

WASSER AUS DER WAAGE

Immer häufiger trocknen ganze Landstriche aus – während anderswo Sintfluten niedergehen. Die ungleiche Verteilung von Wasser stellt die Menschheit vor ungeahnte Probleme. Gutes Management und an die Bedürfnisse angepasste Technik können zur Lösung beitragen.

TEXT TIM SCHRÖDER

Seestörung: Die Laguna de Aculeo in Chile war ein beliebtes Ausflugsziel für Wassersportler aus der rund zwei Fahrstunden entfernten Hauptstadt Santiago. Seit 2018 ist der See jedoch ausgetrocknet. Ursache hierfür sind eine außergewöhnlich lange Dürreperiode und der übermäßige Wasserverbrauch in der Region.

Das Gras ist verdorrt. Einige wenige struppige Halme wiegen sich im Wind. Die Viehzüchter in der Region Magellan im Süden Chiles sind verzweifelt. „Der Wind nimmt zu und trocknet alles aus, und das Gras wächst nicht, das ist das Drama, das wir erleben“, sagen sie. Fjorde ziehen sich hier weit ins Land hinein. Manche sind von Eis bedeckt. Die starken Winde, die für die Gegend typisch sind, verschärfen das Problem des Regenmangels. 2022 war in dieser Region das trockenste Jahr seit mehr als einem halben Jahrhundert. Und auch in diesem Jahr hat es bisher kaum geregnet. Nun wissen die Bauern nicht, wie sie ohne Wasser ihre Tiere über den Winter bringen sollen.

Nicht nur an der Südspitze Südamerikas häufen sich Wetteranomalien. Der Ausnahmefall wird zur Regel. Beispiel Italien: Normalerweise ist die Insel San Biagio im Gardasee ganz von Wasser umgeben. In diesem Frühjahr aber konnten Einheimische und Urlauber zum ersten Mal seit Jahrzehnten trockenen Fußes hinüberlaufen. So stark war der Wasserstand in dem bei Touristen beliebten See nach Monaten extremer Dürre gesunken. Auch in Frankreich und Spanien trockneten Gewässer aus. Im Mai gingen dann in der norditalienischen Region Emilia Romagna plötzlich sintflutartige Regenfälle nieder. Mehr als 20 Flüsse traten über die Ufer und strömten als Schlammlawinen durch Dörfer und Städte.

In Asien und Nordamerika geschieht Ähnliches. Im vergangenen Jahr standen große Regionen in Pakistan nach einem außergewöhnlich schweren Monsunregen mehrere Wochen lang unter Wasser. Über Kalifornien ging nach drei Jahren der Dürre in diesem Winter so viel Regen nieder, dass es vielerorts zu Überflutungen kam. Anderswo war es wiederum ungewöhnlich trocken. Zuletzt flammten mächtige Waldbrände in Kanada auf. Deren Rauchfahnen waren selbst in Westeuropa noch messbar. Manche Wissenschaftler sprechen inzwischen davon, dass wir in das Pyrozän, das Zeitalter des Feuers, einträten. Doch im Grunde entfalten die Dürren und Brände nur deshalb verheerende Kraft, weil das Wasser knapp wird.

Die Situation ist vertrackt. Mancherorts gibt es viel zu viel Wasser, andernorts zu wenig – der Klimawandel verschärft diese Verteilungsproblematik ins Extreme. Für den Generalsekretär der Vereinten Nationen, António Guterres, wird die verlässliche und gerechte Versorgung mit Wasser daher eine immer wichtigere Menschheitsaufgabe: „Wasser verbindet uns alle, weil es das kostbarste globale Gemeinschaftsgut ist“, sagte er anlässlich der Weltwasserkonferenz der Organisation im März dieses Jahres. „Deshalb muss es im Mittelpunkt der weltweiten politischen Agenda stehen.“



Stromstreit: Die Große Talsperre der Äthiopischen Wiedergeburt staut den Blauen Nil, was für Konflikte mit dem Sudan und Ägypten stromabwärts sorgt. Die ersten Turbinen des angeschlossenen Kraftwerks gingen Anfang 2022 in Betrieb.

