UN WATER

unesco

Weltwasserbericht der Vereinten Nationen 2022

GRUNDWASSER
Unsichtbares sichtbar machen

Zusammenfassung



Der *Weltwasserbericht der Vereinten Nationen* (WWDR 2022) rückt in der vorliegenden jüngsten Ausgabe das Grundwasser ins Rampenlicht. Er macht auf die besondere Rolle des Grundwassers aufmerksam, ebenso wie auf Herausforderungen und Chancen im Zusammenhang mit der Entwicklung, Bewirtschaftung und Governance von Wasserressourcen weltweit.

Grundwasser macht etwa 99 Prozent des gesamten flüssigen Süßwassers auf der Erde aus. Es ist – wenn auch ungleichmäßig – über den gesamten Globus verteilt und kann der Gesellschaft enorme soziale, wirtschaftliche und ökologische Vorteile bieten, einschließlich der Anpassung an den Klimawandel. Die Hälfte des von der Weltbevölkerung für den häuslichen Gebrauch entnommenen Wassers stammt aus Grundwasser, ebenso etwa 25 Prozent des gesamten für landwirtschaftliche Bewässerung entnommenen Wassers, mit dem 38 Prozent der bewässerten Flächen der Welt versorgt werden. Doch trotz ihrer enormen Bedeutung wird diese natürliche Ressource oft nur unzureichend verstanden und infolgedessen unterschätzt, schlecht verwaltet und übernutzt. Angesichts der zunehmenden Wasserknappheit in vielen Weltregionen dürfen das enorme Potenzial des Grundwassers und die Notwendigkeit seiner sorgfältigen Bewirtschaftung nicht länger außer Acht gelassen werden.

Angesichts der zunehmenden Wasserknappheit in vielen Weltregionen dürfen das enorme Potenzial des Grundwassers und die Notwendigkeit seiner sorgfältigen Bewirtschaftung nicht länger außer Acht gelassen werden

Der vielfältige Nutzen des Grundwassers

Grundwassersysteme können verschiedene Leistungen erbringen, je nach ihren geografisch unterschiedlichen Eigenschaften und je nachdem, wie sie durch natürliche und menschliche Prozesse dynamisch beeinflusst werden.

Zu diesen Leistungen gehören:

- *Versorgungsleistungen*, die die Entnahme von Grundwasser zum Zweck der Wassernutzung (durch Menschen) erlauben;
- *Regulierungsleistungen*, die der Pufferkapazität von Grundwasserleitern zur Regulierung der Grundwasserquantität und -qualität entsprechen;
- *unterstützende Dienstleistungen,* von denen grundwasserabhängige Ökosysteme (GDEs) sowie andere grundwasserbezogene abhängen; sowie
- *kulturelle Dienstleistungen* im Zusammenhang mit Freizeit, Tradition, Religion oder spirituellen Werten, die eher mit bestimmten Standorten als mit Grundwasserleitern verbunden sind.

Das Grundwasser bietet zudem eine Vielzahl weiterer Chancen, wie z.B. den Ausbau der geothermischen Energieerzeugung, Verbesserung der Wasserspeicherung zur Erhöhung der Wassersicherheit und Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels.

Die Herausforderungen

Grundwasserspeicher gelten dann als erschöpft, wenn die Abflüsse die Neubildung übersteigen. Obwohl auch Klimaschwankungen und der Klimawandel eine Rolle spielen können, ist eine langfristige Erschöpfung von Grundwasserspeichern in den meisten Fällen auf eine zu hohe Entnahme zurückzuführen. Grundwasserspeicher werden weltweit in beträchtlichem Ausmaß erschöpft: Zu Beginn des jetzigen Jahrhunderts addierten sich die zu hohen Entnahmen – den meisten Schätzungen zufolge – auf 100 bis 200 km³/Jahr, was etwa 15 bis 25 Prozent aller Grundwasserentnahmen entspricht.

Hinzu kommt die Verschmutzung von Grundwasser. Sie beeinträchtigt die Eignung des entnommenen Grundwassers für Trinkwasserzwecke und wirkt sich auch auf grundwasserabhängige Ökosysteme aus.

Anthropogene Grundwasserverschmutzung hat viele Ursachen: Meistens erfolgt sie auf der Landoberfläche oder knapp darunter, jedoch gibt auch Verschmutzungen, bei denen Schadstoffe in größerer Tiefe in den Untergrund eindringen. Weit verbreitet ist Verschmutzung durch die Landwirtschaft; es handelt sich um eine diffuse Quelle von häufig großen Mengen an Nitrat,

Pestiziden und anderen Agrochemikalien. Grundwasserverschmutzung ist ein nahezu irreversibler Prozess – einmal verschmutzte Grundwasserleiter sind in der Regel für immer belastet.

Grundwasser-Governance

Grundwasser-*Governance* meint politische und behördliche Prozesse der Bewirtschaftung und Planung von Grundwassermengen sowie der Umsetzung von Grundwasserpolitik. Sie erfolgt auf verschiedenen Skalen und geografischen Ebenen, auch auf grenzüberschreitender und kontinentaler Ebene. Grundwasser*bewirtschaftung* ist handlungsorientiert in Form von praktischen Umsetzungsmaßnahmen und täglichen Vorgängen und findet häufiger auf der Mikro- und Mesoebene statt.

Grundwasser wird oft als private Ressource angesehen, d.h. es ist eng mit Landbesitz verbunden und gilt in einigen Ländern als Privatbesitz, was dessen Regulierung sowie „Top-Down"-Governance und -Bewirtschaftung erschwert. Regierungen müssen ihre Rolle als Hüter der Ressource Grundwasser und ihrer Gemeinwohlaspekte vollumfänglich wahrnehmen.

