

Messergebnisse aus dem Högwald

# Trockenjahre beeinflussen Sickerwasserchemie und Bodenversauerung

von Wendelin Weis

**Sommerliche Trockenperioden können in Einzelfällen zu einer Akkumulation von Stickstoff im Humus und nachfolgend zu erhöhten Nitratausträgen, Versauerungsschüben und Verlusten an Nährstoffkationen nach Wiederbefeuchtung führen. Gegenüber den direkten negativen Einflüssen der Trockenheit auf Wälder, also Wassermangel und verringerte Nährstoffaufnahme in Folge der geringen Transpiration, nehmen diese Effekte aber eine nur untergeordnete Rolle ein.**

Bereits in den achtziger Jahren, dem Jahrzehnt der intensiven Streitgespräche über sauren Regen und Waldsterben, wurde diskutiert, ob Trockenjahre möglicherweise den Nitrataustrag und die Bodenversauerung in Wäldern verstärken. Vor dem Hintergrund des sehr trockenen Sommers 2003 werden im Folgenden Ergebnisse einiger Studien zum Einfluss von Trockenjahren auf die Sickerwasser- und Bodenchemie erläutert.

## Wie Trockenheit die Bodenversauerung verstärkt

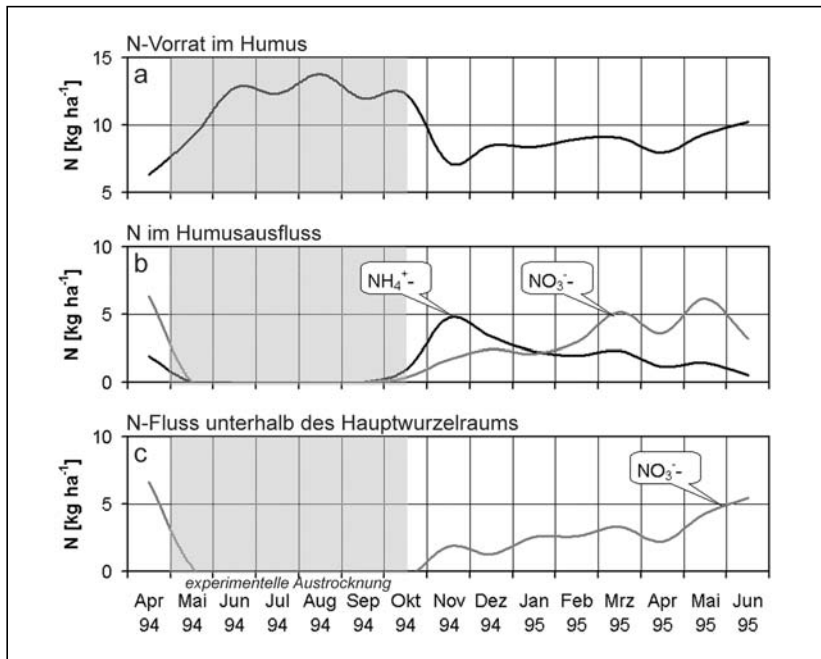
In der Regel laufen die Stickstofffreisetzung aus organischer Materie (Mineralisation), die Nitratbildung (Oxidation reduzierter Stickstoffverbindungen, vor allem von Ammonium, zu Nitrat; Nitrifikation), und die Aufnahme von Stickstoff durch Bäume, Bodenvegetation sowie Mikroorganismen gleichzeitig ab. Dabei wirkt die Nitratbildung bodenversauernd, während die Aufnahme von Nitrat der Versauerung entgegen wirkt. Ein "stickstoffhungriges" System, in dem die Stickstoffeinträge den Bedarf von Pflanzen und Mikroorganismen nicht übersteigen, verliert wenig Stickstoff. In besonders trockenen Sommern können die Bäume häufig nur wenig Nährstoffe aufnehmen. Der sich im Laufe der Vegetationsperiode im Boden anreichernde Stickstoff steht dann nicht den Pflanzen zur Verfügung, sondern wird im Herbst, wenn der Nährstoffbedarf der Bäume gering ist, mit den ersten Niederschlägen in Form von Nitrat aus dem Wurzelraum ausgewaschen. Die Bodenversauerung nimmt zu.

