

## **Zusammenhänge zwischen Wald, Wasser und Wasserqualität**

Christoph Hegg, Peter Waldner, Michel Jeisy  
Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf

Verschiedene Studien aus dem In- und Ausland zeigen auf, dass Grundwasser aus bewaldeten Gebieten generell weniger belastet ist als Grundwasser an Vergleichsstandorten ausserhalb des Waldes. In der Regel stehen dabei Nitrat, Pestizide und Lösungsmittel im Vordergrund. Weshalb dies so ist, wurde bis heute in der Schweiz kaum untersucht, im Gegensatz zum benachbarten Ausland und zum angelsächsischen Raum. Das BUWAL beauftragte deshalb die WSL damit, diese Erkenntnisse in einer Literaturstudie zusammenzustellen und aufzuzeigen, welche Erfahrungen wie auf die Schweiz übertragen werden können. Diese Studie ist zur Zeit in Bearbeitung und das Referat beruht auf Zwischenergebnissen dazu.

Mit zahlreichen Studien auch aus der Schweiz belegt ist die Wirkung des Waldes auf den Anteil des Niederschlages, welcher bis ins Grundwasser gelangt. Weil ein Teil des Niederschlags an den Ästen und Blättern bzw. Nadeln der Bäume hängen bleibt und von dort wieder verdunstet, gelangt unter Wald weniger Regen auf den Boden als ausserhalb des Waldes. Weil Bäume mit ihrem tiefreichenden Wurzelwerk zudem dem Boden mehr Wasser entziehen können als Weiden oder Äcker, ist die Grundwasserbildung unter Wald kleiner als ausserhalb des Waldes.

Die Qualität von Grundwasser wird einerseits durch chemische und biologische Verunreinigungen beeinträchtigt, welche während ihrem Gebrauch oder bei Unfällen auf oder in den Boden gelangen und vom versickernden Wasser ins Grundwasser transportiert werden. Andererseits können Pflanzennährstoffe ins Grundwasser verlagert werden, welche von der Vegetation nicht unmittelbar verwendet werden und die Speicherkapazität der Böden übersteigen. Im Vordergrund steht dabei Stickstoff, der in Form von Nitrat leicht wasserlöslich ist.

Chemische und biologische Verunreinigungen des Grundwassers haben ihre Ursache in der Regel in einer Aktivität des Menschen, z.B. im Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft, im unvorsichtigen Hantieren mit Lösungsmitteln, in einem Verkehrsunfall oder in einer undichten Abwasserleitung. Viele dieser potentiell wassergefährdenden Aktivitäten sind im Wald stark eingeschränkt. So ist z.B. der Pestizideinsatz im Wald nur in wenigen Ausnahmefällen erlaubt, oder das Raumplanungsgesetz verbietet Gewerbebetriebe und Siedlungen im Wald, weshalb die Wahrscheinlichkeit dass Lösungsmittel etc. durch Unvorsichtigkeit in die Umwelt gelangen, sehr klein ist.

Allerdings können auch einige für den Wald typische Aktivitäten zu einer Beeinträchtigung des Grundwassers führen. So lagern sich z.B. Reste des Öls, das zur Schmierung von Kettensägen verwendet wird, mit dem Sägemehl auf dem Waldboden ab. Ist dieses Öl nicht biologisch abbaubar, können Reste ins Grundwasser verlagert werden. Verschiedene Studien v.a. aus Deutschland empfehlen deshalb den Einsatz von biologisch abbaubaren Ketten- aber auch Hydraulikölen in der Forstwirtschaft. Auch werden beim längerfristigen Lagern von geschlagenem Holz teilweise Pestizide eingesetzt, welche wassergefährdend sind. Entsprechend ist auf den Einsatz dieser Mittel zumindest in der Nähe von Wasserfassungen zu verzichten.

Stickstoff ist ein wichtiger Pflanzenbestandteil, der in einer naturnahen Vegetation in einem Kreislauf zwischen Boden und Pflanze gehalten wird. Kleine Verluste mit dem Sickerwasser werden durch Aufnahme aus der Luft kompensiert. Wird der Kreislauf unterbrochen oder erfolgt ein zusätzlicher Eintrag von Stickstoff, entsteht im Boden ein Ungleichgewicht. Oft gelangt in der Folge ein Teil des Stickstoffes in Form von Nitrat ins Grundwasser.