In Ländern Afrikas südlich der Sahara sind die Möglichkeiten der dort riesigen flachen Grundwasserleiter noch weitgehend ungenutzt; auf nur 5 Prozent der bewässerten Flächen wird Grundwasser eingesetzt

Der Zugang zu Grundwasser sowie menschliche Handlungen, die Auswirkungen auf die Grundwasserqualität haben, werden durch innerstaatliche Gesetze und Verordnungen reguliert. Rechtlich sind zudem meist folgende Fragen geregelt: Sicherung des Menschenrechts auf Zugang zu Wasser zur Deckung der Grundbedürfnisse; Zugang zu Grundwasser für Lebensunterhalt und kleinskalige Produktion; Regelung von Landnutzung, welche die natürlichen Prozesse der Grundwasseranreicherung und -ableitung beeinträchtigt; Gründung und Betrieb von Zusammenschlüssen von Grundwassernutzern für Zuteilung, Überwachung und Kontrolle. Rechtliche Rahmenbedingungen sind auch nötig für den Schutz von Abfluss- und Anreicherungsgebieten und die Umgebung von Wasserversorgungsbrunnen, ebenso wie Normen für nachhaltige Erträge und Entnahmekontrollen und Vorschriften für die geteilte Nutzung.

In manchen Ländern geht die Regulierung des Grundwassers einher mit jener der Oberflächen- und Fließgewässer. Eine gemeinsame Bewirtschaftung ist gerade dort angebracht, wo Grundwasser- und Oberflächenwasserrechte im Konflikt zueinander stehen (z. B. im Falle eines Baches, der aufgrund intensiver Grundwasserförderung in der Nähe trockenfällt).

Punktuelle Quellen der Umweltverschmutzung können durch Genehmigungen ebenso wie durch allgemeine Abfluss- und/oder Wasserqualitätsnormen geregelt werden. Die Verschmutzung aus diffus-unbestimmten Quellen erfordert hingegen die Vorbeugung, nämlich die Regulierung der Flächennutzung und/oder eine Vorgabe bestgeeigneter landwirtschaftlicher und ökologischer Praktiken.

Landwirtschaft

Grundwasser ist eine für Bewässerungslandwirtschaft, Viehzucht und andere Formen der Landwirtschaft und Lebensmittelverarbeitung entscheidende Ressource. Zwischen 2012 und 2050 soll die Nachfrage nach Lebens- und Futtermitteln sowie Biokraftstoffen um 50 Prozent steigen. Um dennoch den Wasser- und Ernährungsbedarf weltweit decken zu können, muss die landwirtschaftliche Produktivität durch eine nachhaltige Intensivierung der Grundwasserentnahme unbedingt gesteigert und gleichzeitig der Wasser- und Umweltfußabdruck der landwirtschaftlichen Produktion verringert werden.

Grundwasser ist dort eine wichtige Quelle für Kleinbauern, wo es in geringem Abstand zur Oberfläche ganzjährig zuverlässig verfügbar ist. Nordamerika und Südasien sind die Regionen, die in besonders hohem Maße Grundwasser für die Bewässerung nutzen; konkret sind es 59 bzw. 57 Prozent der für die Bewässerung genutzten Flächen. In Ländern Afrikas südlich der Sahara sind die Möglichkeiten der dort riesigen flachen Grundwasserleiter noch weitgehend ungenutzt; auf nur 5 Prozent der bewässerten Flächen wird Grundwasser eingesetzt.

Es ist davon auszugehen, dass die Landwirtschaft inzwischen der Hauptverschmutzer der Binnen- und Küstengewässer im Vergleich zu Siedlungen und Industrie ist. Nitrat aus chemischen und organischen Düngemitteln ist weltweit der häufigste anthropogene Schadstoff im Grundwasser.

Insektizide, Herbizide und Fungizide können bei unsachgemäßer Anwendung oder Entsorgung das Grundwasser mit krebserregenden und anderen giftigen Stoffen belasten.

Allen Erkenntnissen zufolge sind die vorliegenden Gesetze und Verordnungen zur Verhinderung oder Begrenzung der diffusen Grundwasserverschmutzung durch die Landwirtschaft, sowie insbesondere ihre Durchsetzung, eher schwach. Daher sollten Maßnahmen zur Bekämpfung der landwirtschaftlichen Wasserverschmutzung in die Landwirtschafts- und Wasserpolitik auf nationaler Ebene, wie auch auf Ebene von Flusseinzugsgebieten und Grundwasserleitern, übergreifend eingebettet sein.

Die Versorgung des ländlichen Raums mit Stromnetzen, vor allem dort, wo es bislang nur Dieselgeneratoren oder lokale Windenergie gab, ist bisher eine wichtige Triebfeder für die Grundwassererschließung. Der Fortschritt der Solarkraft hat zu solarbetriebenen Bewässerungssystemen (SPIS) geführt, die Agrarbetriebe in großem Maßstab versorgen können. Jedoch droht die Gefahr einer nicht nachhaltigen Wassernutzung auch bei einer nicht angemessenen Umsetzung und SPIS-Regulierung.

Siedlungen

Schätzungsweise knapp 50 Prozent der städtischen Bevölkerung weltweit werden aus Grundwasserquellen versorgt; was bedeutet, dass die Abhängigkeit zahlloser Städte vom Grundwasser sich gar weiter zu verstärken scheint. Viele arme Stadtbewohner leben jedoch in stadtnahen Siedlungen ohne Planung und Rechtsstatus und somit ohne jegliche öffentliche Wasserinfrastruktur und -dienstleistungen.

In den Entwicklungsländern hat die Nutzung privater Brunnen für die städtische Selbstversorgung in den letzten Jahren stark zugenommen. Eine solche Praxis beginnt meist als Notlösung, wenn die Wasserversorgung aus dem Leitungsnetz unregelmäßig oder unzureichend ist. Sie wird anschließend oft dauerhaft fortgesetzt, um als Kostensenkungsstrategie die Zahlung hoher Trinkwasserpreise zu vermeiden.

Auswirkungen einer unzureichenden bzw. ungeeigneten Abwasserentsorgung auf das Grundwasser treten in städtischen Gebieten auf, wo Hauptabwasserkanäle kaum genutzt und die meisten häuslichen Fäkalabfälle in Grubenlatrinen entsorgt werden. Unternehmen der Wasserversorgung müssen im Interesse der öffentlichen Gesundheit und der Senkung der Wasserversorgungskosten viel konsequenter auf den Schutz ihrer wichtigen Quellen achten, auch indem sie in ihren Grundwassergewinnungsgebieten Landwirtschaft und Bebauung einschränken.