## Beobachtungen von Nitrat- und Versauerungsschüben nach experimentellen und natürlichen Trockenperioden

Nach der zufälligen Beobachtung vereinzelter Nitrat- und Versauerungsschübe in Folge sommerlicher Trockenheit (KREUTZER, HEIL 1989; MATZNER, THOMA 1983) wurden

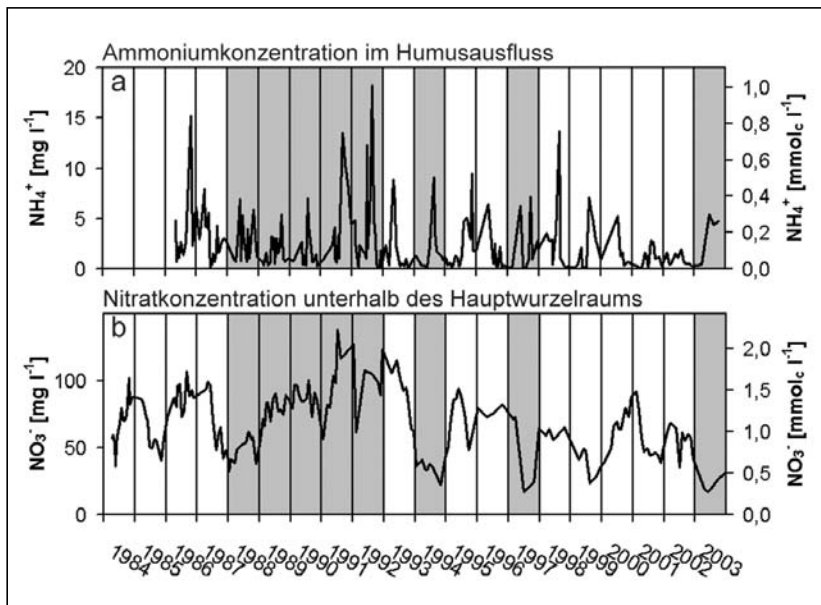
Studien zu den Auswirkungen langer Trockenperioden während der Vegetationszeit neben Versuchen zur Düngung, Kalkung und Entsauerung von Waldökosystemen Ziel der "Dachprojekte" im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts EXMAN (Experimental Manipulation of Forest Ecosystems in Europe) (LAMERSDORF et al. 1998). An vier Standorten in Europa (Klosterhede/Dänemark, Ballyhooly/Irland, Solling/Deutschland und Högwald/Deutschland) wurde der Waldboden überdacht und auf diese Weise künstlich ausgetrocknet, um die Auswirkungen auf den Stoffhaushalt herauszufinden. Es ergab sich dabei kein einheitliches Bild. Direkt nach der Wiederbefeuchtung stiegen die Konzentrationen von Ammonium, Kalium, Phosphat oder wasserlöslichen organischen Verbindungen meist kurzzeitig an. Diese stammen aus der Mineralisation während der Trockenphase. Klare Versauerungs- und Nitrifikationsschübe traten jedoch nur vereinzelt auf. Am ehesten wurde die erwartete Reaktion am Standort Högwald beobachtet (WEIS 1997). Hier sammelte sich zu Beginn der künstlichen Austrocknung Stickstoff (vor allem als Ammonium) im Humus an (Abb. 1 a).

Nach Ende der Trockenphase fand sich davon ein großer Teil im Sickerwasser direkt unter der organischen Auflage wieder. Zeitlich versetzt stiegen auch die Nitratkonzentrationen im Humusausfluss an (Abb. 1 b). Für die Nitratkonzentration unterhalb des Hauptwurzelraumes (40 cm) zeigten sich deutlich erhöhte Werte erst zu Anfang der nächsten Vegetationsperiode (Abb. 1 c). Trotz der gegenüber einer Kontrollfläche signifikant erhöhten Nitratkonzentrationen nahm die Bodenversauerung nicht messbar zu, der Verlust basischer Kationen wie Kalium, Magnesium und Calcium blieb gering (nicht signifikant). Dies ist wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass der versauernd wirkende Stickstoff- und Schwefeleintrag auf der Austrocknungsfläche gegenüber der Kontrollfläche deutlich reduziert war. Natürliche sommerliche Trockenperioden wie im Jahr 2003 treten immer wieder auf. Im Högwald wird Sickerwasser seit 1984 untersucht. Eine starke Austrocknung des Waldbodens war