Auf intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen werden dem Boden mit der Ernte grosse Mengen Nitrat entzogen, welche durch Düngung wieder ersetzt werden. Unmittelbar nach der Ernte fehlt oft eine Vegetationsdecke, welche Stickstoff aufnimmt. Dabei können Angebot und Nachfrage nach Stickstoff im Jahresverlauf kaum im Gleichgewicht gehalten werden. Deshalb werden oft erhebliche Mengen mit dem Sickerwasser ins Grundwasser ausgewaschen, das somit unter intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen oft stark mit Nitrat belastet ist.

In einem Wald befindet sich der Stickstoffhaushalt in der Regel im Gleichgewicht. Entsprechend sind die Austräge auch gering und das Grundwasser wird wenig belastet. Allerdings kann auch in einem Wald dieses Gleichgewicht durch die Holzernte massiv gestört werden. So zeigen zahlreiche Untersuchungen in unseren Nachbarländern und im angelsächsischen Raum, dass die Nitratauswaschungen nach einem Kahlschlag massiv zunehmen. Vereinzelt wurden dabei im Grundwasser Konzentrationen festgestellt, welche im Bereich des Schweizerischen Grenzwertes für Nitrat im Trinkwasser liegen. Besonders hoch sind die Nitratverluste, wenn der Waldboden nach dem Kahlschlag weitgehend

vegetationslos ist. Mit dem Aufkommen einer Nachfolgevegetation gehen die Austräge und damit die Konzentrationen im Grundwasser nach einigen Jahren wieder auf das Ausgangsniveau zurück. Verschiedene Untersuchungen legen nahe, dass mit mehreren kleinen Kahlschlägen, welche verteilt über mehrere Jahre ausgeführt werden, die gesamte ausgetragene Stickstofffracht nicht beeinflusst wird. Die maximalen Konzentrationen im Grundwasser sind aber aufgrund der besseren Verteilung der Einträge über die Zeit deutlich tiefer. Keine Vergleiche bestehen zur in der Schweiz in der Regel angewandten sehr kleinräumigen Plentnernerntung.

Das Stickstoffgleichgewicht im Wald kann auch durch die hohen Einträge aus der Luft aus dem Lot gebracht werden. So wurden in verschiedenen Untersuchungen in Deutschland und Frankreich erhöhte Nitratwerte im Grundwasser auf den Eintrag durch die Luftverschmutzung zurückgeführt. Besonders anfällig darauf scheinen Nadelwälder zu sein, da sie mit ihren Nadeln auch im Winter partikulär gebundenen Stickstoff aus der Luft filtern. Zudem ist der tendenziell weniger saure Boden unter Laubwäldern besser in der Lage Stickstoff aufzunehmen. Deshalb wird vor allem in Deutschland der Umbau von Nadelwäldern in Trinkwasserschutzgebieten zu Laub- oder Mischwäldern propagiert. Allerdings hängen die Ergebnisse stark von den lokalen Gegebenheiten ab. Nicht überall wurden unter Nadelwald erhöhte Nitrataustragungen gemessen und Untersuchungen aus Frankreich stellten keine Unterschiede zwischen Laub- und Nadelwäldern fest.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Grundwasser aus bewaldeten Einzugsgebieten in der Schweiz vor allem deshalb eine bessere Qualität aufweist als aus nicht bewaldeten Vergleichsgebieten, weil der Wald hier ein relativ naturnahes Ökosystem ist. Die Zahl der menschlichen Aktivitäten ist im Wald bedeutend kleiner als in unbewaldeten Gebieten. Entsprechend gelangen weniger Fremdstoffe in Umwelt und damit ins Grundwasser als in Siedlungen oder auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Der Nährstoff Stickstoff wird in einem weitgehend geschlossenen Kreislauf gehalten und die Auswaschungen sind minimal.

An den Wald werden nicht nur in Bezug auf Trinkwasserqualität Ansprüche gestellt. Freizeitgestaltung, rationelle Holzproduktion oder Schutz vor Naturgefahren sind Beispiele für weitere ebenfalls berechnete Forderungen, welche sich teilweise auch widersprechen können. Für jeden Standort ist deshalb abzuwägen, welche Ansprüche erfüllt werden können und wie eine optimale Nutzung unter Berücksichtigung der naturräumlichen Voraussetzungen auszugestaltet ist.