ANOMALIE DES WASSERS

Süßwasser verringert sein Volumen bis zu einer Temperatur von vier Grad Celsius. Dann hat es seine größte Dichte. Wird es erhitzt oder abgekühlt, verringert sie sich. Am Grund von Seen herrschen daher in der Regel das ganze Jahr über vier Grad. Normalerweise erreichen Stoffe ihre höchste Dichte im festen Aggregatzustand.

Der Blick allein auf das Wasser reicht jedoch nicht, betont der Hydrologe und UN-Berater Johannes Cullmann: „Klimawandel ist immer auch Wasserwandel.“ Der Experte verweist auf die unauflösliche Verbindung mit dem Thema, das bisher stärker im öffentlichen Blickpunkt steht. Und er schlägt Alarm: So lange Zeit lassen wie mit den Maßnahmen gegen die Klimagase dürften sich die Entscheidungsträger im Einsatz gegen die Wasserkrise nicht, wenn man das Problem noch im Griff behalten wolle (siehe Interview Seite 32).

SÜSSWASSER WIRD KNAPP

Wo aber soll man ansetzen? Auf der Erde gibt es eigentlich Wasser in Hülle und Fülle, Experten schätzen die globale Menge auf rund 1,5 Milliarden Kubikkilometer. Doch nur rund 2,5 Prozent davon sind Süßwasser, und der überwiegende Teil davon ist unerreichbar: Gut zwei Drittel des Süßwassers sind in Gletschern auf Grönland, in der Antarktis und andernorts gespeichert. Der größte Teil des verbleibenden Drittels liegt als Grundwasser so tief unter der Oberfläche, dass es sich kaum nutzen lässt. Letztlich stehen der Menschheit nur etwa 37.000 Kubikkilometer erneuerbares Trinkwasser aus Flüssen, Seen oder natürlichen Grundwasserspeichern nahe der Erdoberfläche zur Verfügung (siehe Grafik Seite 17).

Und diese Menge schrumpft. Denn Jahr für Jahr gehen große Mengen Süßwasser in die Weltmeere verloren, ohne dass sich entsprechende Reserven in Form von Schnee, Eis oder oberflächennahem Grundwasser wieder aufbauten. Zudem ist Süßwasser extrem ungleich verteilt. Bewohner arider Zonen in Afrika und Asien ken-



Extremwetter: Weltweit häufen sich Flutereignisse, die Menschen existenziell betreffen – so wie 2019 in Indien, als außergewöhnlich heftige Regenfälle mindestens 200 Tote forderten und etwa eine Million Menschen obdachlos machten.

nen Wassermangel schon lange. Die Bürger der meisten Industriestaaten in gemäßigten Klimazonen mussten sich hingegen bisher in der Regel nicht mit der Frage beschäftigen, woher sie ihr Wasser bekommen. Dort ist man gewohnt, einfach den Hahn aufzudrehen, um zu trinken, zu duschen oder den Garten zu bewässern. Das ändert sich: Eine Studie der Europäischen Umweltagentur kommt zu dem Schluss, dass in einem Durchschnittsjahr bereits 30 Prozent der Europäer direkt von Wasserstress betroffen sind.

Der Zusammenhang mit dem Klimawandel und der Erwärmung der Erdatmosphäre liegt auf der Hand. Zusätzliche, menschengemachte Faktoren verschärfen die Lage: Auf der Weltwasserkonferenz der Vereinten Nationen wiesen viele Experten auf das schlechte Wassermanagement in vielen Regionen der Welt hin. Oft wird zu wenig investiert – oder es werden ausgerechnet →



Greenfee: Noch können Golfspieler in Las Vegas ihrem Sport nachgehen. Die Casinometropole in der amerikanischen Mojave-Wüste hat den Wasserverbrauch zuletzt jedoch stark reglementiert. Verschwendung wird mit Bußgeldern belegt.

wurde und den Nil aufstaut. Die Turbinen des dazugehörigen Wasserkraftwerks leisten 1.260 Megawatt und decken mehr als die Hälfte des sudanesischen Stromverbrauchs.