Grundwasser ist in weiten Teilen der Welt die einzige praktikable und erschwingliche Möglichkeit, um zusätzlichen Teilen der Landbevölkerung grundlegenden Wasserzugang zu geben. Dies gilt insbesondere für Afrika südlich der Sahara und Südasien, wo die zahlenmäßig große Landbevölkerung weit verstreut lebt.

Für die Grundwasserversorgung aus oberflächennahen Leitern ist es ein ernsthaftes Problem, wenn Abwasser vor Ort entsorgt wird. Geschätzt sind etwa 30 Prozent aller solchen ländlichen Grundwasserleiter mit Krankheitserregern kontaminiert. Am stärksten betroffen sind in der Regel gesellschaftlich ausgegrenzte Gruppen: Frauen und Mädchen sind oft unverhältnismäßig stärker Abwasser ausgesetzt und daher durch Krankheitserreger und Toxine gefährdet.

Besondere Erwähnung verdienen vorübergehende und dauerhafte Lager von Vertriebenen. Solche Siedlungen (weder Kategorie Stadt noch Land) haben oft eine hohe Bevölkerungsdichte. Besonders wichtig ist hier der Bau von gut konzipierten Brunnen verbunden mit angemessenen und gut gewarteten Abwassersystemen.

Industrie

Zu den Branchen, die Grundwasser entnehmen, gehören verarbeitendes Gewerbe, Bergbau, Öl- und Gasindustrie, Energieerzeugung, technische Unternehmen und Bauwesen. Zu den Branchen, die über ihre Lieferketten stark von Grundwasser abhängig sind, gehören wiederum die Bekleidungs- sowie Lebensmittel- und Getränkeindustrie. In zahlreichen industriellen Verfahren wird Grundwasser

genutzt und zwar dort, wo Oberflächenwasser nur begrenzt vorhanden ist, aber auch in Fällen, wo es auf die Wasserqualität ankommt.

Die Einleitung bzw. Versickerung von unbehandelten oder nur teilweise behandelten Industrieabwässern in den Boden kann das Grundwasser verschmutzen. Erhebliche Gefährdungen der menschlichen Gesundheit und der Umwelt können auch durch die Verunreinigung des Bodens und die Auslaugung von nicht bewirtschafteten bzw. ehemaligen Industriedeponien und Altbergwerken entstehen.

Bei vielen Produktionsprozessen werden große Mengen an Wasser zur Reinigung von Produkten benötigt, um diese am Produktionsende von Verarbeitungsrückständen zu befreien. Die Nutzung von Grundwasser zu Kühlzwecken hängt stark von Lage und Art der Industriebranche ab und ist daher in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich. Auch unterirdische Bauten wie Tunnel erfordern häufig eine vorübergehende oder dauerhafte Entwässerung.

Für den Betrieb von Bergwerken ist meist die fortlaufende bzw. kontinuierliche Entwässerung erforderlich, was zur Verunreinigung lokaler Grundwasserleiter führen kann. Auch die Entsorgung des durch den Bergbau verunreinigten Wassers wird durch die nötige Aufbereitung erschwert. Öl-, Gas- und Bergbauunternehmen verfügen wiederum intern meist über umfangreiche Daten zur Lage, Ausdehnung sowie zu Eigenschaften von Grundwasserleitern. Solche Daten sind sehr nützlich für die wissenschaftliche Hydrogeologie, Regierungen und Wasserversorgungsunternehmen.

Auch Energieversorgungsunternehmen können weitreichende Auswirkungen auf die Grundwasserqualität haben. Die Verstromung von Kohle kann die Grundwasserqualität durch die Auslaugung von Asche aus Kohleabfalldeponien erheblich beeinträchtigen. Auch das Fracking zur Gewinnung von Erdgas, insbesondere in oberflächennahen Grundwasserleitern, stellt ein erhebliches Risiko der Grundwasserkontamination dar. Verschmutzend kann Wasser aus der geologischen Schicht selbst oder aus Rückfluss sowie Bohr- und Fracturing-Flüssigkeiten wirken.

Investitionen für mehr Nachhaltigkeit sind vom Finanzsektor zu erwarten. Sein beträchtlicher Einfluss wird einen Dominoeffekt haben: Kunden aus Industrie und Energiewirtschaft, die Grundwasser nachhaltig nutzen, werden begünstigt und somit andere dazu ermutigt, dies ebenfalls zu tun.

Ökosysteme

Grundwasserabhängige Ökosysteme finden sich in vielen Landschaften, von Hochgebirgstälern über den Meeresgrund bis hin zu Wüsten.

Grundwasserquellen unterstützen oft die Mindestabflussmenge von Bächen und Flüssen und beeinflussen entscheidend das Risiko, dass diese in Dürreperioden trockenfallen. In allen Biomen der Welt, in denen Grundwasser für Pflanzen zugänglich ist, sind terrestrische Ökosysteme davon abhängig. Wasserlöcher in trockenen Umgebungen werden oft ausschließlich durch Grundwasser gespeist. Daher ist Grundwasser für komplexe Nahrungsnetze in trockenen Landschaften, wie Savannen, entscheidend. Ebenso hängen Uferzonen, Feuchtgebiete und andere Oberflächengewässer oft vom Grundwasser ab.

Solche Ökosysteme unterstützen auch wichtige Ökosystemdienstleistungen. Egal ob sie aquatisch oder terrestrisch sind: Sie bieten Lebensraum, unterstützen die biologische Vielfalt, puffern Überschwemmungen und Dürren ab, liefern Nahrung und bieten „kulturelle Dienstleistungen“. Sie haben eine entscheidende Rolle beim Schutz von Grundwasserleitern vor Verunreinigungen, indem sie diese physisch abtrennen und biophysikalische Prozesse wie Filtration, biologischen Abbau und Sorption von Schadstoffen ermöglichen. Sie erleichtern und schützen die natürliche Anreicherung von Grundwasserleitern.

