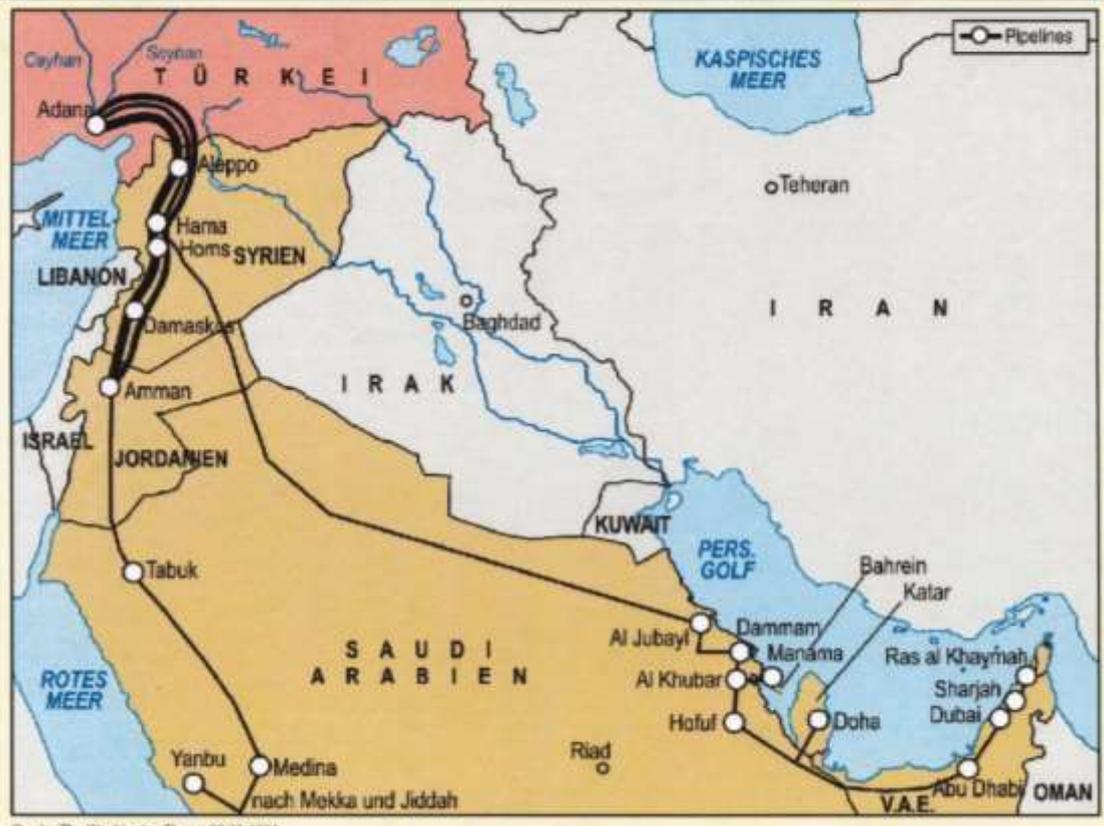
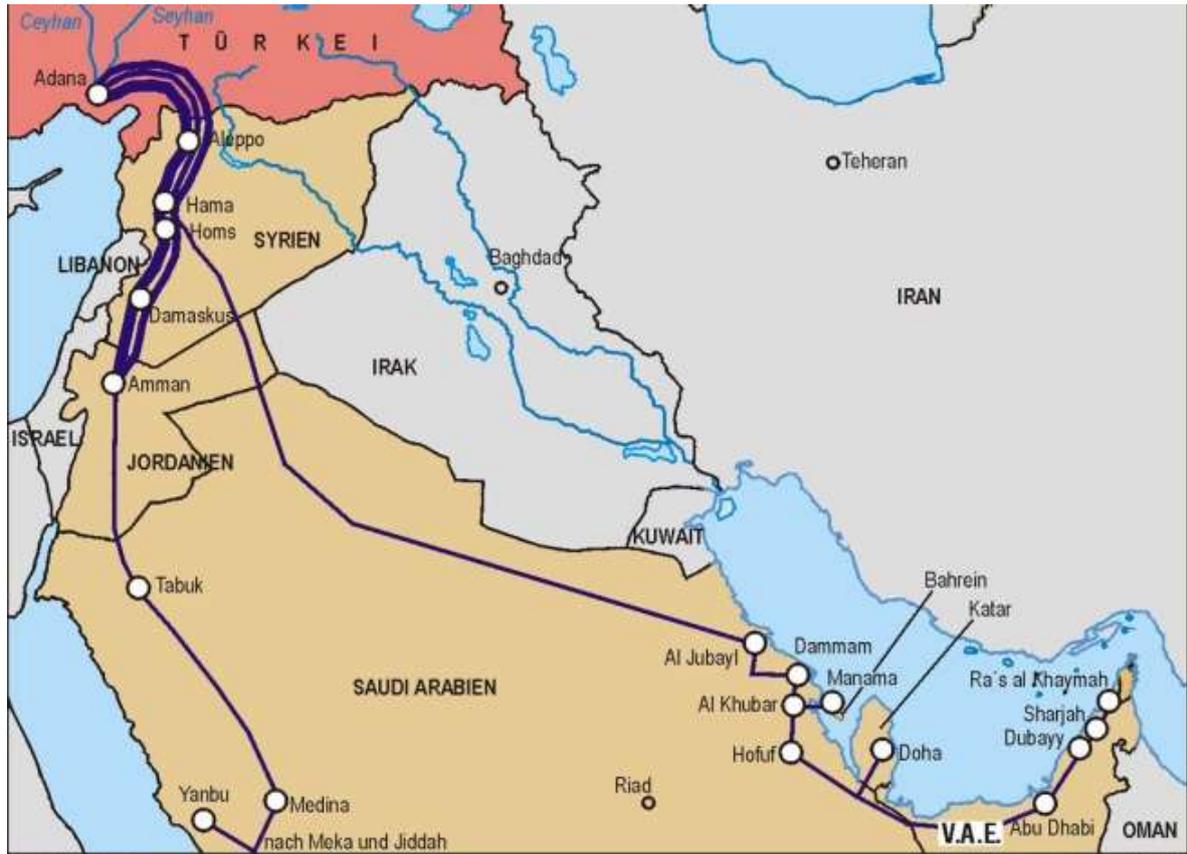