Künftig soll zudem Wasser über ein mehrere Hundert Kilometer langes Kanalsystem in die Umgebung geleitet werden, damit dort Landwirtschaft betrieben werden kann. Das Projekt führte nicht nur dazu, dass mehrere Tausend Menschen ihr Zuhause verloren, ohne dafür entschädigt zu werden. Durch die riesige Oberfläche des Stausees gehen seither gewaltige Wassermengen durch Verdunstung verloren. Zudem sammeln sich im See nährstoffreiche Sedimente, die normalerweise stromabwärts fließen und den Bauern dort als natürlicher Dünger dienen. Bauwerke wie der Merowe-Damm oder die Große Talsperre der Äthiopischen Wiedergeburt, die derzeit in Betrieb geht, führen immer wieder zu Spannungen zwischen den Nil-Anrainern, vor allem in Dürreperioden, wenn das Wasser knapp wird. Ähnlich ist die Situation entlang des Mekongs in Südostasien.

DER DUFT DES REGENS

Wenn Regen auf trockene Erde fällt, erzeugt das einen typischen Duft. Er wird als Petrichor bezeichnet. Diesen Begriff prägten Forscher in den 1960er-Jahren. Duftträger sind Öle, die von Pflanzen während der Trockenheit freigesetzt werden, und die Substanz Geosmin aus Bodenbakterien.

jene Wassernaßnahmen finanziert, die dem Gesamtsystem am Ende schaden. Für Asit Biswas, Wasserexperte an der Lee Kuan Yew School of Public Policy in Singapur, ist Letzteres weit gravierender als zu geringe finanzielle Mittel: „Geldmangel, Knappheit und so weiter – das sind doch alles Ausreden“, empört er sich. „Das Problem ist überall schlechtes Management.“

Denn viele Länder setzen auch heute noch vor allem auf Großprojekte, auf Stahl und Beton, wenn es darum geht, ihre Bevölkerung mit Trinkwasser und Wasser für die Landwirtschaft zu versorgen – etwa auf Staudämme. Dabei denken die zuständigen Regierungen häufig in sehr nationalen Kategorien. Ein Beispiel hierfür ist der Bau des Merowe-Staudamms im Sudan, der 2009 fertiggestellt

WENN FLÜSSE TROCKENFALLEN

Allzu oft werde die Wasserversorgung nicht als System begriffen, sagt Lars Ribbe, Professor für Raumentwicklung und Infrastruktursysteme an der Technischen Hochschule Köln. Bis heute werden in trockenen Regionen Brunnen gebohrt, ohne dass bekannt wäre, wie viel Grundwasser sich neu bildet – etwa in Burkina Faso oder in Mali. Oftmals versiegen die Brunnen nach kurzer Zeit, weil sich die natürlichen Grundwasserspeicher geleert haben. In manchen Bergregionen in Südamerika wiederum werden Hochebenen und Wälder durch Viehherden übernutzt und zerstört. Wichtige Quellgebiete für Bäche und Flüsse, von denen die Menschen in den Dörfern und Städten in den Tälern abhängig sind, nehmen Schaden. „Wir brauchen ein integriertes Wassermanagement, das all dies berücksichtigt. Vor allem müssen wir die Wasserbewirtschaftung als Teil des gesamten technischen und natürlichen Wasserkreislaufs verstehen“, fordert Ribbe.

Auch in den Industriestaaten entbrennen Konflikte ums Wasser. In Deutschland tobt im regenarmen Brandenburg ein Streit ums Grundwasser zwischen dem Autobauer Tesla und der Bevölkerung, seitdem das Unternehmen die Pläne für seine „Gigafactory“ vor den Toren Berlins präsentiert hat. Die Fabrik benötigt so viel Wasser, dass es die in der Region erlaubte Fördermenge sprengt. Umweltverbände klagten dagegen, dass das Unternehmen zusätzliche Förderrechte erhält – und bekamen vor Gericht teilweise recht. Auch die geklärten Abwässer der



Bruchstück: Das Kalben von Eisbergen ist ein normaler Prozess in den Polarregionen wie hier in Westgrönland. Forscher sind jedoch beunruhigt, weil die Eismasse abnimmt, was sukzessive zu einer Erhöhung der Meeresspiegel führt.

»Das Problem ist überall schlechtes Management.«



ASIT BISWAS, WASSEREXPERTE AN DER LEE KUAN YEW SCHOOL OF PUBLIC POLICY, SINGAPUR

Fabrik stehen im Blickpunkt, da sie die Trinkwasserversorgung in der Großregion Berlin beeinträchtigen könnten. Andere Industriekonzerne mit hohem Verbrauch sehen sich in Deutschland ebenso der Kritik ausgesetzt, dem Grundwasser zu schaden.

