

Klimawandel: Steigende Temperaturen beeinträchtigen Grundwasserqualität

Forschende des KIT untersuchen die Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserressourcen und die damit verbundenen Folgen

Grundwasser bildet das größte ungefrorene Süßwasserreservoir der Welt und ist für das Leben auf der Erde von entscheidender Bedeutung. Wie sich die globale Erwärmung auf dessen Temperatur auswirkt und was das für Mensch und Natur bedeutet, haben Forschende des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) jetzt untersucht. Die Studie zeigt, dass bis zum Jahr 2100 voraussichtlich mehr als 75 Millionen Menschen in Gebieten leben werden, in denen das Grundwasser den höchsten von einem Land festgelegten Grenzwert für die Trinkwassertemperatur überschreitet. Ihre Ergebnisse sind in *Nature Geoscience* veröffentlicht. (DOI: 10.1038/s41561-024-01453-x)

Das Klimasystem erwärmt sich. Grund dafür ist die erhöhte Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre, welche die Wärmeabstrahlung einschränken. Einen großen Teil dieser Wärme nehmen die Ozeane auf, aber auch Böden und das Grundwasser wirken als Wärmesenken. Bisher ist jedoch wenig darüber bekannt, wie sich diese Erwärmung der Erdoberfläche räumlich und zeitlich auf das Grundwasser auswirkt. „Um die Lücke zu schließen, haben wir die prognostizierten Veränderungen der Grundwassertemperatur bis zum Jahr 2100 auf globaler Ebene dargestellt“, sagt Dr. Susanne Benz vom Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF) des KIT, welche die Studie gemeinsam mit Dr. Kathrin Menberg und Professor Philipp Blum vom Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW) des KIT erstellt hat. „Wir stellen globale Temperaturkarten für Grundwasser in verschiedenen Tiefen unter der Erdoberfläche zur Verfügung. Diese zeigen, dass an Orten mit flachem Grundwasserspiegel und/oder hoher atmosphärischer Erwärmung weltweit die höchsten Grundwassererwärmungsraten zu erwarten sind.“

Die Forschenden beziehen sich auf die Klimaszenarien „SSP2-4.5“ und „SSP5-8.5“. Solche Szenarien beschreiben verschiedene sozioökonomische Entwicklungen sowie unterschiedliche Verläufe des atmosphärischen Treibhausgasgehalts in der Zukunft. SSP2-4.5 stellt dabei etwa die Mitte der möglichen zukünftigen Treibhausgasentwicklungen dar, SSP5-8.5 den oberen Rand.

Millionen Menschen von zu warmem Trinkwasser betroffen

Die Studie zeigt, dass die Grundwassertemperaturen bis zum Jahr 2100 um 2,1 Grad Celsius nach SSP2-4.5 und um 3,5 Grad Celsius nach SSP5-8.5 ansteigen werden. „Schon heute leben rund 30 Millionen Menschen in Gebieten, in denen das Grundwasser wärmer ist, als die strengsten Richtlinien für Trinkwasser vorgeben. Das bedeutet, dass das Wasser dort nicht bedenkenlos direkt getrunken werden kann, sondern zum Beispiel abgekocht werden muss. Denn auch das Trinkwasser in den Wasserleitungen wird durch die Wärme im Boden aufgeheizt“, so die Wissenschaftlerin. „Je nach Klimaszenario werden bis zum Jahr 2100 bis zu mehrere Hundert Millionen Menschen betroffen sein.“ Nach SSP2-4.5 steige die Zahl auf 77 bis 188 Millionen Menschen, nach SSP5-8.5 auf 59 bis 588 Millionen an, so die Studie. Die starken Schwankungen hängen mit der räumlichen Variabilität des Klimawandels und der Bevölkerungsentwicklung zusammen. Die geringsten Erwärmungsraten prognostizieren die Forschenden für Gebirgsregionen mit tief liegendem Grundwasserspiegel wie die Anden oder die Rocky Mountains.

Temperaturänderungen beeinflussen Ökosysteme

Die Temperatur des Grundwassers spielt eine entscheidende Rolle für die Wasserqualität. Sie beeinflusst eine Vielzahl chemischer, biologischer und physikalischer Prozesse. „Wenn die Bedingungen stimmen, können steigende Grundwassertemperaturen indirekt dazu führen, dass sich schädliche Stoffe wie Arsen oder Mangan im Grundwasser anreichern. Diese erhöhten Konzentrationen können sich negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken, insbesondere wenn das Grundwasser als Trinkwasserquelle genutzt wird“, sagt Benz. Zudem beeinflusse wärmeres Grundwasser den Temperaturhaushalt von Flüssen, grundwasserabhängige Ökosysteme, aquatische biogeochemische Prozesse und das geothermische Potenzial. Dies stelle eine Herausforderung für die biologische Vielfalt dar und berge das Risiko, dass Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe gestört werden.

Darüber hinaus können die erhöhten Temperaturen im oberflächennahen Boden und im Grundwasser kritische Schwellenwerte in den Wasserverteilungsnetzen überschreiten. Dies könnte gesundheitliche Folgen haben, beispielsweise durch das Wachstum von Krankheitserregern wie *Legionella* spp. Auch Fischarten, insbesondere der Lachs, sind von den veränderten Bedingungen betroffen. Laichplätze in Flüssen, die auf das Grundwasser angewiesen sind, könnten durch die Erwärmung zu warm werden und so die Fortpflanzung gefährden. „Unsere Ergebnisse zeigen, wie wichtig es ist, Maßnahmen zum Schutz der Grundwasserressourcen zu ergreifen und nachhaltige Lösungen zu finden, um den negativen Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasser entgegenzuwirken“, appelliert Benz.

Originalpublikation

Susanne A. Benz, Dylan J. Irvine, Gabriel C. Rau, Peter Bayer, Kathrin Menberg, Philipp Blum, Rob C. Jamieson, Christian Griebler, Barret L. Kurylyk: Global groundwater warming. *Nature Geoscience*, 2024. [DOI: 10.1038/s41561-024-01453-x](https://doi.org/10.1038/s41561-024-01453-x).