Abb. 6

Geplante türkische Wasserpipelines

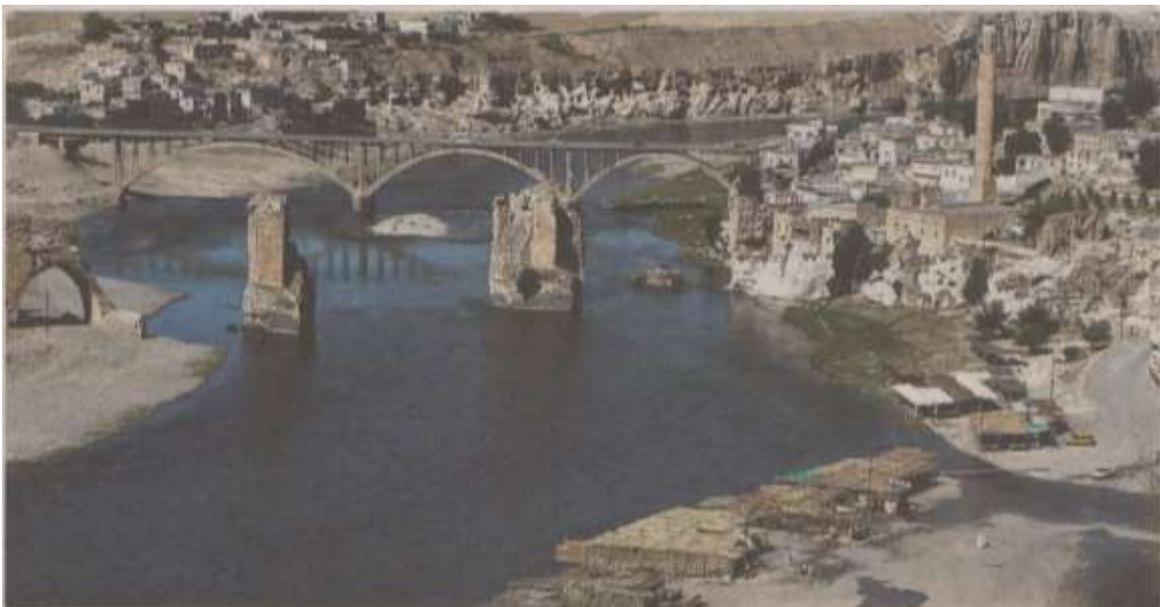


# Gap



GRAFIK: LUTZ

Quelle: The Washington Times, 20.03.1991



## Baustopp

Der Ilisu-Damm in der Türkei kann vorerst nicht weitergebaut werden. Gegen das Projekt gibt es seit Jahren weltweit Proteste, weil damit die antike Stadt Hasankeyf (vor 4000 Jahre) in den Fluten eines Stausees versinken würde. Nun hat der türkische Staatsrat, das höchste Verwaltungsgericht, auf eine Klage der Ingenieur- und Architektenkammer hin alle Bauten gestoppt. Die Begründung: fehlende Umweltauflagen. Die Regierung hatte den Damm von allen Vorschriften eines seit 1993 geltenden Gesetzes befreit. Die türkische Umweltschutzorganisation sprach von einem „ersten Sieg“ der Staudammgegner. Ihre Sprecherin sagte der *Süddeutschen Zeitung*: „Nun wird es leichter, das ganze Projekt zu kippen.“

