

In den Hochlagen des Bayerischen Waldes

Nitratausträge nach Borkenkäferbefall

von Christian Huber*

Der Nationalpark Bayerischer Wald wird nach den Empfehlungen der Weltnaturschutzorganisation IUCN auf einem Großteil der Fläche sich selbst überlassen. Bei günstigen klimatischen Bedingungen konnte sich der Borkenkäfer im Nationalpark im letzten Jahrzehnt nahezu ungehindert vermehren. Seit Anfang der neunziger Jahre beschleunigte sich der Absterbeprozess insbesondere in den Bergfichtenwäldern der Hochlagen rapide. Inzwischen sind auf etwa 85 % der Fläche die Fichten in den Hochlagen abgestorben. Demgegenüber sind die Hang- und Tallagen deutlich weniger betroffen (ca. 15 %).

Bisherige Forschungsergebnisse

Die Erforschung des Stoffhaushalts von derartigen Katastrophenereignissen war einer der ersten Schwerpunkte in der Ökosystemforschung. Bei Kahlschlag- und Sturmwurf wurde wiederholt eine hohe Überschussnitrifikation im Boden festgestellt mit den bekannten negativen Folgen wie Bodenversauerung, Nährstoffauswaschung und Nitratbelastung des Sickerwassers. Die Maßnahme „Kahlschlag im Wirtschaftswald“ lässt sich allerdings nicht 1:1 auf die Situation „Borkenkäferbefall im Nationalpark“ übertragen. Die abgestorbenen Stämme brechen erst nach mehreren Jahren durch Pilzinfektionen des Holzes und nach Stürmen zusammen. Das gesamte Totholz verbleibt im Nationalpark in der Regel im Bestand. Wesentliche kleinklimatische Bedingungen wie Strahlung, Temperatur und Niederschlag bleiben zunächst gleich und verändern sich deutlich langsamer als nach einem Kahlschlag.

Während in den weniger stark betroffenen Tallagen bereits der Stoffhaushalt nach Borkenkäferbefall in einem UN/ECE Monitoringprojekt untersucht wird, lagen in den Hochlagen zu Projektbeginn nur vereinzelte Messungen und erste Modellierungen, aber keine gezielten Studien vor. In einer sogenannten unechten Zeitreihe wird nun seit Mai 1999 im Projekt V50 b (finanziert von der Bayerischen Staatsforstverwaltung) der Stoffhaus-

halt verschieden alter Totholzbestände in den Hochlagen über mehrere Jahre genau verfolgt.

Vor dem Borkenkäferbefall: Stickstoffhaushalt eines Bergfichtenwalds

Der Stickstoffeintrag in einem Fichtenbestand der Hochlagen beträgt derzeit jährlich ca. 12-16 kg N/ha. Gegenüber Studien aus den achtziger Jahren sind die Stickstoffeinträge in den Bergfichtenwäldern der Hochlagen damit deutlich niedriger (23 kg N/ha jährlich). Die Stickstoffeinträge liegen auch im Vergleich zu den 86 Level-II-Untersuchungsflächen unter dem Durchschnitt. Dies übersteigt jedoch immer noch die Menge, die ein Hochlagenbestand bei der kurzen Vegetationszeit speichern kann. So gibt dort auch ein intakter Fichtenaltbestand Stickstoff (5 bis 9 kg N/ha) mit dem Sickerwasser ab, jedoch weniger als noch in den achtziger Jahren (ca. 20 kg N/ha am Standort „Böhmweg“). Auf Grund der enormen Verdünnung durch die hohen Niederschläge sind die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unter Fichte jedoch verhältnismäßig niedrig (unter 5 mg/l).

