



Forensische Hydrologie

Dem Wasser auf der Spur

Wer war es, und wie hat er (oder sie) es getan? Die Beantwortung dieser Frage zieht allabendlich Millionen von Lesern und Fernsehzuschauern in ihren Bann. Faszinierend, wie sich gewiefte Ermittler geduldig von Detail zu Detail vorarbeiten, um zum Schluss aus den winzigen Puzzlestücken den Tathergang zu rekonstruieren. Forensische Untersuchungen sind aber nicht nur in der Kriminalistik, sondern auch im Institut für Landschaftswasserhaushalt des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. Gegenstand langwieriger und mitunter mühsamer Recherchen. Im Mittelpunkt der Forschung stehen Fragen wie: Ist der Klimawandel schuld an den sinkenden Seewasserständen oder wird ihm von einem Wasserwerk das Wasser abgegraben? Wer ist schuld an der Verschlechterung der Wasserqualität?

Genau wie in guten Krimis erfordert es ausgefeilte Methoden und gewissenhafte Kleinarbeit. Nicht selten verhält es sich beim genaueren Hinsehen ganz anders als erwartet. So werden zum Beispiel in vielen Regionen Brandenburgs seit dreißig Jahren sinkende Grundwasserspiegel beobachtet. Mit dem Grundwasser verbundene Seen und Feuchtgebiete trocknen aus. Das entspricht den Auswirkungen des Klimawandels, so dass die Schuldfrage geklärt zu sein scheint. Allerdings ändert sich nicht nur das Klima, sondern gleichzeitig auch noch viele andere potenzielle Einflussgrößen. Mit aufwändigen mathematischen Modellen wurden verschiedene Optionen durchgespielt und deren Auswirkungen auf überwiegend bewaldete Bereiche der Schorfheide, ca. 50 Kilometer nördlich von Berlin, überprüft. Demnach war der beobachtete Rückgang der Grund- und Seewasserspiegel von 1958 bis 2007 tatsächlich zu 44 Prozent durch einen leichten