csc

Abb. 1

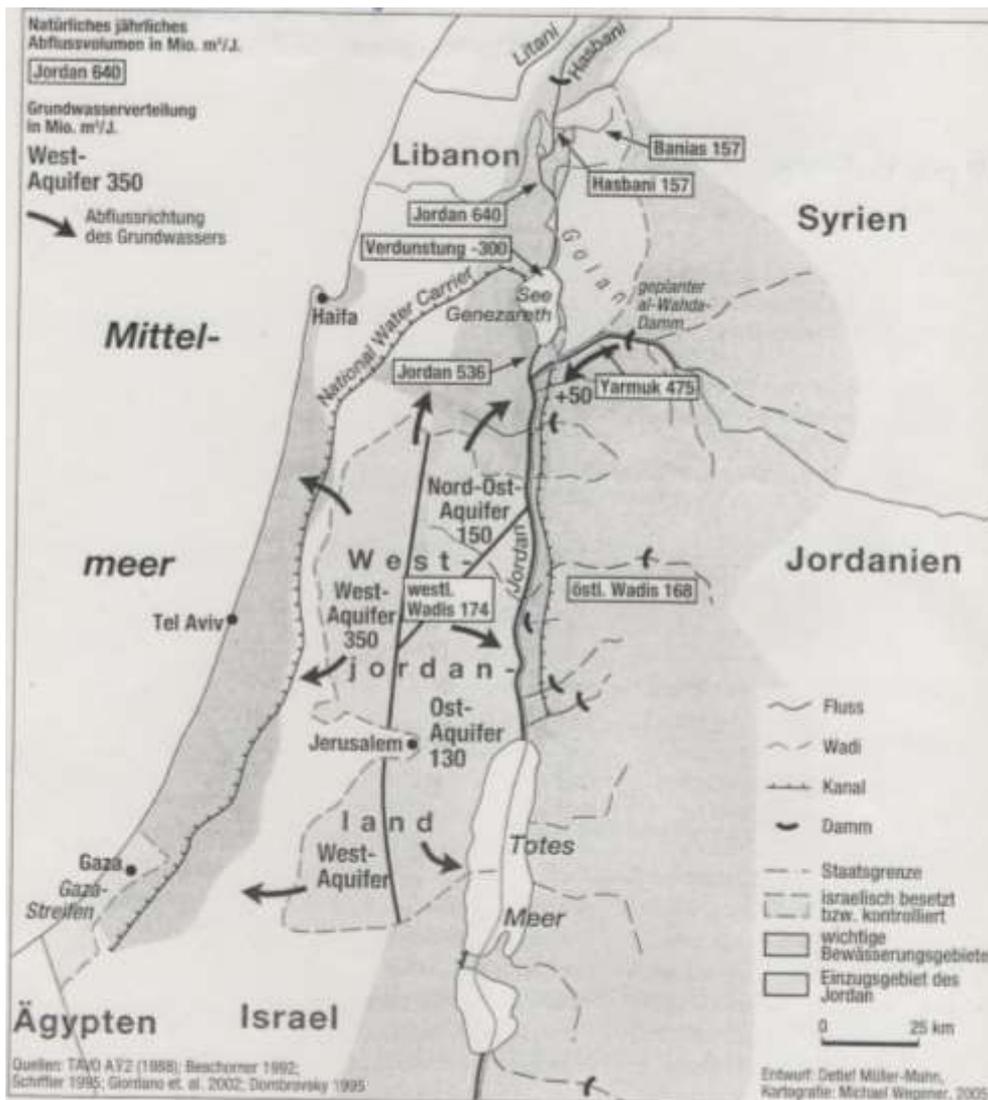
Die „Kritische Ressource Wasser“ im Nahen und Mittleren Osten



Herstellung: Reclam/OMZ / P. LME



# Israel





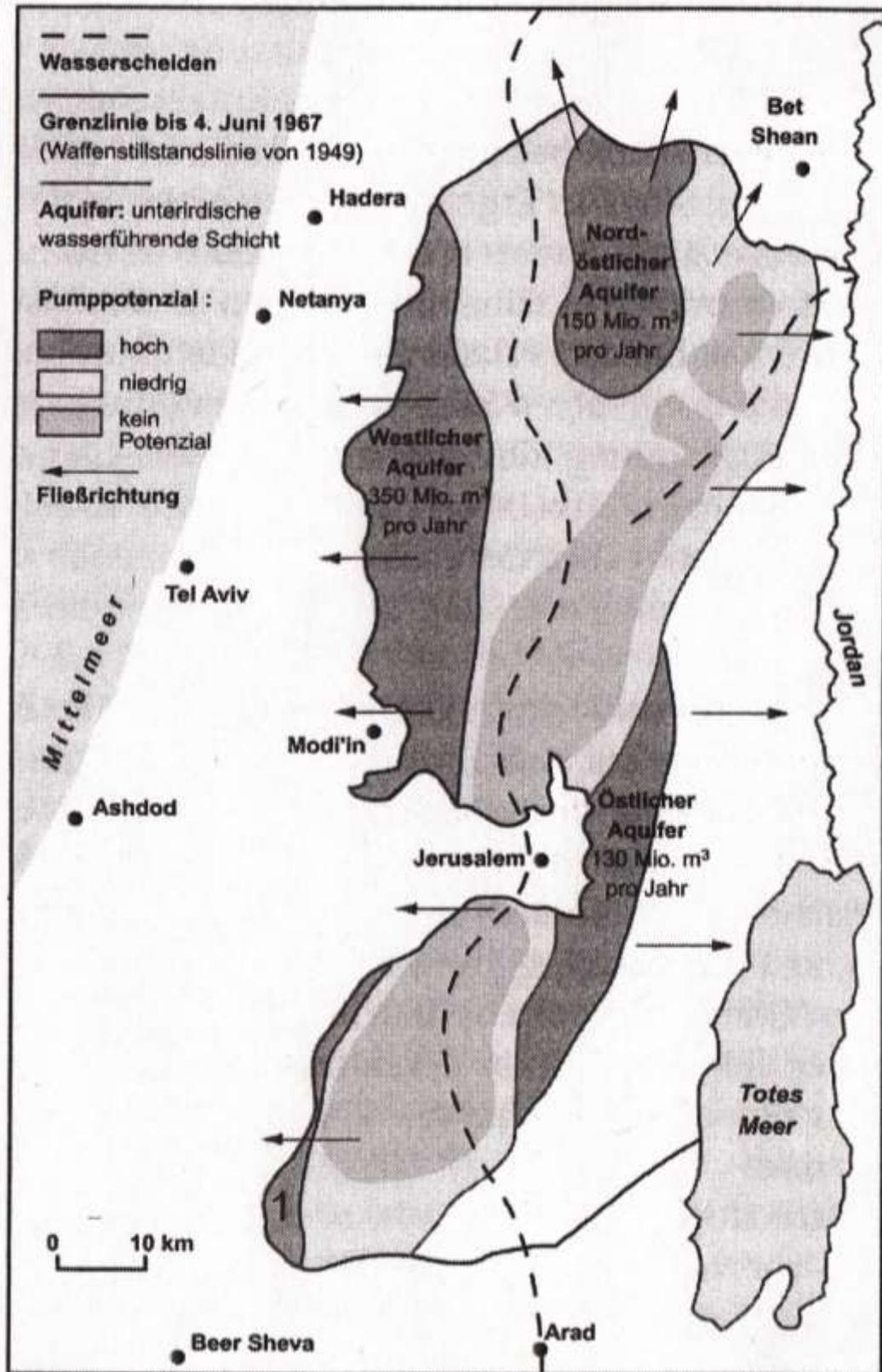
▲ **Abb. 1: Oberflächengewässer und Nutzungsprojekte im Jordantal**

