

Gutes Wasser aus dem Wald?

Wald- und Wasserwirtschaft arbeiten bei der Umweltkontrolle bayerischer Trinkwasservorkommen Hand in Hand

Stephan Raspe, Nicole Foullois und Jochen Bittersohl

Die Qualität des Wassers aus den Wäldern Bayerns ist von Haus aus gut. Aber auch unsere Wälder sind vor schädlichen Umwelteinflüssen nicht sicher. Der bis Mitte der 1980er Jahre anhaltende »Saure Regen« bedrohte nicht nur die Wälder, sondern auch die Wasserqualität. Sowohl die Forst- als auch die Wasserwirtschaftsverwaltung bauten deshalb Messnetze zur intensiven Umweltüberwachung auf. Ziel ist es, die Gesundheit der Wälder und die Wasserqualität langfristig zu sichern. Erste Erfolge der Luftreinhaltungspolitik wurden an einem Rückgang der Säurebelastung nachgewiesen. Das große Problem »Stickstoffbelastung« bleibt aber auf absehbare Zeit bestehen. Der Klimawandel bringt darüber hinaus neue Veränderungen, die aufmerksam beobachtet werden müssen.

Spätestens seit den 1980er Jahren wissen wir, dass Umweltschadstoffe die Wälder mit ihren hochwertigen Wasservorräten bedrohen. Die Versauerung von Gewässern und die neuartigen Waldschäden, als »Waldsterben« heiß diskutiert, brachten es an den Tag. Luftschadstoffe werden von den Wäldern ausgefiltert und gelangen über den Boden in den Wasserkreislauf. Dabei sind intakte, schonend bewirtschaftete Wälder für den Wasserhaushalt allgemein und für die Qualität von Bächen und Grundwasser im Besonderen sehr wichtig. Sie garantieren im Vergleich zu anderen Landnutzungsformen sauberes, naturbelassenes Wasser. Deshalb werden die Umwelteinflüsse auf den Wald mit ihren Wirkungen auf die Wasserqualität in enger Kooperation zwischen Forst- und Wasserwirtschaftsverwaltung beobachtet. Diese langfristigen Monitoringprogramme sind wichtige Bausteine einer verantwortungsvollen Daseinsvorsorge.

Waldgesundheit und Wasserqualität auf dem Prüfstand

Intensive Umweltbeobachtung erfordert eine Fülle arbeits- und kostenintensiver Einzelerhebungen. Sie wird daher auf besonders ausgesuchte Waldstandorte konzentriert, an denen sich die für einen Landschaftsraum typischen Naturvorgänge beobachten lassen (Abbildung 1).

Die Forstverwaltung betreibt seit Beginn der 1990er Jahre das *Messnetz der Waldklimastationen (WKS)*. Ziel ist es, die komplexen physikalisch-chemischen und biologischen Prozesse in Waldökosystemen unter den sich ändernden Umweltbedingungen in räumlicher und zeitlicher Einheit zu beobachten und zu dokumentieren (LWF 2004).

Für den vorsorgenden Gewässer- und Trinkwasserschutz beobachtet die Wasserwirtschaftsverwaltung seit Ende der 1980er Jahre die Auswirkungen der Waldbewirtschaftung und der diffusen Stoffeinträge in mehreren kleinen Wassereinzugsgebieten. Anfangs stand die Frage der Grund- und Trinkwasserversauerung im Vordergrund (Moritz et al. 1994; LFW 1995; Bittersohl et al. 1997). Ab 1996 wurden diese Messgebiete in das