In Regionen, in denen bislang ausreichend Wasser vorhanden war, führt die Knappheit zu bislang unbekanntem Problemen. Im Sommer 2022 etwa sank der Pegel des Rheins so sehr, dass viele Schiffe die flachste Stelle in der Nähe des berühmten Loreleyfelsens nicht mehr passieren konnten. Der Fluss gehört zu den wichtigsten Handelsrouten in Europa. Derartige Dürren bedeuten für

viele Unternehmen nicht nur, dass sie ihre Waren nicht mehr transportieren können. Industriebetriebe entlang der Ufer müssen bei niedrigen Pegelständen ihre Wasserentnahme etwa zum Kühlen von Produktionsanlagen reduzieren.

Bislang gibt es in Deutschland kein staatliches Reglement dafür, wie in Dürreperioden Wasser verteilt wird – einfach weil es bislang immer genug gab. Die Bundesregierung hat jetzt erstmals einen Entwurf für eine „nationale Wasserstrategie“ vorgelegt, nach der künftig im Krisenfall priorisiert werden soll, wer wie viel Wasser nutzen darf. Das gilt auch für die Landwirtschaft, die aktuell zwar deutlich weniger Wasser benötigt als der Energie- und Industriesektor oder die privaten Haushalte, deren Grundwasserverbrauch jedoch insbesondere in Trockenjahren stark ansteigt. „Sollten Dürren und Wasserknappheit in Deutschland weiter zunehmen, wird man umfassende Wasserbilanzen benötigen, →

nach denen der Trinkwasserverbrauch und der Bedarf der Industrie und der Landwirtschaft zusammen gemanagt werden“, so der Kölner Wasserexperte Ribbe.

KAKTEEN STATT ROLLRASEN

Was mit gutem Wassermanagement sogar kurzfristig erreicht werden kann, zeigen Beispiele auf der ganzen Welt. Die Bewohner von Kapstadt in Südafrika standen 2018 nach vier Dürre Jahren knapp vor dem „Day Zero“, an dem die Wasservorräte in den großen Talsperren gänzlich

erschöpft gewesen wären. Der Wasserverbrauch wurde zeitweise auf 50 Liter pro Kopf und Tag begrenzt. Zudem wurden die Kapstädter aufgerufen, ihr Trinkwasser nicht der Wasserleitung zu entnehmen, sondern aus Flüssen und Quellen in der Umgebung zu holen. Ferner wurde der Wasserpreis massiv erhöht, um Bevölkerung und Wirtschaft zum Sparen zu veranlassen. Letzten Endes konnte der Day Zero mit all diesen Maßnahmen abgewendet werden.

Der südkalifornischen Stadt San Diego ist es mit einer Mischung aus Prämien und Verboten gelungen, den Wasserverbrauch spürbar zu senken. Die Stadt zahlt Bürgern einen Zuschuss, wenn sie in ihrem Garten auf dürreresistente Pflanzen umsteigen. Gefördert werden auch Wasser sparende Duschköpfe. Den Rasen zu sprengen ist nur noch an zwei Tagen pro Woche erlaubt. Außerdem hat die Stadt eine Beratungsstelle eingerichtet, die über Wassermanagement informiert – etwa wie man Zisternen für Regenwasser installiert und wann es sich lohnt, das Kurzprogramm der Waschmaschine einzuschalten. Insgesamt verbraucht die Stadt jetzt ein Drittel weniger Wasser als zuvor. Eine große Meerwasserentsalzungsanlage sorgt dafür, dass der Bedarf verlässlich gedeckt wird.

DICHTES EIS

Englische Forscher haben bei rund minus 196 Grad Eis hergestellt, das fast genauso dicht wie Wasser ist. Die Wassermoleküle liegen darin nicht geordnet in Kristallen, sondern ungeordnet – amorph – vor. Experten gehen davon aus, dass Wasser im Weltall zumeist in amorpher Form vorkommt.



Abgedreht: 2018 drohten in Kapstadt die Talsperren auszutrocknen, die die südafrikanische Metropole mit Wasser versorgen. Die Bewohner wurden aufgefordert, Wasser aus Quellen und Flüssen in der Umgebung zu nutzen.