Grundwasser, Ökosysteme und Menschen profitieren auch wechselseitig vom jeweiligen Wohlergehen. Das gemeinsame Wohlergehen kann durch Grundwasserbewirtschaftung, kombinierte Wasser- und Landbewirtschaftung, naturnahe Lösungen und verbesserten Schutz von Ökosystemen gestärkt werden. Während sich die Grundwasserbewirtschaftung häufig auf das Grundwasser bzw.

die Grundwasserleiter selbst konzentriert, müssen Grundwasser und Ökosysteme gemeinsam bewirtschaftet werden, damit wichtige Ökosystemleistungen kontinuierlich und verlässlich bereitgestellt werden können.

Klimawandel

Der Klimawandel hat direkte Folgen für die natürliche Grundwasserneubildung. Er beeinflusst die Niederschläge und die Versickerung aus Oberflächengewässern, einschließlich flüchtiger Bäche, Feuchtgebiete und Seen. Über das Ausmaß der Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung bestehen jedoch noch erhebliche Unsicherheiten der Prognose.

Die Intensivierung der Niederschläge ist eine bereits beobachtete und weit verbreitete Auswirkung des Klimawandels auf die Grundwasserneubildung. Dort wo die sanitäre Versorgung unzureichend ist, spülen starke Regenfälle fäkale mikrobielle Krankheitserreger und Chemikalien durch Böden geringer Mächtigkeit in den Grundwasserspiegel.

Darüber hinaus führt der globale Anstieg des Meeresspiegels führt weltweit dazu, dass Meerwasser in küstennahe Grundwasserleiter eindringt. Ein wichtigerer Grund für solches Eindringen von Meerwasser ist allerdings die Grundwasserentnahme. Vermutlich ist die gewichtigste Auswirkung des Klimawandels auf das Grundwasser eine indirekte: Der Wasserbedarf für die Bewässerung steigt durch erhöhte Verdunstung aus Böden und Pflanzen.

Damit künftige Wasserversorgung dem Klimawandel standhält, muss sie sich vielerorts sowohl aus Grund- wie auch aus Oberflächenwasser aus Flüssen, Seen und anderen Reservoirs speisen

Damit künftige Wasserversorgung dem Klimawandel standhält, muss sie sich vielerorts sowohl aus Grund- wie auch aus Oberflächenwasser aus Flüssen, Seen und anderen Reservoirs speisen. Grundwasserbezogen sind Anpassungen an den Klimawandel denkbar wie die Nutzung verteilter Grundwasserspeicher und die Speicherung saisonaler bzw. episodischer Wasserüberschüsse in Grundwasserleitern, da diese wesentlich geringere Verdunstungsverluste als Stauseen und andere herkömmliche Infrastrukturen aufweisen.

Der Ausbau der Geothermie hat eine wichtige Rolle für die Reduzierung der CO_2-Emissionen und für nachhaltige Energieversorgung. Tiefliegende Grundwasserleiter können auch für Kohlenstoffabscheidung und -speicherung genutzt werden; solche Speicherung von Kohlenstoff verringert die Anreicherung in der Atmosphäre.

Perspektiven auf einzelne Weltregionen

Afrika südlich der Sahara

Afrika verfügt über große Grundwasservorkommen, auch wenn nicht alles davon zur Entnahme zur Verfügung steht. Man schätzt ihr Volumen auf mehr als das 100-fache des jährlich erneuerten Süßwassers. Die Erschließung des Grundwassers birgt großes Potenzial für die Sicherstellung einer rasch wachsenden Wasserversorgung in der Region, welche für das Überleben von Menschen und die wirtschaftliche Entwicklung gleichermaßen nötig ist. Noch immer haben etwa 400 Millionen Menschen in Subsahara-Afrika nicht einmal Zugang zu grundlegenden Wasserdienstleistungen.

In West- und Zentralafrika verfügen die meisten Staaten zwar nur über geringe Grundwasserspeicher, dafür aber über hohen jährlichen Niederschlag und damit eine regelmäßige Anreicherung. Im östlichen und südlichen Afrika haben viele Länder hingegen beträchtliche Grundwasserspeicher, allerdings mit sehr geringer Anreicherung. Aufgrund des erheblichen Puffers dieser Speichermengen wirkt sich die Entnahme von Grundwasser erst spät auf das regionale Grundwassersystem aus. Dennoch gilt: Derzeitige Grundwasserentnahme geht hier letztlich auf Kosten künftiger Generationen.

Nur 3 Prozent der gesamten Anbaufläche in Afrika südlich der Sahara werden bewässert, und davon wiederum nur 5 Prozent mit Grundwasser. Die Erschließung des Grundwassers könnte wirtschaftliches Wachstum bewirken, indem die bewässerten Flächen vergrößert und damit die landwirtschaftlichen Erträge und die Vielfalt der Anbaukulturen erhöht werden. Einer solchen Erschließung des Grundwassers steht kein Mangel an Grundwasser im Weg, sondern vielmehr ein

Mangel an Investitionen, vor allem an Investitionen in Infrastruktur, Institutionen, in die Ausbildung von Fachleuten und in wissenschaftliche Erkenntnis über diese Ressource.

Europa und Nordamerika

Grundwasser, seine Merkmale und seine Verfügbarkeit unterscheiden sich innerhalb Europas und Nordamerikas je nach Geologie und Hydrologie. Auch der Anteil des Grundwassers an der Gesamtentnahme von Süßwasser variiert stark von Land zu Land.

In vielen europäischen Ländern wird Grundwasser hauptsächlich als Trinkwasser genutzt; gerade dies macht es angesichts der möglichen Gesundheitsrisiken erforderlich, die Wasserqualität zu kontrollieren. Nitrate und Pestizide sind in der EU die Schadstoffe, die am häufigsten einen schlechten chemischen Zustand verursachen. Schadstoffe stammen vor allem aus der Landwirtschaft, doch führen auch Industriechemikalien und Stoffe aus dem Bergbau in mehreren Flussgebietseinheiten zu chemischer Grundwasserverschmutzung. Solche 'neuen' (bzw. 'aufkommenden') Schadstoffe müssen besser verstanden werden.

Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Wassernutzern ist nicht nur innerhalb einzelner Staaten erforderlich, sondern es braucht auch das Bewusstsein dafür, dass viele Grundwasserleiter grenzüberschreitend sind und damit die Zusammenarbeit zwischen Staaten erfordern.

Die Aufgabe der Überwachung des Grundwassers und das Fachwissen dafür liegen in der Regel bei einzelnen Fachbehörden, während die Umsetzung wasserpolitischer Vorgaben die Zusammenarbeit zwischen vielen Institutionen erfordert. In der Tat sind viele Chancen und Herausforderungen für Grund- und Oberflächenwasser identisch. Solche integrierten Strategien zur Gewährleistung von Kohärenz werden derzeit tatsächlich entwickelt.

Lateinamerika und Karibik

Weniger als 30 Prozent des in Lateinamerika und der Karibik entnommenen Süßwassers stammt aus Grundwasser, da Oberflächenwasser oft im Überfluss vorhanden ist. In denjenigen Staaten, die Grundwasser nutzen, werden etwa die Hälfte des entnommenen Wassers für die Bewässerung, ein Drittel für den häuslichen Gebrauch und der Rest für die Industrie verwendet.

In der gesamten Region bestehen Defizite bei Schutz und Überwachung des Grundwassers. Dies hat seine intensive Ausbeutung und/oder Verschmutzung zur Folge und gefährdet letztlich die Nachhaltigkeit und Zugänglichkeit für die schwächsten Bevölkerungsgruppen, welche für ihre Trinkwasserversorgung auf Grundwasserquellen angewiesen sind.

Grundwasser spielt für die meisten lateinamerikanischen Städte und deren Wasserversorgungssysteme eine wichtige Rolle, wenn auch seltener die Hauptrolle. Es macht auch 50 Prozent des von der Industrie verbrauchten Wassers aus. Da in der Karibik Oberflächenwasser relativ knapp ist, entfallen dort etwa 50 Prozent der Wasserentnahme auf Grundwasser.

In der Region wird die Bedeutung von Grundwasser für Ökosysteme, soziale Entwicklung und Wirtschaft in naher Zukunft noch weiter zunehmen. Daher braucht die Region politische Prozesse auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene, welche zu einer Harmonisierung der Entscheidungsfindung, Überwachung und Grundwasserbewirtschaftung führen.

Die meisten Grundwasservorkommen in der arabischen Region sind nicht erneuerbar und müssen entsprechend bewirtschaftet werden

Asien und Pazifik

Nirgendwo sonst auf der Welt wird in Summe so viel Grundwasser entnommen wie in Asien und Pazifik. In der globalen Rangliste der Staaten, die am meisten Grundwasser entnehmen, sind sieben asiatische Staaten in den „Top Ten": Bangladesch, China, Indien, Indonesien, Iran, Pakistan und die Türkei. Auf sie allein entfallen rund 60 Prozent der gesamten globalen Grundwasserentnahme.

Diese Grundwassernutzung hat vor allem für den Agrarsektor entscheidende Bedeutung und bringt sozioökonomische Vorteile. Aber auch Industrie und Siedlungen sind wichtige Nutzer. Grundwasser ist in der Region zwar meist reichlich vorhanden, allerdings erschöpft es sich bereits in Teilen Zentralasiens, Chinas und Südasiens sowie in bestimmten Metropolen Südostasiens. Daher bereitet die Nachhaltigkeit einer solchen Grundwassernutzung Sorgen.

Die Verschmutzung des Grundwassers ist ein weiteres Problem, sei es durch den Menschen oder geologische Prozesse. Der Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Niederschlagsvariabilität verschärfen den Druck auf die Grundwasserressourcen zusätzlich, insbesondere in Gebieten mit halbtrockenem bis trockenem Klima und in Entwicklungsländern, die auch kleine Inseln darstellen.

Einerseits gibt es in der gesamten Region Bewirtschaftungspraktiken und institutionelle, rechtliche und regulatorische Systeme zur Lösung von Problemen mit dem Grundwasser. Andererseits wird in vielen Ländern Zugang und Bewirtschaftung des Grundwassers nicht eingeschränkt. Dringend erforderlich sind die Unterstützung der Bevölkerung und Durchsetzungskapazitäten für eine verbesserte Grundwasserbewirtschaftung.

Arabische Region

Die arabische Region ist eine der wasserärmsten weltweit. In mindestens 11 der 22 arabischen Staaten ist Grundwasser die wichtigste Wasserquelle. Die übermäßige Entnahme von Grundwasser hat in vielen Teilen der Region zum Absinken des Grundwasserspiegels geführt, gerade in dicht besiedelten und landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Dies erregt besondere Besorgnis, auch weil Grundwasser die wichtigste Wasserquelle für gefährdete Bevölkerungsgruppen bleibt, die nicht offiziell an die öffentliche Versorgung angeschlossen sind. Zudem haben nicht-nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken, Industrie und Verstädterung erhebliche Auswirkungen auf Grundwasserqualität.

Die meisten Grundwasservorkommen in der arabischen Region sind nicht erneuerbar und müssen entsprechend bewirtschaftet werden. Trotz neuer Technologien bleibt die Überwachung der Grundwasserentnahme jedoch schwierig. Dies erschwert die Bewirtschaftung des Grundwassers, insbesondere in grenzüberschreitenden Kontexten. Leider gibt es in der Region nur sehr wenige Fälle von Kooperation zu Grundwasser.

Angesichts der Bedeutung des Grundwassers für die Wassersicherheit der Region ist gerade unter den Bedingungen des Klimawandels eine bessere Bewirtschaftung erforderlich. Dies braucht politische Maßnahmen und Gesetze, innovative Bewirtschaftungsansätze, einen verstärkten Einsatz von Technologien, zweckgebundene Mittel für ein bessere Erforschung der Ressource und eine verstärkte regionale Zusammenarbeit.