Messnetze für die Wasserbeobachtung

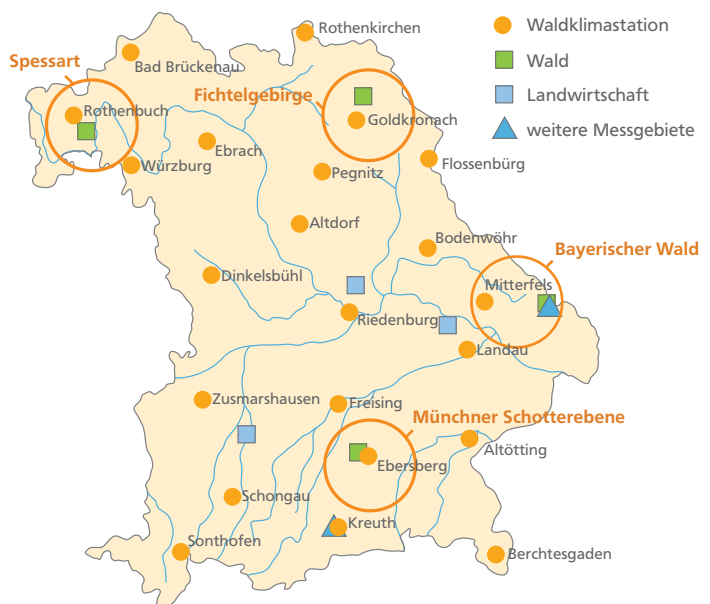


Abbildung 1: Die Messnetze Bayerische Waldklimastationen (WKS) und Stoffeintrag-Grundwasser (MSGw)

neue *Messnetz Stoffeintrag-Grundwasser (MSGw)* übernommen mit dem Ziel eines ganzheitlichen, gewässerkundlichen Monitorings des Wasser- und Stoffkreislaufs an landesweit ausgesuchten Standorten. Für die Messnetze WKS und MSGw ist eine enge Kooperation zwischen Forst- und Wasserwirtschaftsverwaltung in einer Verwaltungsvereinbarung geregelt.

Beide Messnetze ergänzen sich in idealer Weise. Das WKS-Programm deckt die bedeutenden Waldgebiete und die wichtigsten Baumarten in Bayern ab. Dagegen konzentriert sich das MSGw auf wenige gewässerkundliche Typgebiete mit Schwerpunkt auf das tiefere Sickerwasser (zwei Meter und tiefer) sowie das im Wasserkreislauf nachgeschaltete Grund- und Bachwasser (Bittersohl et al. 2004). Trinkwasservorkommen im Messgebiet werden mitbeobachtet. Wichtig ist, in beiden Mess-

netzen den Wasser- und Stoffkreislauf nach weitgehend gleichen oder ähnlichen Methoden zu beobachten. Dies ermöglicht es, auf fach- und ressortübergreifender Ebene landesweite Auswertungen vorzunehmen.

Schwefelbelastung weitgehend überwunden

Auf Grund der konsequenten Luftreinhaltepolitik der vergangenen dreißig Jahre, insbesondere durch die Entschwefelung von Kraftwerken und die Verwendung schwefelarmer Energieträger, wurden die atmosphärischen Schwefeleinträge (eine der wichtigen Komponenten des »Sauren Regens«) in die Wälder bayernweit erheblich vermindert. An den meisten WKS liegen die Schwefeleinträge heute im Bereich der natürlichen Hintergrundbelastung (BStMLF, 2007) von fünf bis zehn Kilogramm pro Hektar und Jahr [kg/(ha × a)]. Dies war Anfang der 1990er Jahre noch ganz anders. Damals wurden zum Teil weit über 30 kg/(ha × a) eingetragen, das Mittel aller Stationen betrug über 20 kg/(ha × a). Die Säurebelastung ist entsprechend zurückgegangen. Nur der Nordosten Bayerns bildet nach wie vor einen Belastungsschwerpunkt. Dort werden vor allem in den Wintermonaten noch erhöhte Schwefelmengen eingetragen.