Quellen: nach Lowi 1993; Barandat 1997; GTZ 1998

## Ungleiche Grundwassernutzung durch Israelis und Palästinenser



# Wasservorkommen im Westjordanland



# Aralsee

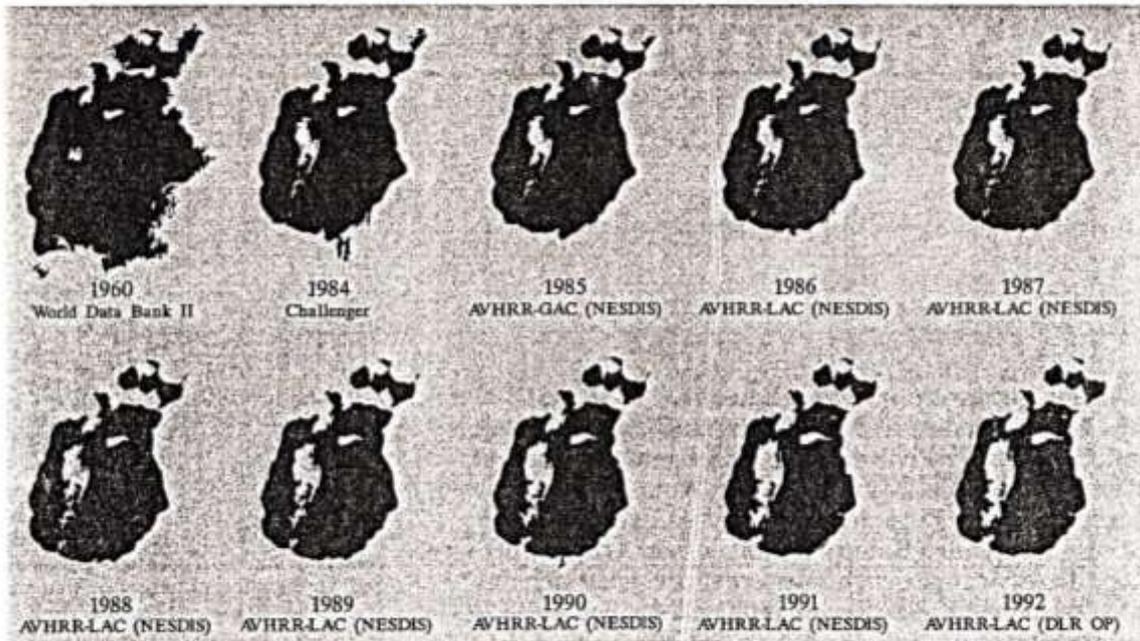


Abb. 1: Seeflächen-Masken des Aralsees zwischen 1960 und 1992

Die Masken wurden mit Ausnahme der Datensätze von 1960 (WDB-II) und 1984 (Analogaufnahme, Challenger-641G) aus AVHRR-Satellitenbildern in einer Auflösung von jeweils 1 Kilometer abgeleitet.