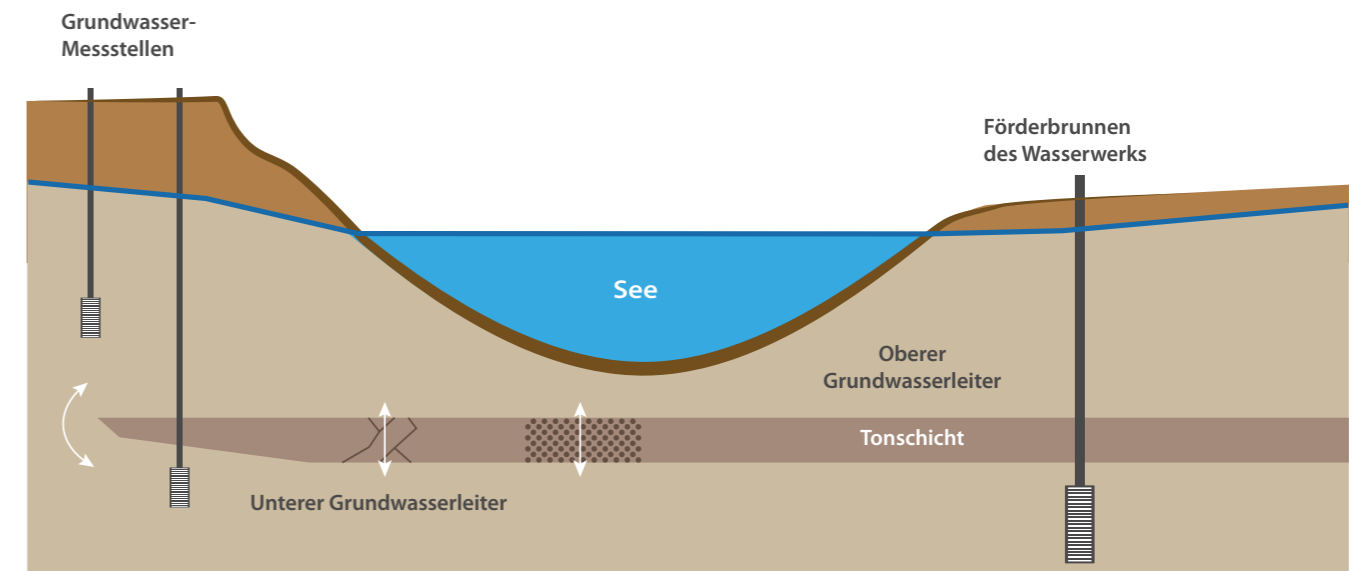


Abbildung 1: Möglicher hydraulischer Kontakt zwischen See und Wasserwerk

Rückgang der Niederschläge bedingt. Weitere neun Prozent machte der Anstieg der Transpiration der Bäume in den zunehmend wärmeren Sommern aus. Die restlichen 47 Prozent hatten aber ganz andere Ursachen. Nach dem zweiten Weltkrieg wurden große Teile der Schorfheide neu aufgeforstet. Diese Kiefernbestände sind inzwischen um die 60 Jahre alt. Mit zunehmendem Alter steigt aber der Wasserverbrauch der Kiefern, wodurch sich 18 Prozent der beobachteten Rückgänge der Grund- und Seewasserspiegel in dieser Region erklären lassen. Die restlichen 29 Prozent sind darauf zurückzuführen, dass unter den Kiefern verstärkt Gräser wachsen, die zusätzlich Wasser verbrauchen. Sie konnten sich nur deshalb ausbreiten, weil die ursprünglich sehr nährstoffarmen, vorwiegend sandigen Böden seit Mitte des letzten Jahrhunderts zunehmend mit Stickstoff aus den Abgasen von Verbrennungsmotoren, Heizungs- und Fabrikanlagen sowie aus der Landwirtschaft gedüngt werden.

Daten, Modelle, Wasserstände

Solch eine Modellierung ist mit einem hohen Aufwand verbunden und kann deshalb nur in Einzelfällen durchgeführt werden. Aber ähnlich wie der Täter im Krimi, hinterlassen auch Prozesse in der Natur ihre charakteristischen Spuren. In einer am ZALF durchgeführten Studie war zu klären, ob die Grundwasserförderung in einem Wasserwerk direkte Auswirkungen auf den nahegelegenen See hat. Eine Vielzahl von Bohrungen in der Umgebung des Wasserwerks zeigten, dass die tieferen Schichten des Grundwasserleiters, aus der das Wasserwerk Grundwasser fördert,

durch eine dicke Tonschicht vom oberflächennahen Grundwasserleiter und damit vom See getrennt wird (Abb. 1). Allerdings können die Bohrungen keinen Hinweis darauf geben, ob diese Tonschicht tatsächlich durchgängig dicht ist oder doch partiell ein Wasseraustausch zwischen See und den Förderbrunnen des Wasserwerks möglich ist. Für solche Fragestellungen entwickelten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des ZALF einen neuen Ansatz. Er beruht auf einer Auswertung der Daten der Grund- und Seewasserstände, die an zahlreichen Messstellen in dem Gebiet kontinuierlich bestimmt wurden. Diese Daten zeigen einerseits den Einfluss stärkerer Niederschläge, die den Grundwasserspiegel ansteigen lassen. Andererseits werden sie aber auch durch Schwankungen der Förderraten des Wasserwerks beeinflusst. Mit einem modernen statistischen Verfahren gelang es nicht nur, zwischen den beiden Einflussgrößen zu unterscheiden, sondern auch eine quantitative Abschätzung der Stärke der Effekte an den einzelnen Messstellen vorzunehmen. Damit ließ sich zeigen, dass die trennende Tonschicht im Bereich des Wasserwerkes tatsächlich dicht, im Bereich des Sees aber durchlässig war und somit von einem Einfluss des Wasserwerks auf den See ausgegangen werden muss.