In welchem Umfang dieser Rückgang die Wasserqualität im Wald beeinflusst, verdeutlichen die Schwefelbilanzen in den MSGw-Messgebieten (Abbildung 2). Die jährlichen Bilanzwerte ergeben sich aus dem atmosphärischen Schwefeleintrag minus dem an der Pegelstation gemessenen Austrag aus dem Wassereinzugsgebiet. Bis Ende der 1990er Jahre deuteten positive Bilanzen im Fichtelgebirge und Bayerischen Wald auf eine Schwefelanreicherung im Wald hin. Ab etwa 1999 überwogen dann die Schwefelausträge, ein deutliches Zeichen für

die langfristige Wiederfreisetzung des zuvor in den Gebieten gespeicherten Schwefels. Mit der Schwefelzufuhr verbunden war eine entsprechende Versauerung des Bodens und der Gewässer. Nach dem Rückgang der Einträge scheint zehn Jahre später auch die Phase der Ausspülung alter Schwefelbelastungen weitgehend überwunden, denn in jüngster Zeit gleichen sich die Austräge den Einträgen an. Allerdings reagiert versauertes Grundwasser besonders langsam, da der Entlastungseffekt die gesamte Bodenüberdeckung durchdringen muss.

Stickstoffeinträge besorgniserregend hoch

Ganz anders sieht es beim Stickstoff aus. Hier ist bisher keine Abnahme der atmosphärischen Einträge zu erkennen (BStMLF 2007). Die Stickstoffeinträge schwanken zeitlich und räumlich sehr stark. Sie liegen im Durchschnitt bei fünf bis 30 kg/(ha × a), wobei etwa 55 Prozent als Ammonium (vorwiegend aus der Landwirtschaft) und 45 Prozent als Nitrat (aus Verbrennungsprozessen in Industrie, Energiewirtschaft, Haushalten und Verkehr) in die Wälder eingetragen werden.

Stickstoff ist ein wichtiges Hauptnährelement und dementsprechend wertvoll, auch in naturnahen Wäldern. In den meisten Wäldern war das Stickstoffangebot ursprünglich der wachstumsbegrenzende Faktor. Die Wälder nehmen einen Großteil des über die Luft zusätzlich eingetragenen Stickstoffs begierig auf und wachsen vielfach sogar stärker als früher, allerdings gehen damit auch zum Teil Ernährungsungleichgewichte einher. Die Stickstoffaufnahme der Wälder verdeutlichen auch die positiven Stickstoffbilanzen der MSGw-Einzugsgebiete im Spessart und Fichtelgebirge (Abbildung 3). Zwischen zehn und 30 Kilogramm Stickstoff hält der Wald dort jedes Jahr zurück. Die trotzdem in den Gewässern gefun-

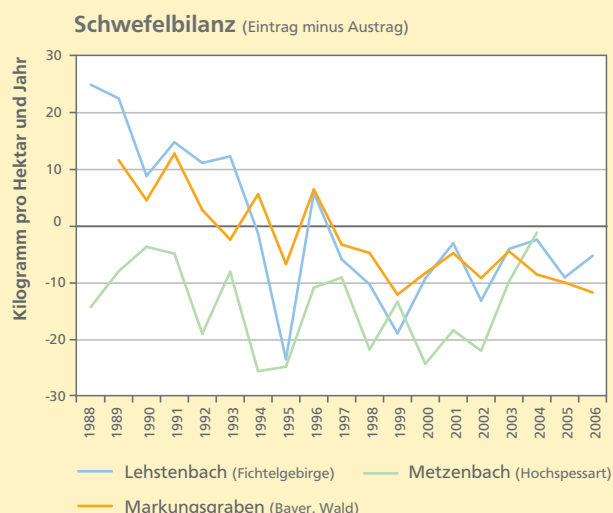


Abbildung 2: Schwefelbilanzen dreier langjährig beobachteter bewaldeter Einzugsgebiete; positive Bilanzwerte weisen auf eine Schwefel-Anreicherung, negative auf eine Schwefel-Freisetzung in den Wäldern hin.