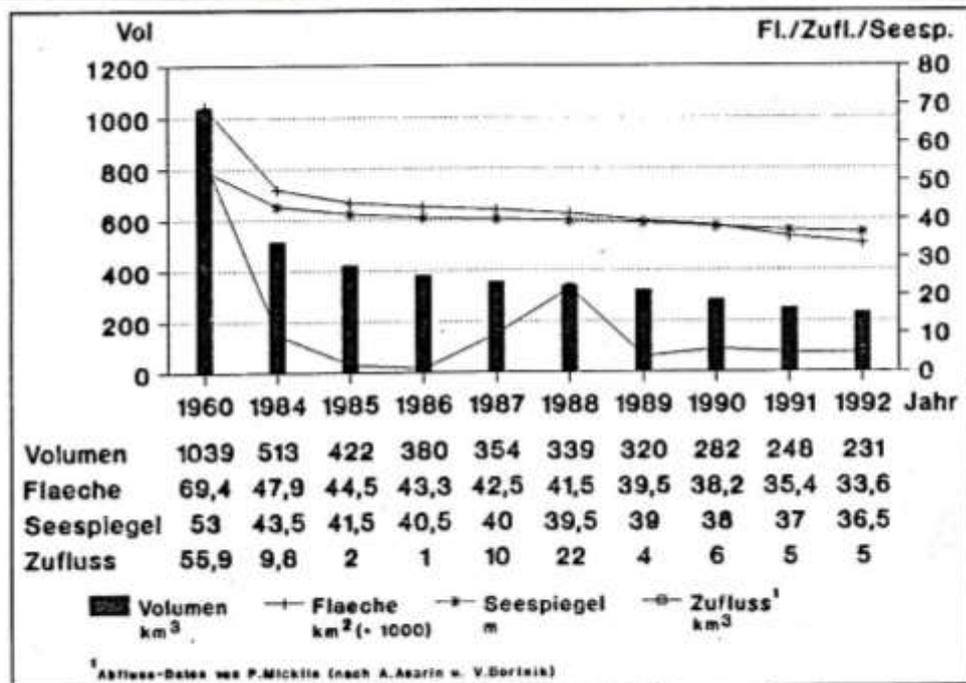


Abb. 7: Entwicklung der berechneten Wasserhaushaltskomponenten

Die Graphik zeigt die hydrologischen Komponenten des Aralsees zwischen 1960 und 1992. Dargestellt sind Fläche, Volumen und Wasserinput durch die beiden Zuflüsse sowie die Seespiegellhöhe in den einzelnen Jahren.