Wissen schaffen und aktualisieren

Mit öffentlichen Mitteln gesammelte Grundwasserdaten sollten frei zugänglich sein

Der *Fortschrittsbericht der Vereinten Nationen von 2021 für das sechste Ziel nachhaltiger Entwicklung* (SDG 6) machte die Defizite bei Grundwasserdaten und überwachung zum Thema. Er nannte die Grundwasserüberwachung eine „vernachlässigte“ Frage.

Grundwasser muss im Zeitverlauf in Bezug auf Menge und Qualität überwacht werden, um Verhalten und Zustand der Grundwasserleiter zu verstehen und um mögliche negative Veränderungen wie übermäßige Entnahme, verringerte Neubildung (einschließlich der Auswirkungen des Klimawandels) und Verschmutzung zu erkennen. Grundwasserneubildung wird dabei meist geschätzt und nicht direkt gemessen. Enger überwacht werden müssen Grundwasserleiter, die hochgefährdet sind und/oder Dienstleistungen für Mensch und Umwelt erbringen.

Die heutigen wissenschaftlichen Erkenntnisse der Hydrogeologie sowie die verfügbaren Methoden und Instrumente sind für die Lösung der meisten Fragen der Grundwasserbewirtschaftung ausreichend. Die Herausforderung besteht eher im Mangel an zuverlässigen Daten für gebietsspezifische Grundwasserbewertungen und Szenario-Analysen. Jeder Grundwasserleiter und seine Randbedingungen sind einzigartig. Daher sind feldnahe Grundwasserbewertungen entscheidend für eine fundierte Regulierung und Bewirtschaftung.

Trotz ihres relativ hohen Preises ist die Grundwasserüberwachung eine sinnvolle Investition: Sehr kosteneffizient ist eine frühzeitige Erkennung von Problemen, die zu Abhilfemaßnahmen führt, bevor eine ernsthafte Verschlechterung des Grundwassers eintritt. Herkömmliche behördlich-wissenschaftliche Überwachung kann durch Citizen Science ergänzt werden; so kann das Wissen der Menschen vor Ort die hydrogeologische Charakterisierung und die Bewertung von

Grundwassersystemen unterstützen. Auch Fernerkundung wird eingesetzt, um die wissenschaftliche Überwachung und Abschätzung von Grundwasserressourcen zu verbessern.

Die freie gemeinsame Nutzung von Daten und Informationen ist oft unzureichend, gerade in Ländern mit niedrigem Einkommen. Mit öffentlichen Mitteln gesammelte Grundwasserdaten sollten frei zugänglich sein. Private Unternehmen wiederum sollten Informationen über unterirdische Wasser-Parameter offenlegen, die zur besseren Bewertung und Bewirtschaftung des Grundwassers führen könnten. So könnten geophysikalische und Bohrlochdaten, die bei der Öl- und Gasexploration gewonnen werden, Wissen über Größe und Eigenschaften der Grundwasserleiter verbessern.

Hydrogeologische Expertise sowie technische und institutionelle Kapazitäten fehlen hingegen in vielen Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen, selbst wenn dort Grundwasser den größten Teil der bewirtschafteten Wasserressourcen ausmacht.

Politik und Planung

Allzu oft legen politische Beschlüsse zu Grundwasser den Schwerpunkt auf die Nutzung des Grundwassers nach der Entnahme. Diese Praxis ist weit entfernt von einer vernünftigen Bewirtschaftung des Grundwasserleiters. Solche muss Flächennutzung, Neubildung, Schutz und Maßnahmen zum Erhalt der Leistungen und Funktionen des Grundwassersystems berücksichtigen.

Der Einsatz verschiedener Instrumente zur Grundwasser-bewirtschaftung setzt rechtliche und institutionelle Strukturen voraus, die Befugnis zu ihrer Nutzung und Durchsetzung verleihen

Jede „Vision für die Grundwasserbewirtschaftung“ eines Staates muss eingebettet sein in eine nationale Vision für die Wasserressourcen insgesamt. Sie erfordert den Dialog mit relevanten Akteurinnen und Akteuren, von Grundwassernutzern auf lokaler Ebene über Technikerinnen und Wissenschaftlern bis hin zu politischen Entscheidungsträgerinnen und Investoren. Grundwasser-politik muss den rechtlichen Status des Grundwassers und das öffentliche oder private Eigentum am Grundwasser ebenso berücksichtigen wie die Wassernutzer, die mit Grundwasser zusammen-hängenden Oberflächengewässer und die Landnutzung in Grundwasseranreicherungsgebieten. Sie muss integrierte Entscheidungsprozesse über Grundwasserressourcen ermöglichen und über den Wassersektor hinaus Verbindungen zu anderen Sektoren und Bereichen der Gesellschaft herstellen - wie sozioökonomische Entwicklung, Gleichstellung der Geschlechter, Armutsbekämpfung, Ernährung und Energie, Ökosysteme, Klimawandel und menschliche Gesundheit.

Politik, Strategien und Pläne müssen auf den lokalen Kontext zugeschnitten sein, auf Prioritäten und Ziele der lokalen Bevölkerung basieren und sich auf fundierte wissenschaftliche Erkenntnisse stützen. Sie sollten in Zusammenarbeit zwischen nationalen Ministerien, Provinz- und Kommunal-behörden und anderen relevanten Interessengruppen erstellt werden, um die Mitverantwortung für Prozess und Ergebnis zu stärken - auf der Grundlage von Dialog und umfassender technischer Unterstützung (z. B. partizipative Kartierung). Solche Prozesse sollten zu formalen Dokumenten führen, die validiert werden können; zu zeitgebundenen Maßnahmen und nachprüfbaren Indikatoren; sowie zu Ergebnissen, die evaluiert werden können.

Grundwasserbewirtschaftung

Die Grundwasserbewirtschaftung soll die Kontrolle von Ort, Menge und Qualität der Grundwasser-entnahme aus Grundwasserleitern sowie deren Auswirkungen sicherstellen, der Auswirkungen unter anderem auf Ökosysteme, Oberflächengewässer und Bodensenkungen.