Solche Anlagen sind für viele Länder und Regionen die wichtigste Technik, um die Bevölkerung mit Süßwasser zu versorgen. Angesichts der gigantischen Salzwasservorräte auf der Erde stellen sie eine naheliegende Lösung dar. Zugleich verschärfen sie vielerorts die Klimakrise. Beispiel Dubai: Dort steht die größte Anlage der Welt. Sie produziert täglich zwei Milliarden Liter Trinkwasser, damit könnte man fünfmal den Bedarf von Berlin decken. Dabei verbraucht sie allerdings Unmengen an Öl und Gas – und trägt somit erheblich zum CO₂-Ausstoß bei, der auf Dauer wiederum die Wasserprobleme verschärft. Erst ein kleiner Teil der Anlagen weltweit wird mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben.

„HARTE“ ODER „WEICHE“ MASSNAHMEN?

Hinzu kommt, dass solche Anlagen extrem teuer sind. Das südostasiatische Singapur setzt daher nur zum Teil auf Meerwasserentsalzung. In dem Stadtstaat leben fast fünf Millionen Menschen auf einer Fläche, die kleiner als die Berlins ist. Um sie zu versorgen, hat Singapur einen ungewöhnlichen Weg beschritten: In einem dreistufigen Prozess namens Newater wird Trinkwasser direkt aus Abwasser gewonnen. Durch Ultrafiltration wird das vorgereinigte Wasser zunächst von Bakterien befreit, anschließend werden durch Umkehrosmose winzige Verunreinigungen wie etwa Viren entfernt. In der dritten Stufe wird das Wasser mit UV-Licht desinfiziert.

Für ärmere Staaten bleiben solche Hightech-Lösungen unerschwinglich. Und in Flächenländern, in denen viele Menschen in kleinen Dörfern leben, scheidet eine zentrale Wasseraufbereitung von vornherein aus. Dort braucht es weniger „harte“ Technik als vielmehr „weiche“ Maßnahmen, um die Menschen mit Wasser zu versorgen. In Ecuador zum Beispiel ist es mit Unterstützung der Naturschutzvereinigung The Nature Conservancy gelungen, die Wassereinzugsgebiete in den Hochebenen und Bergwäldern zu schützen, indem man Vieh-



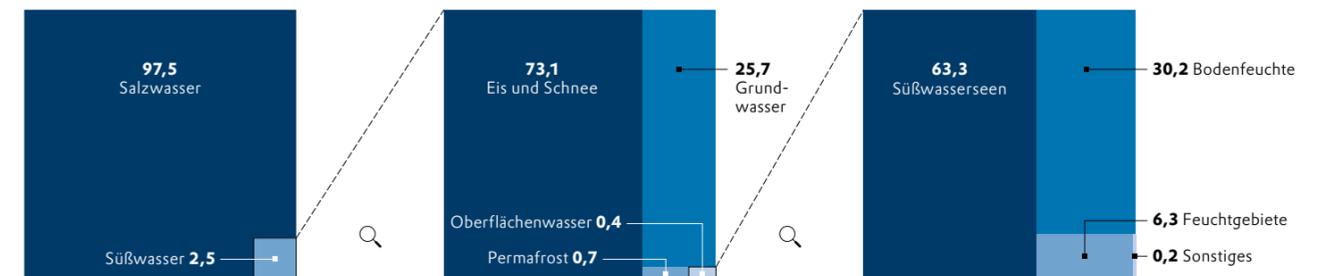
Wasser-Stoff: Die Landwirtschaft verbraucht weltweit am meisten Wasser. Um ein Kilo Baumwolle anzubauen, sind bis zu 1.200 Liter nötig.

DER NASSESTE ORT DER WELT

Der weltweit regenreichste Punkt der Erde ist der Mount Waialeale auf der Insel Kauai im Archipel von Hawaii. An der Ostflanke des Vulkans regnet es durchschnittlich an 335 Tagen im Jahr. Jährlich fallen hier auf den Quadratmeter rund 12.000 Millimeter Niederschlag – in Hamburg sind es 800.