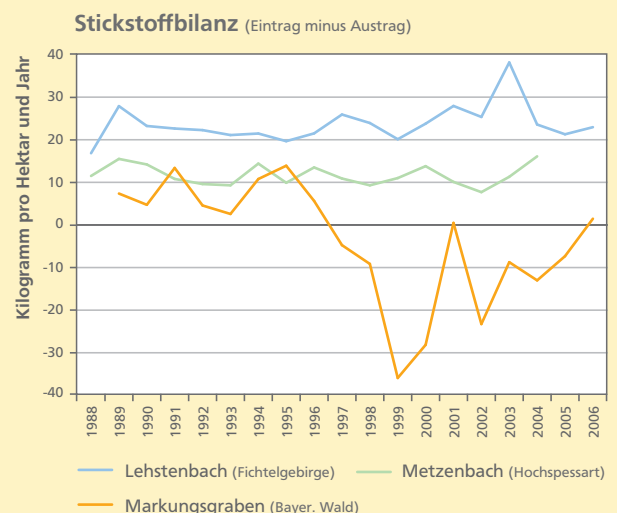


Abbildung 3: Stickstoffbilanzen; die positiven Bilanzwerte weisen auf eine weitgehende Speicherung der N-Einträge aus der Luft im Wald hin. Die negativen N-Bilanzen des Einzugsgebietes Markungsgraben sind auf den Zusammenbruch der Fichtenbestände zurückzuführen.

denen mehr oder weniger erhöhten Nitratkonzentrationen deuten jedoch auf eine allmähliche Stickstoffsättigung vieler Waldökosysteme hin. Zudem wirkt ein Nitratüberschuss versauernd und vermindert so die wachstumsfördernden Effekte. Großflächige Störungen, sei es auf Grund von Kalamitäten, Windwurf oder auch Kahlschlägen, führen zumindest zeitweilig zu einer Nitratbelastung des Wassers im Wald. So wurden im Einzugsgebiet des Markungsgrabens im Bayerischen Wald nach dem Zusammenbruch der Fichtenbestände infolge einer Borkenkäferkalamität im Zeitraum von fünf Jahren etwa 95 kg/ha ausgetragen. Eine schonende, nachhaltige Waldbewirtschaftung leistet daher gleichzeitig auch einen aktiven Beitrag zum Gewässerschutz.

Monitoring für nachhaltigen Trinkwasserschutz

Zwischen dem Waldzustand und der Qualität des Wassers im und aus dem Wald bestehen enge Zusammenhänge. Natürliche Prozesse, Bewirtschaftungseingriffe sowie Umweltbelastungen unterwerfen sie ständigen Veränderungen. Nur mit Hilfe einer ganzheitlichen Betrachtung der Vorgänge im Waldbestand sowie in den Böden und Gewässern lassen sich Ursache-Wirkungs-Beziehungen aufklären und gezielte Maßnahmen zur Minderung von Schadstoffeinträgen und Schadstofffreisetzungen ergreifen. Erste Erfolge der Luftreinhaltepolitik (Rückgang der Schwefeleinträge) wurden nachgewiesen, aber auch anhaltende Gefährdungen aufgezeigt (Stickstoffeinträge weiterhin zu hoch), die eine langfristige Kontrolle erfordern. In den kleinen Fließgewässern der ostbayerischen Waldgebiete wird eine zunehmende Erholung der Tier- und Pflanzenwelt registriert, während viele quellengestützte Wasserversorgungen, besonders in ostbayerischen Waldgebieten, noch längere Zeit mit erhöhten Aufwendungen bei der Trinkwasseraufbereitung (Entsäuerung) rechnen müssen. Die Schwermetalleinträge sind deutlich zurückgegangen. Dagegen ist eine erhebliche Reduzierung der Stickstoffemissionen in allen Bereichen derzeit nicht abzusehen. Das Problem der diffusen Schadstoffeinträge in die Wälder und damit auch eine mögliche Belastung der Wasserqualität bleibt daher weiter auf der Tagesordnung.