Der Einsatz verschiedener Instrumente zur Grundwasserbewirtschaftung setzt voraus, dass zunächst die rechtlichen und institutionellen Strukturen vorhanden sind, die die Befugnis zu ihrer Nutzung und Durchsetzung verleihen. Nicht jede Bewirtschaftung erfolgt jedoch durch die Regierung eines Staats. Die Entscheidung für die Verwaltung von Brunnenstandorten und Grundwasserentnahmen kann auch von Kommunen und/oder einzelnen Grundwassernutzern getroffen werden.

Der nachhaltigste und kosteneffizienteste Ansatz für die Bewirtschaftung der Grundwasserqualität besteht im angemessenen Schutz des Grundwassers und somit der Vermeidung von Verschmutzung.

Erreicht werden kann dies durch Kartierung von Gefährdungen, Einrichtung von Grundwasserschutzzonen und Flächennutzungsplanung.

Besondere Aufmerksamkeit ist nötig für die gemeinsame Bewirtschaftung von Oberflächen- und Grundwasserressourcen und für "naturbasierte" Lösungen und deren Potenzial. Es geht bei integrierter Bewirtschaftung um wichtige Themen wie die Integration von Umwelt- und Flächennutzungsmanagement sowie der Bewirtschaftung des Raums und des Untergrunds. Die kontrollierte Anreicherung von Grundwasserleitern (Managed Aquifer Recharge, MAR) ist ebenso ein integrierter Ansatz. MAR ermöglicht die Wiederauffüllung von Grundwasserleitern als Ergänzung zu Stauseen und stellt eine kosteneffiziente Alternative dar, um Verdunstung und andere Umweltfolgen zu minimieren. MAR kann auch dazu verwendet werden, nicht verwendetes städtisches Regenwasser und recyceltes Wasser zu speichern, um es bei Bedarf für die produktive Nutzung bereitzustellen. Auf der Ebene ganzer Einzugsgebiete kann der Einsatz von MAR die Verfügbarkeit von Wasser in der Umwelt aufrechterhalten, indem der Abfluss in und über einen Fluss verzögert wird. Die Anwendung von MAR hat sich in den letzten 60 Jahren auf derzeit 10 km³/Jahr verzehnfacht, aber es gibt noch reichlich Spielraum für eine weitere Ausweitung auf wahrscheinlich etwa 100 km³/Jahr.

Immer häufiger werden grenzüberschreitende Grundwasserleiter von umfassenderen, für grenzüberschreitende Flusseinzugsgebiete entwickelten Kooperationsabkommen erfasst

Grenzüberschreitende Grundwasserleiter

Bei natürlichen unterirdischen Fließbewegungen des Grundwassers, die eine internationale Grenze überschreiten, können Eingriffe in diesen Grundwasserleiter, wie starke Entnahme oder Verschmutzung, innerhalb eines Staats erhebliche Auswirkungen auf der anderen Seite der Grenze haben.

Die grenzüberschreitende Bewirtschaftung von Grundwasserleitern leidet häufig unter einem Mangel an institutionellem Willen und unzureichenden Ressourcen für die Sammlung der erforderlichen Informationen, gerade auf lokaler Ebene. Die Koordinierung, Harmonisierung und gemeinsame Nutzung von Daten ist der erste Schritt zur Zusammenarbeit zwischen Nachbarländern. Solche Maßnahmen sind auch unerlässlich für die Vereinbarung zuverlässiger, auch konzeptioneller Modelle über Grundwasserleiter - dies wiederum ist Voraussetzung für die Ausarbeitung von Bewirtschaftungsplänen. Die Einbeziehung geschlechterspezifischer Aspekte in die grenzüberschreitende Zusammenarbeit eröffnet Möglichkeiten für eine sozial gerechtere Grundwasserbewirtschaftung.

Das internationale Wasserrecht wurde zwar ursprünglich für Oberflächengewässer entwickelt, immer häufiger werden aber auch grenzüberschreitende Grundwasserleiter von umfassenderen, für grenzüberschreitende Flusseinzugsgebiete entwickelten Kooperationsabkommen erfasst. Dies verdeutlicht das wachsende Bewusstsein für die Bedeutung grenzüberschreitender Grundwasserleiter.

Initiativen zur wissenschaftlichen Zusammenarbeit und technische Projekte zu grenzüberschreitenden Grundwasserleitern gibt es weltweit. Solche Initiativen haben unterschiedliche Zielsetzungen, z.B. die gemeinsame wissenschaftliche Bewertung oder Bewirtschaftung oder Lösung bestimmter Probleme. In solchen Initiativen haben internationale Organisationen und Geber oft eine entscheidende Bedeutung, gerade dann, wenn die betroffenen Länder nicht über die gleichen Kapazitäten, Kenntnisse und Informationen verfügen oder wenn es an Vertrauen mangelt.

Finanzierung

Im Fall von Oberflächengewässern werden Kapitalkosten in der Regel vom öffentlichen Sektor getragen. Im Gegensatz dazu wird die Infrastruktur für die Grundwassererschließung in der Regel von Endnutzern finanziert, also der Industrie, dem Einzelhaushalt, dem landwirtschaftlichen Betrieb oder der Gemeinde, die direkt und dezentral auf die Ressource zugreifen. Die Endnutzer investieren ihr privates Kapital in den Zugang zum Grundwasser. Die Kosten hierfür setzen sich in der Regel aus Fixkosten für einen Brunnen und variablen Kosten für das Pumpen zusammen. In einigen Staaten kann eine Entnahmegebühr oder ein Grundwassertarif erhoben werden, aber diese Gebühren und Tarife spiegeln selten die wahren Kosten und den Wert der Ressource wider.

Die Förderung der Nachhaltigkeit der Grundwasserressourcen macht es erforderlich, dass Regierungen sich im Einklang mit den örtlichen Gegebenheiten mit ihrer potenziellen Rolle auseinandersetzen und diese auch einnehmen. Begrenzte Finanzmittel müssen durch maßgeschneiderte Initiativen effizienter eingesetzt werden. Aus staatlichen Haushalten sollte zumindest die Überwachung des Grundwassers – Qualität und Quantität sowie die damit verbundenen Betriebs- und Wartungskosten – finanziert werden. Dies kann private Investitionen ankurbeln, konkret die Finanzierung erster Erkundungen und Bewirtschaftungen. Nachhaltige Entwicklung und Bewirtschaftung des Grundwassers besser mit anderen Initiativen im Wassersektor zu integrieren stellt eine echte Chance dar.