# Zeittafel der Trocknung der Aralsee



1960



1985



1986



1987



1988



1989



1990



1991



1992



1993



1994



1995



1996



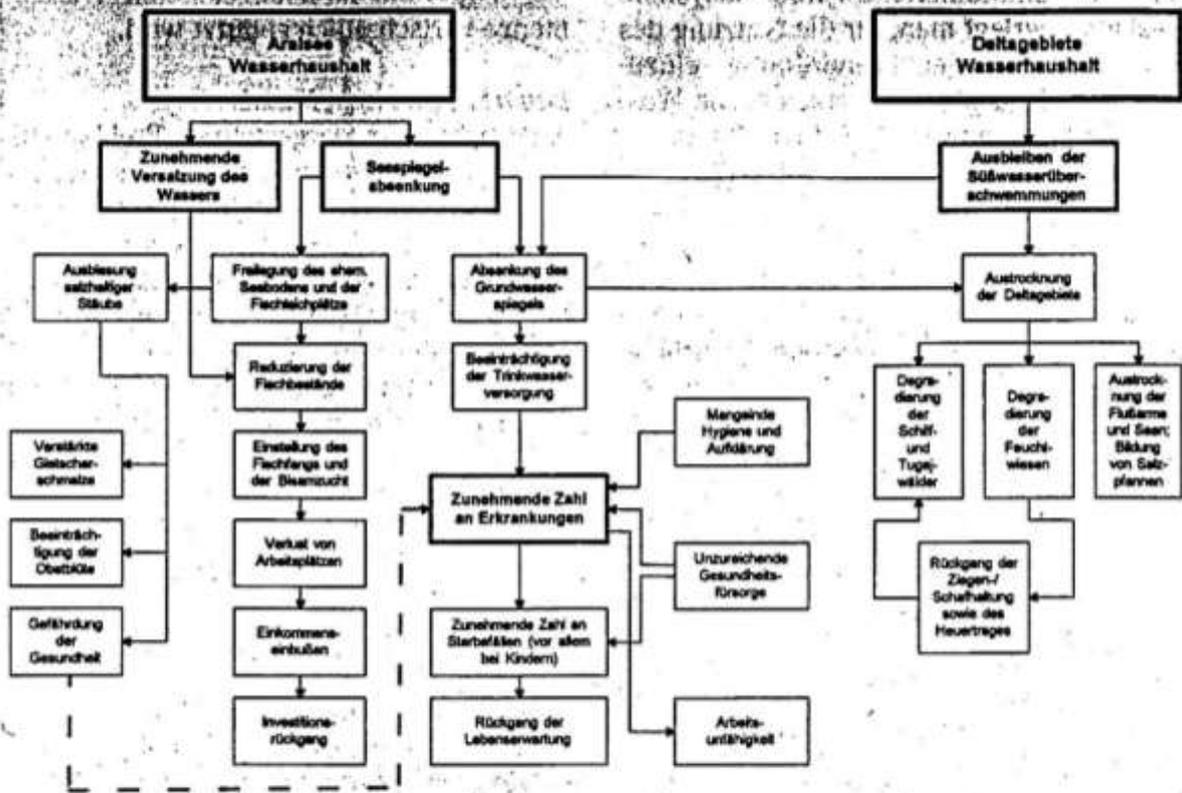