KNAPPES GUT

Die gesamte Wassermenge auf der Erde wird auf gut 1,3 Milliarden Kubikkilometer geschätzt. Für Menschen zugängliches Süßwasser macht davon nur einen winzigen Bruchteil aus. Angaben in Prozent





Feueralarm: In diesem Sommer tobten in British Columbia aufgrund anhaltender Trockenheit außergewöhnlich große Waldbrände. Gleichzeitig traten im Süden der kanadischen Provinz aufgrund einer schnellen Schneeschmelze mehrere Flüsse über die Ufer.

besitzer aus den Bergdörfern und die Menschen in den Städten im Tal an einen Tisch geholt hat. Gemeinsam wurde beschlossen, Bergwälder aufzuforsten, aus denen sich die Quellen der Bäche und Flüsse speisen. Außerdem wurde die Beweidung extensiviert. Dafür erheben die Dörfer und Städte jetzt eine Umlage, aus der die Viehbesitzer in der Bergregion finanziert werden.

BETEILIGUNG SCHAFFT VERANTWORTUNG

Von gutem Wassermanagement könnten viele Menschen profitieren, sagt Philipp Günter vom deutschen Hilfswerk Misereor. Er hat schon viele Projekte in Afrika und Lateinamerika begleitet. „Wir haben über die Jahre festgestellt, dass Wasser ein verbindendes Element für die Menschen sein kann.“ Wenn eine Dorfgemeinschaft zusammen Regenauffangbecken für die Trockenzeit, kleine Dämme oder einen Brunnen baue, stärke das den Zusammenhalt. „Die Herausforderung besteht darin, die Infrastruktur über viele Jahre am Laufen zu halten.“ Dazu gehöre auch, dass sich die Einheimischen finanziell und organisatorisch an den Wasserprojekt beteiligen, damit sie sich als Gemeinschaft verantwortlich fühlen.

Umwelt, Technik und Menschen zugleich im Blick zu haben – das bleibt die eigentliche Herausforderung bei

Wasserprojekten. Daran hapere es bislang in vielen Ländern, sagt Lars Ribbe von der Technischen Hochschule Köln. „Es gibt noch viel zu wenige Wasserexperten, die in diesem vernetzten Denken geschult sind.“

Der ganz große Rahmen wurde auf der politischen Ebene zwar schon lange gesteckt. Im Jahr 2010 hat die Generalversammlung der Vereinten Nationen den „Zugang zu sauberem Wasser“ zu einem fundamentalen Menschenrecht erklärt. Doch erst auf der kommenden Weltklimakonferenz Ende dieses Jahres in Dubai soll die Wassersicherheit in den Mittelpunkt der globalen Klimaschutzagenda gerückt werden – mehr als 40 Jahre nachdem die Staaten der Welt zum ersten Mal zu einer Klimakonferenz zusammenkamen.



Tim Schröder arbeitet als Wissenschaftsjournalist in Oldenburg.

KOSTBARES NASS

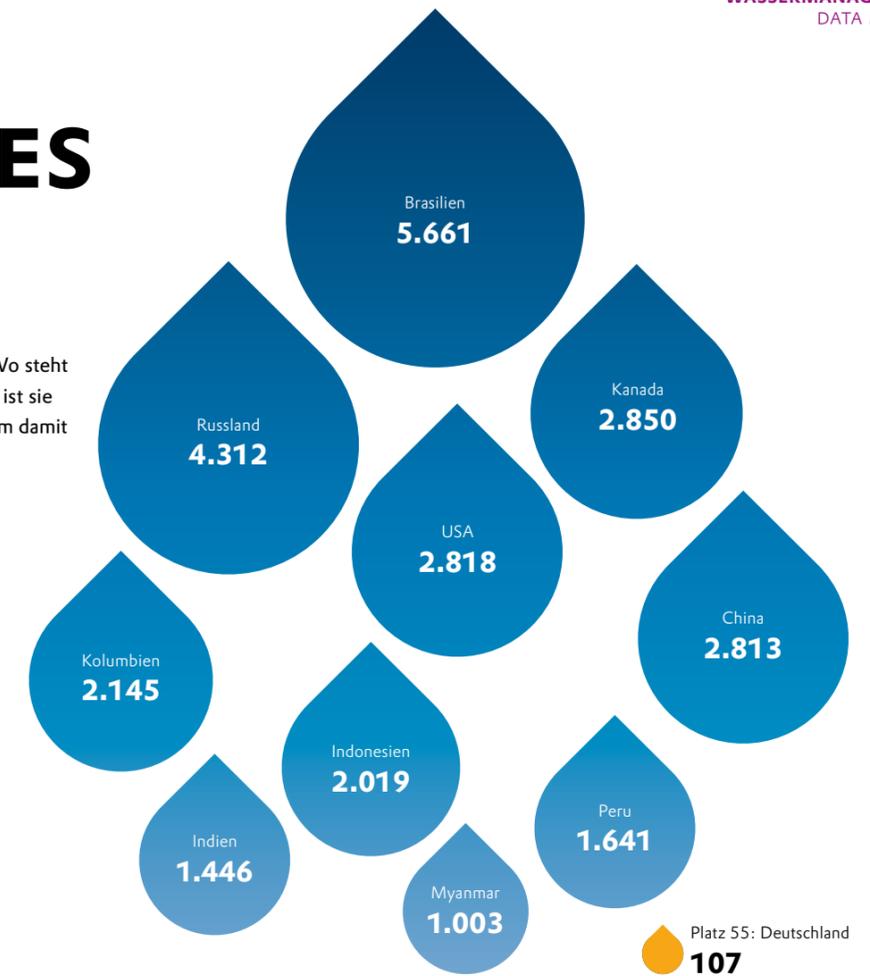
Wasser ist weltweit extrem ungleich verteilt. Wo steht die Ressource im Überfluss zur Verfügung, wo ist sie knapp? Wer verschwendet sie, wer geht sorgsam damit um? Und was kostet der wichtige Rohstoff? Ein Überblick in Zahlen.