Grundwasserspeicherung und -entnahme können beispielsweise in die städtische Wasserversorgung einbezogen werden, um die Sicherheit und Flexibilität bei saisonalen Schwankungen zu erhöhen. Dies hätte zudem eine Hebelwirkung für vorhandene Finanzmittel der öffentlichen Entwicklungshilfe, aus Wasserversorgungs- und Abwassertarifen und sogar aus öffentlich-privaten Partnerschaften. Gebühren und Steuern in anderen Sektoren, z.B. in der Landwirtschaft, können ebenfalls zur Finanzierung von Grundwasserinitiativen beitragen und potenzielle negative externe Effekte verringern.

In vielen Staaten wird Grundwasser durch öffentlich finanzierte Maßnahmen in anderen Sektoren erschöpft und verschmutzt. Ein Beispiel hierfür sind Subventionen im Energiesektor, die die Strompreise senken und Anreize für die übermäßige Entnahme von Grundwasser schaffen. Ein anderes Beispiel sind Subventionen für die Landwirtschaft, die als falsche Anreize den Anbau von Pflanzen mit hohem Wasserbedarf fördern. Die Reform schädlicher Subventionen und ihre Anpassung an die Grundwasserpolitik muss Teil der Wasserfinanzierungsagenda werden.

Nächste Schritte

Es ist von entscheidender Bedeutung, dass die Staaten sich selbst explizit zur angemessenen und wirksamen Grundwasser-Governance bekennen und verpflichten

Die Generalversammlung der Vereinten Nationen (UN) und der UN-Menschenrechtsrat haben den gleichberechtigten Zugang zu sicherem und sauberem Trinkwasser sowie zu sanitären Einrichtungen als eigenständige Menschenrechte anerkannt. Daraus folgt die Erwartung an die UN-Mitgliedsstaaten, diese Menschenrechte auf sauberes Trinkwasser und auf sanitäre Einrichtungen durch Aktionspläne oder Strategien zu verwirklichen. Da Grundwasser hiervon ein wesentlicher Bestandteil ist, folgen daraus der Schutz des Grundwassers und Wiederauffüllung von Grundwasserleitern.

Es ist allerdings von entscheidender Bedeutung, dass die Staaten sich selbst explizit zur angemessenen und wirksamen Grundwasser-Governance bekennen und verpflichten. Die Regierungen müssen daher Führung und Verantwortung übernehmen und eine funktionsfähige Governance aufbauen und aufrechterhalten. Dazu gehören die Sicherstellung der Wissensbasis, der institutionellen Kapazitäten, der Gesetze, Vorschriften sowie deren Durchsetzung, der Politik und Planung, der Beteiligung von Interessengruppen und eine angemessene Finanzierung. Die Staaten müssen vor allem gewährleisten, dass ihre Strategien und Pläne der Grundwasserbewirtschaftung tatsächlich vollständig umgesetzt werden. Regierungen sind in ihrer Rolle als Hüter der Ressource Grundwasser unerlässlich - gerade um Grundwasser als öffentliches Gut zu sichern und um dafür zu sorgen, dass eine gerechte Verteilung des Zugangs (und etwaiger Gewinne) erfolgt und die Ressource auch für künftige Generationen verfügbar bleibt.

Coda

Die Grundwasserressourcen der Erde sind in ihrer Gesamtheit ein enormer Vorrat an Süßwasser. Unsere Welt hat einen ständig wachsenden Wasserbedarf, aber Oberflächenwasserressourcen sind oft knapp und werden immer stärker beansprucht. Daher wird der Wert des Grundwassers als Ressource, die den Menschen und Gesellschaften seit Jahrtausenden ein gedeihliches Leben ermöglicht hat, allmählich von allen anerkannt.

Trotz seiner breiten Verfügbarkeit ist Grundwasser anfällig für Übernutzung und Verschmutzung, mit jeweils verheerenden Auswirkungen auf die Ressource und ihre Verfügbarkeit. Um die Chancen, die Grundwasser bietet, voll auszuschöpfen, es nachhaltig zu bewirtschaften und zu nutzen, braucht es starke, konzertierte Anstrengungen. Alles beginnt damit, das Unsichtbare sichtbar zu machen.

Erarbeitet vom WWAP | Richard Connor und Michela Miletto

Diese Veröffentlichung wurde vom WWAP im Auftrag von UN-Water erstellt.

Umschlagillustration von Davide Bonazzi



© UNESCO 2022

Übersetzung der Zusammenfassung sowie Anpassung des Design durch die Deutsche UNESCO-Kommission (verantwortlich: Dr. Lutz Möller) als Gemeinschaftsproduktion der UNESCO-Kommissionen Deutschlands, Österreichs, der Schweiz und Luxemburgs. Mit Unterstützung von Dagmar Kronsbein vom International Centre for Water Resources and Global Change sowie von Dr. Fatma Rebeggiani.

Die in dieser Publikation verwendeten Bezeichnungen und die Darstellung des Materials bedeuten nicht, dass die UNESCO eine wie auch immer geartete Meinung über den Rechtsstatus eines Landes, eines Gebiets, oder einer Stadt oder seiner Behörden oder über den Verlauf von Grenzen zum Ausdruck bringt. Die in dieser Veröffentlichung zum Ausdruck gebrachten Ideen und Meinungen sind die der Autoren; sie sind nicht unbedingt die der UNESCO und verpflichten die Organisation nicht.

Weitere Informationen zu Urheberrechten und Lizenzen finden Sie im vollständigen Bericht, der unter https://en.unesco.org/wwap verfügbar ist.

UNESCO World Water Assessment Programme
Programme Office for Global Water Assessment
Division of Water Sciences, UNESCO
06134 Colombella, Perugia, Italien
Email: wwap@unesco.org
https://en.unesco.org/wwap