Weitere Datengrundlagen sind nötig, um Bewirtschaftungskonzepte für den Wald entwickeln zu können, die die ökonomischen Interessen wahren und die Risiken für die Gewässer langfristig minimieren. Der Klimawandel wirft neue Fragestellungen auf. Messstrategien sind an die Veränderungen anzupassen. Dabei treten auch die Fragen nach dem Wasserbedarf der Baumarten und der Wasserspende des Waldes, zum Beispiel bei der zukünftigen Baumartenwahl im Hinblick auf eine ausreichende Grundwasserneubildung in Trinkwassereinzugsgebieten, wieder in den Vordergrund.

Mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) erfährt der Gewässerschutz in Bayern eine wesentliche Unterstützung. Angesichts der erheblichen Nutzungskonkurrenzen in anderen Gebieten bleibt es das besondere Ziel, die von Haus aus gute oder auch wieder erreichte Wasserqualität in Bayerns Wäldern zu erhalten.

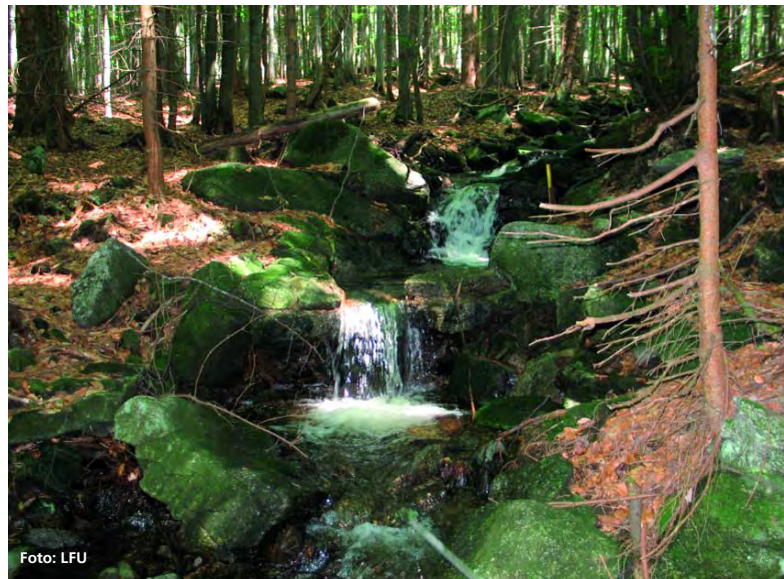


Foto: LfU

Abbildung 4: Blick in das Einzugsgebiet Markungsgraben im Messgebiet Bayerischer Wald.

Literatur

Bittersohl, J.; Kölling, C.; Krebs, M.; Moritz, K.; Müller, F.-X.; von Bohlen, W. (1997): *Grundwasserversauerung in Bayern*. Informationsbericht des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 1, München, 179 S.

Bittersohl, J.; Moritz, K.; Schöttl, C.; Wahler, H. (2004): *15 Jahre integriertes Messnetz Stoffeintrag-Grundwasser, Methoden und Ergebnisse*. Informationsbericht des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 2, München, 215 S.

BStMLF – Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten (2007): *Waldzustandsbericht 2007*. München, 61 S.

Moritz, K.; Bittersohl, J.; Müller, F.X.; Krebs, M. (1994): *Auswirkungen des Sauren Regens und des Waldsterbens auf das Grundwasser, Dokumentation der Methoden und Meßdaten des Entwicklungsvorhabens 1988–1992*. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Materialien Nr. 40, München, 387 S.

LFW – Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1995): *Internationales Symposium Grundwasserversauerung durch atmosphärische Deposition; Ursachen – Auswirkungen – Sanierungsstrategien*. Informationsbericht des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 3, München, 429 S.

LWF – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2004): *Bayerische Waldklimastationen Jahrbuch 2001*. Freising, 131 S.

Dr. Stephan Raspe ist Mitarbeiter im Sachgebiet »Klima und Wasserschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. ras@lwf.uni-muenchen.de

Nicole Foullouis ist Mitarbeiterin im Referat »Hydrologie des Grundwassers« des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU).

Dr. Jochen Bittersohl ist stellvertretender Leiter des Referates am LfU.