1997



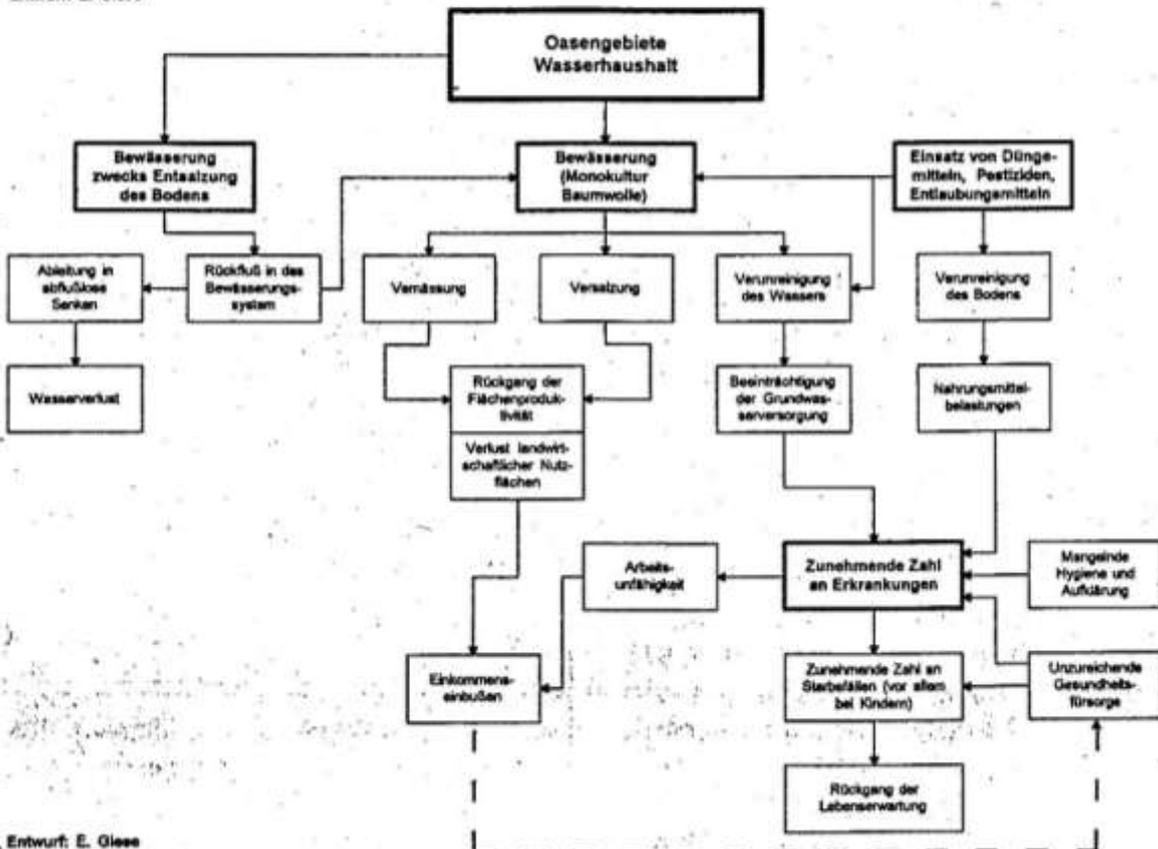
1998



2010



Entwurf: E. Giese

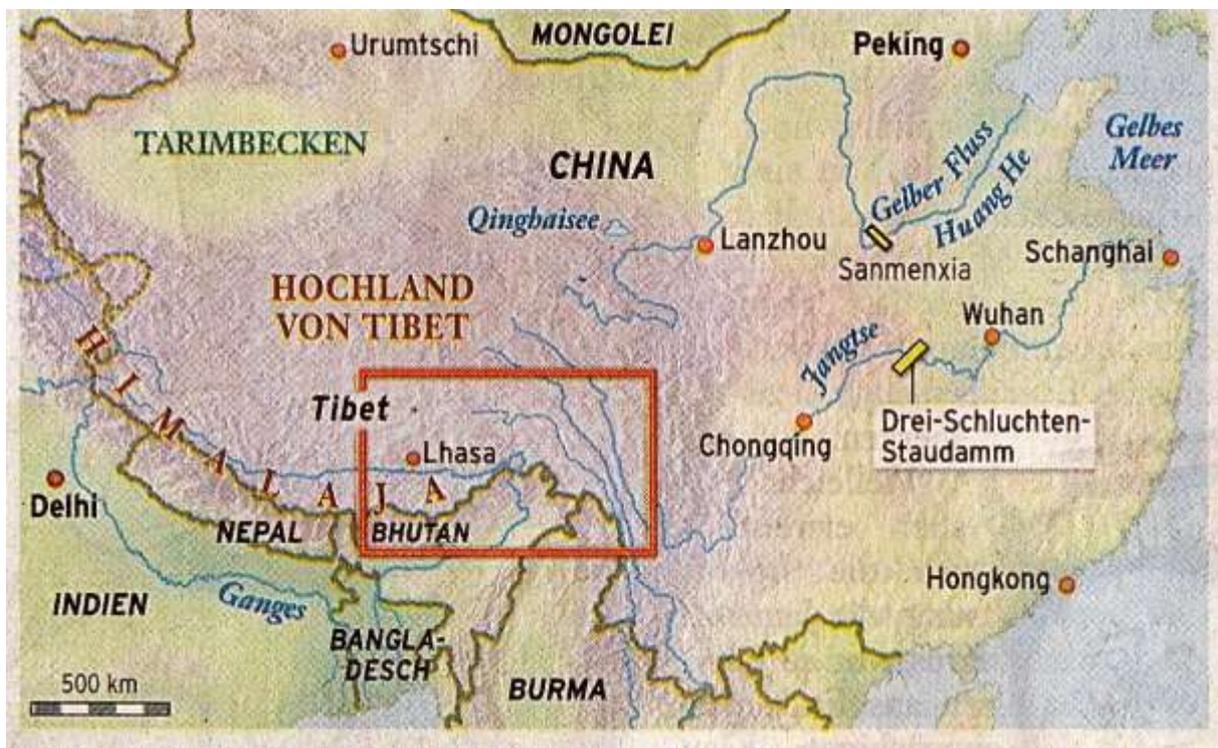
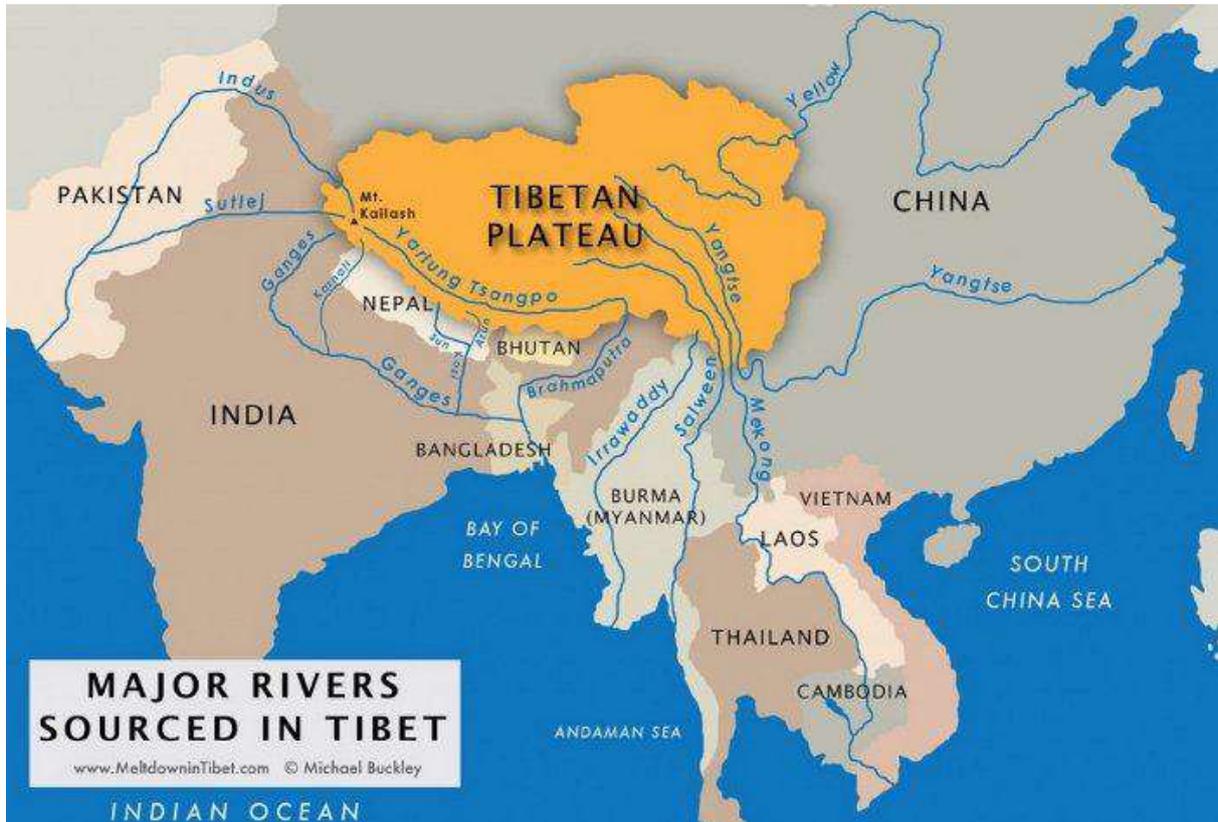