Fingerabdruck des Wassers

Grund- und Bachwasser trägt aber auch noch ganz andere Spuren. Die im Wasser gelösten Stoffe verraten viel über die Herkunft des Wassers und über die wichtigsten dafür maßgeblichen geochemischen und biologischen Prozesse. Dabei sind es weniger einzelne Stoffe, die die entscheidenden Hinweise

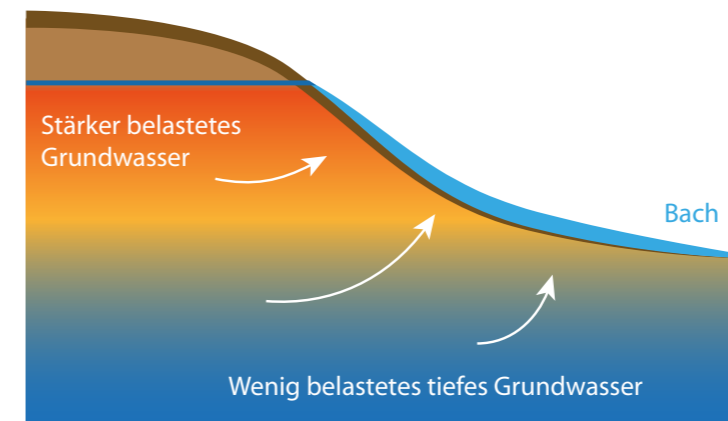


Abbildung 2: Dem Grundwasser auf der Spur: Beprobung einer Grundwassermessstelle; Abbildung 3: Hier fließt nichts mehr - trockengefallener Graben am Behlensee

geben, sondern vielmehr die typischen Muster der Konzentrationsverhältnisse verschiedener Stoffe. So erhöht die Düngung in der Landwirtschaft nicht nur die Stickstoff- und Kaliumgehalte im Grundwasser, sondern in der Regel auch die Konzentrationen von Kalzium, Magnesium, Chlorid und weiteren Stoffen. Höhere Chloridkonzentrationen können durch Abwaschungen des Streusalzes von den Straßen bedingt sein. Dann sind allerdings auch die Natriumgehalte deutlich erhöht. Aus größeren Tiefen aufsteigende stark versalztes Grundwasser weisen dagegen nicht nur höhere Chlorid- und Natriumgehalte, sondern in der Regel auch hohe Sulfatkonzentrationen auf. Hohe Sulfatgehalte können wiederum die Folge mikrobieller Prozesse sein, die bei Sauerstoffarmut im Grund- oder Seewasser ablaufen und gleichzeitig zu einer Verringerung der Nitratgehalte führen. So hinterlässt jeder Prozess typische Spuren in den Konzentrationsmustern. Mit modernen statistischen Methoden lassen sich die verschiedenen Effekte unterscheiden und die Stärke ihres jeweiligen Einflusses an den einzelnen Messstellen bestimmen.

In der Uckermark werden vom Institut für Landschaftswasserhaushalt seit mehr als 15 Jahren regelmäßig Oberflächengewässer und das Grundwasser beprobt und auf verschiedene Inhaltsstoffe analysiert. Der umfangreiche Datensatz wurde im Rahmen einer Diplomarbeit mit einer nichtlinearen Variante der Hauptkomponentenanalyse untersucht. Mit diesem Verfahren ist es möglich, anhand der jeweils typischen Konzentrationsmuster den Einfluss verschiedener Effekte zu bestimmen. Wie erwartet, fand sich an allen Messstellen, wenn auch in jeweils unterschiedlich starker Ausprägung, ein Einfluss der intensiven Landwirtschaft auf die Stoffkonzentrationen. Unerwartet war aber, dass die Stärke dieser Effekte in den Bächen des Gebietes eng an die Höhe der Grundwasserstände gekoppelt war (Abb. 4). Aufgrund einer Folge relativ trockener Jahre mit heißen Sommern sanken die Grundwasserstände in dieser Region bis Mitte der 2000er Jahre. Als Folge dessen fielen die Oberläufe vieler Bäche in den Sommermonaten trocken, so dass aus diesen Teilen der Einzugsgebiete kein Wasser zufließen konnte. Die weiterhin Wasser führenden Unterläufe der Bäche wurden überwiegend von Grundwasser aus tieferen Schichten