**Abb. 1 a,b,c:** Stickstoffhaushalt im Waldboden bei künstlicher Austrocknung am Standort Höglwald: a) N-Akkumulation im Humus durch Abbau organischer Substanz bei gehemmter N-Aufnahme der Bäume während der Trockenheit; b) Monatliche Ammonium- und Nitratflüsse unterhalb der Humusauflage, Auswaschung von Ammonium nach Ende der Trockenperiode; c) Monatliche Nitratflüsse unterhalb des Hauptwurzelsraums (40 cm), Anstieg der Stickstoffausträge erst zu Beginn der nächsten Vegetationsperiode

besonders in den Sommern 1994 und 1997 sowie zwischen 1988 und 1992 zu beobachten. Zur Identifikation von Trockenjahren wurde dabei die Differenz zwischen dem während der Vegetationsperiode (Mai bis Oktober) fallenden Niederschlag und der potentiellen Gesamtverdunstung



**Abb. 2 a,b:** Einfluss von Trockenjahren (grau hinterlegt) auf das Sickerwasser: a) Ammoniumkonzentration im Humusausfluss; b) Nitratkonzentration unterhalb des Hauptwurzelsraums (40 cm)

(Interzeptionsverluste plus potentielle Transpiration, berechnet über Wasserhaushaltsmodellierungen) benutzt. In den Trockenjahren fanden sich kurzzeitig hohe Ammoniumkonzentrationen im Humusausfluss (Abb. 2 a). Allerdings treten diese auch in anderen Jahren, möglicherweise nach kurzen Trockenphasen, auf. Durchgehend niedrige Ammoniumkonzentrationen zeigen dagegen die sehr feuchten Jahre 2001 und 2002. Unterhalb des Hauptwurzelsraums wurden in den trockenen Jahren 1994, 1997 und 2003 deutlich reduzierte Nitratkonzentrationen gemessen, gefolgt von einem Anstieg zu Beginn des nächsten Jahres (Abb. 2 b). Deutliche, auf Versauerungsschübe hinweisende Nitratspitzen entwickelten sich nicht. Für die ebenfalls trockenen Jahre 1988 bis 1992 ist davon auszugehen, dass die Frühjahrsstürme 1990, die hohe Streufallmengen und damit einen zusätzlichen Stickstoffeintrag in die Waldböden mit sich brachten, einen möglichen Trockeneffekt im Sickerwasser überprägten.

**Literatur**

KREUTZER, K.; HEIL, K. (1989): Untersuchungen zum Stickstoffhaushalt in einem Fichtenbestand (*Picea abies* Karst.) der Hochlagen des bayerischen Waldes. 1. Statusseminar PBWU Forschungsschwerpunkt "Waldschäden", GSF-Bericht 6/89, S. 51-60

MATZNER, E.; THOMA, E. (1983): Auswirkungen eines saisonalen Versauerungsschubes im Sommer/Herbst 1982 auf den chemischen Bodenzustand verschiedener Waldökosysteme. Allgemeine Forstzeitschrift 38, S. 677-683

LAMERSDORF, N. P. et al. (1998): Effect of drought experiments using roof installations on acidification/nitrification of soils. For. Ecol. and Manag. 101, S. 95-109

WEIS, W. (1997): Auswirkungen experimentell erzeugter Trockenperioden auf Wasser- und Stoffhaushalt im Boden eines Fichtenökosystems am Standort Höglwald. Hieronymus Verlag, München

DR. WENDELIN WEIS ist Mitarbeiter im Sachgebiet II (Standort und Umwelt) der LWF