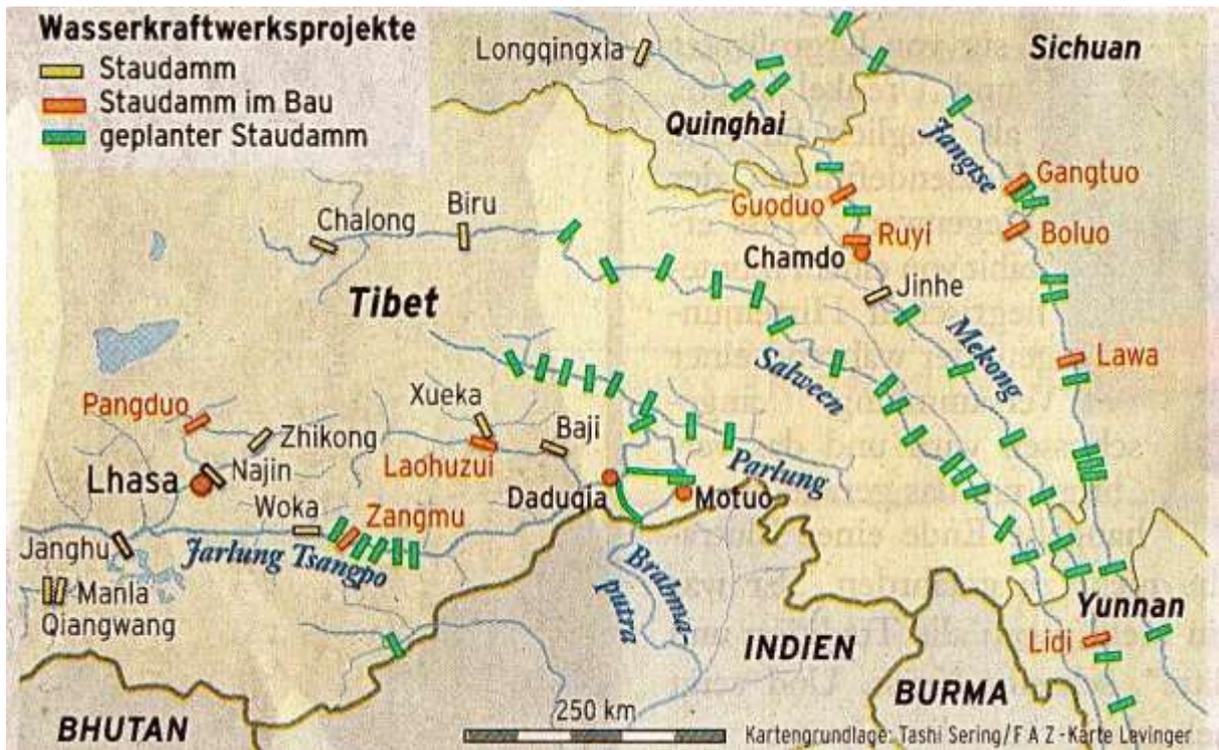
Entwurf: E. Giese

Abb. 3: Auswirkungen der ökologischen Krise in der Aralseeregion

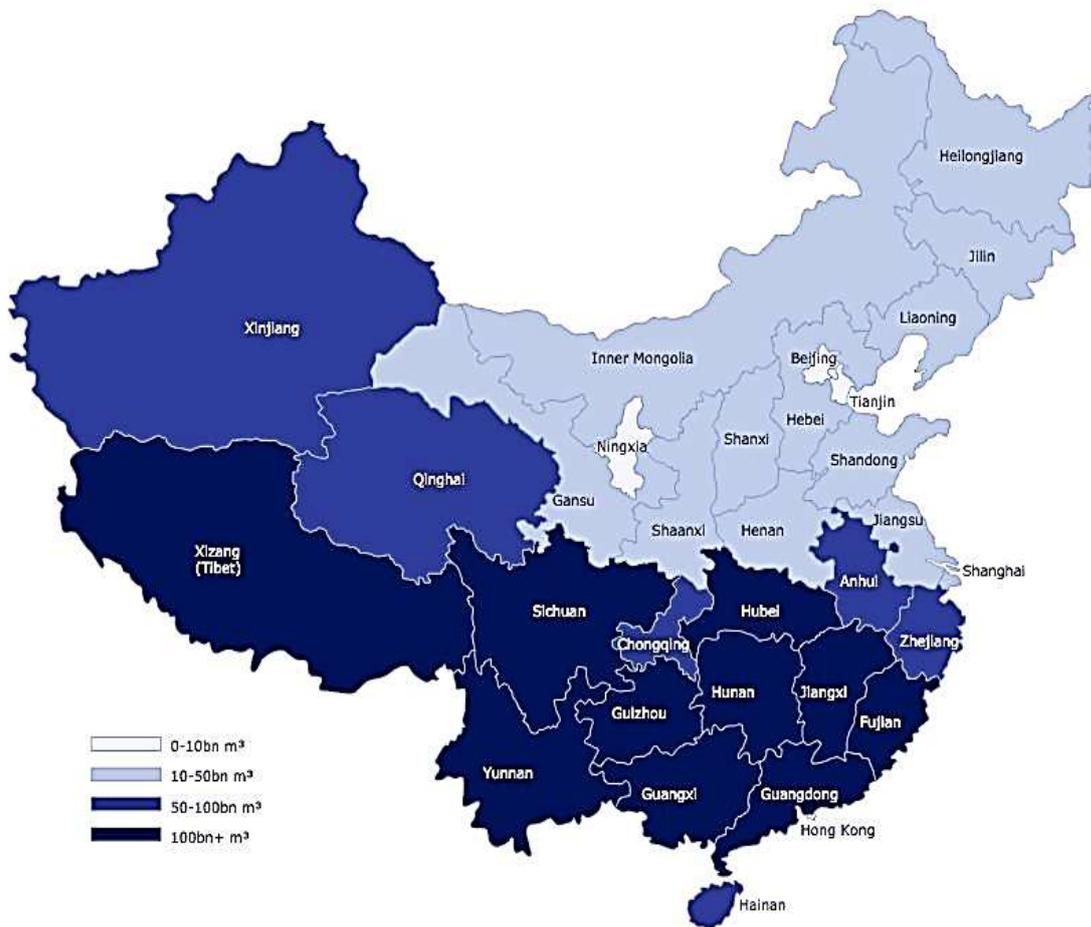
Entwurf: E. Giese

# China und Indien





## China's total water resources



Source: CEIC, CLSA Asia-Pacific Markets

# Gigantisches Bauvorhaben

## Indien will 37 Flüsse miteinander verbinden