Veränderungen im Stoffeintrag nach dem Absterben des Bestandes

In den ersten Jahren nach dem Borkenkäferbefall geht der Stickstoffeintrag in den Totholzbeständen auf ca. 3 kg N/ha zurück. Bereits in den abgestorbenen aber noch stehenden Baumkronen scheinen holzzersetzende Organismen Stickstoff aufzunehmen. Nachdem der Totholz-

* Dr. CHRISTIAN HUBER war Mitarbeiter im Fachgebiet für Waldernährung und Wasserhaushalt der Technischen Universität München und ist derzeit Mitarbeiter im Sachgebiet „Standort und Umwelt“ der LWF.

bestand nach einigen Jahren zusammenbricht, erreichen die Stoffeinträge jedoch wieder Werte wie sie auch im Freiland zu finden sind.

Nitratkonzentrationen zumeist unter dem Trinkwassergrenzwert

Der kurzzeitig geringere Stoffeintrag sowie die Nährstoffaufnahme einer üppigeren Bodenvegetation reichen allerdings nicht aus, die fehlende Aufnahme des Bestandes sowie die erhöhte Stickstoffmineralisation und Nitrifikation in den Totholzbeständen auszugleichen. Erhöhte Nitratkonzentrationen unterhalb des Hauptwurzelraums sind die Folge. Abb. 1 (oben) beschreibt in einer „unechten Zeitreihe“ die Nitratkonzentration nach

Jahresgang auf. Die geringsten Konzentrationen finden sich nach der Schneeschmelze. Die höchsten Konzentrationen werden jeweils zu Jahresende erreicht (mittlere Nitratkonzentration bis zu 68 mg/l, Spitzenwerte um 120 mg/l auf Einzelplätzen). Im Jahr des Absterbens erhöht sich die Nitratkonzentration nur zu Jahresende, steigt aber bis zum Ende des fünften Jahres nach dem Absterben an und ist danach rückläufig. Selbst sieben Jahre nach dem Absterben sind die Nitratkonzentrationen jedoch noch immer höher als zuvor in den Altbeständen.

Entscheidend für die durchschnittliche Sickerwasserbelastung ist der flussgewichtete Jahresmittelwert der Nitratkonzentration (Abb. 1, unten).

Dieser liegt auf Grund der hohen Niederschläge und der enormen Wasserflüsse nach der Schneeschmelze in allen Jahren deutlich unter dem Trinkwassergrenzwert von 50 mg/l.

Verschneidet man das Datenmaterial der Befliegungen im Nationalpark, aus denen die Flächenanteile des Totholzzuganges der einzelnen Jahre hervorgehen, mit der Zeitreihe der flussgewichteten Nitratkonzentration, so erhält man eine erste Abschätzung und Prognose der mittleren Nitratkonzentration in den Hochlagen des Nationalparks (Abb. 2). Das mosaikartige Nebeneinander verschiedener Absterbezeitpunkte, die nicht in allen Jahren zeitgleich ihr Nitratmaximum erreichen, bedingt, dass die maximale Nitratbelastung im Durchschnitt im Nationalpark (20-25 mg/l) niedriger ist, aber länger anhält als in einem Einzelbestand.