INFOGRAFIK **MAXIMILIAN NERTINGER**

Wasser im Überfluss

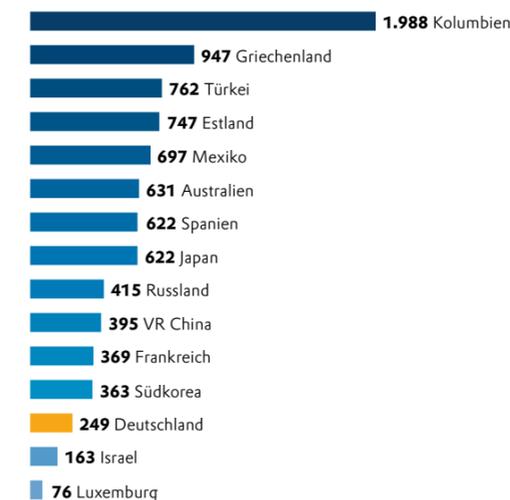
Die zehn Länder mit dem größten erneuerbaren Frischwasserbestand* 2020, in Milliarden Kubikmetern (zum Vergleich Deutschland)

* Saldo aus Niederschlag, Verdunstung, Zu- und Abflüssen



Verschwenden oder sparen

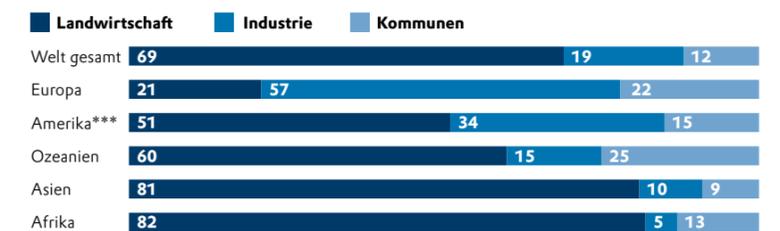
Jährlicher Pro-Kopf-Wasserverbrauch ausgewählter Länder 2021**, in Kubikmetern



** Oder letztes verfügbares Jahr

Durstige Landwirtschaft

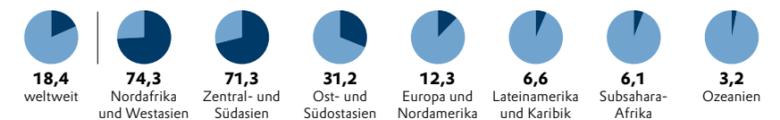
Wasserverbrauch nach Sektoren und Kontinenten 2015, in Prozent



*** Nord- und Südamerika

Hier ist der Wasserstress am größten

Anteil des entnommenen Wassers an den erneuerbaren Wasserquellen 2018 in Prozent



Unterschiedliche Kalkulation

Preis für Leitungswasser in ausgewählten Städten 2020, in € pro Kubikmeter