Hohe Grundwasserstände:



Niedrige Grundwasserstände:

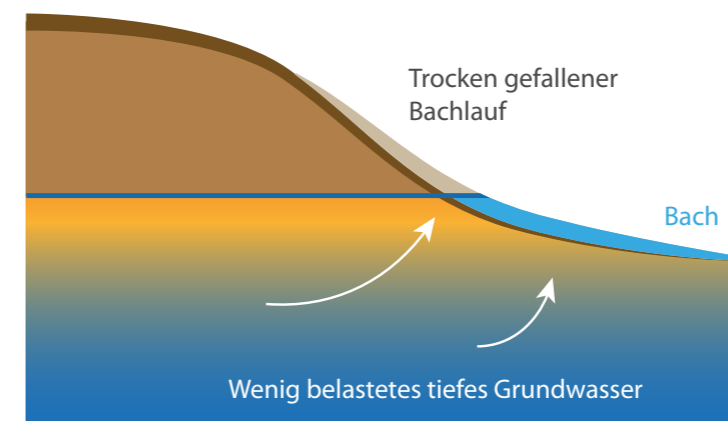


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen Rückgang der Grundwasserstände und Verbesserung der Wasserqualität in den Bächen (schematischer Längsschnitt).

gespeist, das weniger stark durch die Stoffausträge aus der Landwirtschaft geprägt war. In der zweiten Hälfte des Jahrzehntes stiegen die Grundwasserstände wieder an und in den Bächen wurde der Einfluss der Landwirtschaft wieder deutlicher sichtbar.

Rückstände aus Abwasser

Um eine ganz andere Belastung geht es in den ehemaligen Rieselfeldern in Hobrechtsfelde, am nördlichen Stadtrand von Berlin. Hier wurden über mehr als hundert Jahre hinweg Abwässer aus der Stadt Berlin nach einer einfachen mechanischen Vorreinigung auf den Feldern verteilt. Dadurch war auf den eigentlich sehr trockenen und armen Sandböden ein intensiver Gemüseanbau möglich. Hier wird aktuell im Rahmen des Projektes „ELaN“ untersucht, ob man nicht die nach dem aktuellen Stand der Technik in modernen Klärwerken gereinigten Abwässer zur Bewässerung

dieser Flächen nutzen kann, statt sie wie sonst üblich in die Spree oder Havel einzuleiten. Sorge bereiten hier vor allem moderne Chemikalien wie Arzneimittel und ihre Rückstände, die in Klärwerken nur unzureichend entfernt werden, aber bereits in sehr niedrigen Konzentrationen schädliche Auswirkungen auf empfindliche Wasserorganismen haben. Würden diese gereinigten Abwässer jedoch auf den Boden ausgebracht, könnte man das natürliche Reinigungsvermögen des Bodens für eine Nachreinigung ausnutzen. Allerdings muss sichergestellt werden, dass keine Gefahr für das Grundwasser ausgeht. Deshalb werden in dem Projekt regelmäßig zahlreiche Messstellen im Grundwasser und in den Oberflächengewässern beprobt und mit aufwändigen chemischen Verfahren auf eine Vielzahl von Spurenschadstoffen untersucht. Die Auswertung der Daten steht dann aber vor dem Problem, zwischen einer, durch die Versuche bedingten, neuen Kontamination oder eine aus dem damaligen Rieselfeldbetrieb herrührenden alten Belastung zu unterscheiden. Mit der Hauptkomponentenanalyse ließen sich sogar die Spätfolgen einer geplatzten Abwasserleitung außerhalb des eigentlichen Untersuchungsgebietes noch Jahre später nachweisen. Dazu waren nicht nur ein gut ausgestattetes Labor, sondern auch moderne wissenschaftliche Verfahren nötig, um in dem Dickicht der Daten die entscheidenden Spuren zu finden.



Prof. Dr. Gunnar Lischeid
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.,
Institut für Landschaftswasserhaushalt, Müncheberg

E-Mail: lischeid@zalf.de