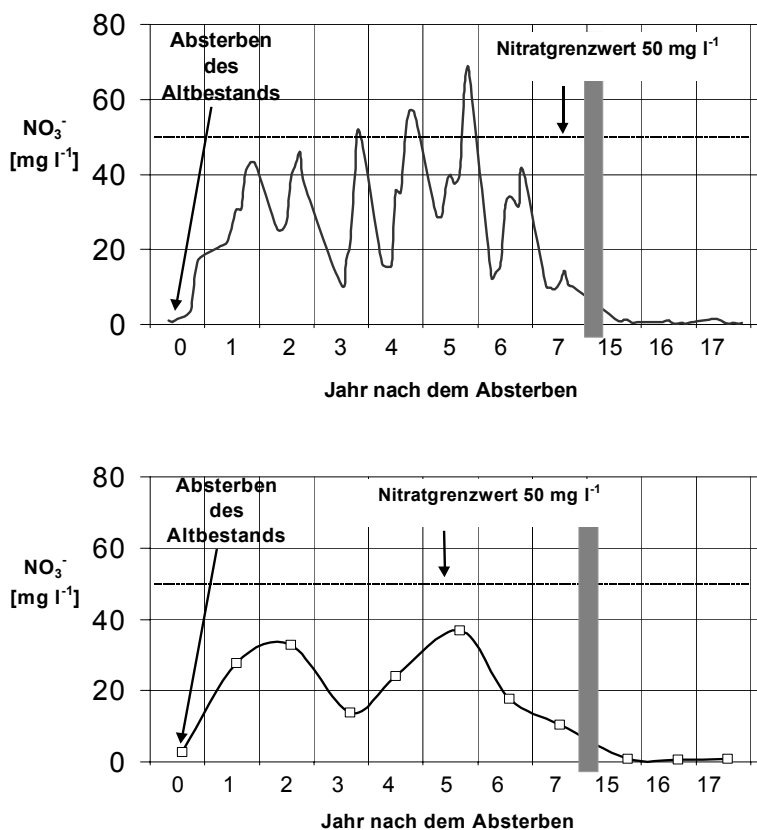


Abb.1: Verlauf der Nitratkonzentration nach Borkenkäferbefall; oben ist der Nitratverlauf in einer „unechten Zeitreihe“ in hoher Auflösung, unten der flussgewichtete Jahresmittelwert dargestellt (Jahr 0: Jahr des Absterbens).

Absterben des Bestandes. Der Verlauf setzt sich aus den Teilergebnissen der einzelnen Versuchsflächen zusammen. Die Nitratkonzentration weist einen ausgesprochenen

Hohe Stickstoffverluste

In den Böden der Hochlagen ist reichlich Stickstoff gespeichert (bis in 40 cm Bodentiefe ca. 8.000 kg N/ha). Wie aus früheren Nadeluntersuchungen hervorgeht, waren die Bergfichtenbestände zumeist gut mit Stickstoff versorgt. Nach dem Borkenkäferbefall summieren sich die Stickstoffverluste des Bestandes wegen des Nitrataustrags in den ersten acht Jahren auf ca. 500-600 kg Stickstoff pro Hektar (Abb. 3 unten). Damit geht ein großer Teil des leicht mineralisierbaren und verfügbaren Stickstoffs der Humusaufgabe verloren. Die Stickstoffeinträge aus der Atmosphäre überschritten bisher bereits die Speicherkapazität eines Altbestandes. Die Stickstoffversorgung sollte daher für die Ernährung der aufwachsenden Verjüngung wie auch bei einer Bestandsbildung trotz dieser hohen Verluste weiterhin ausreichen.

Erhöhte Aluminiumwerte im Sickerwasser

Ein Großteil des Nitrates wird erst im oberen Mineralboden gebildet (Abb. 3). Dort wird Nitrat mit äquivalenten Mengen Aluminium im Sickerwasser begleitet, während Ammonium nicht mehr nachweisbar ist. Die Aluminiumkonzentration im Sickerwasser (40 cm) steigt auf teilweise über 10 mg/l an.

Verluste an Magnesium und Kalium

Die Hochlagen verfügen über nur geringe Vorräte an austauschbarem Kalium und Magnesium. Jeder Verlust an diesen Elementen ist ökologisch relevant. Die Auswaschungsverluste nach dem Befall bewegen sich immerhin in der Größe einer Baumernte. Sie sind aber geringer als die Zufuhr an Kalium und Magnesium aus den an Ort und Stelle verbleibenden Elementvorräten der Biomasse. Diese Nährstoffe können einem künftigen Berg-

fichtenwald dann fehlen, wenn nach jahrzehntelanger Nährstoffaufnahme die Vorräte im Boden vermindert sind sowie die Nachlieferung und Aufnahme aus dem Boden zeitweise z. B. wegen Trockenheit gehemmt ist.

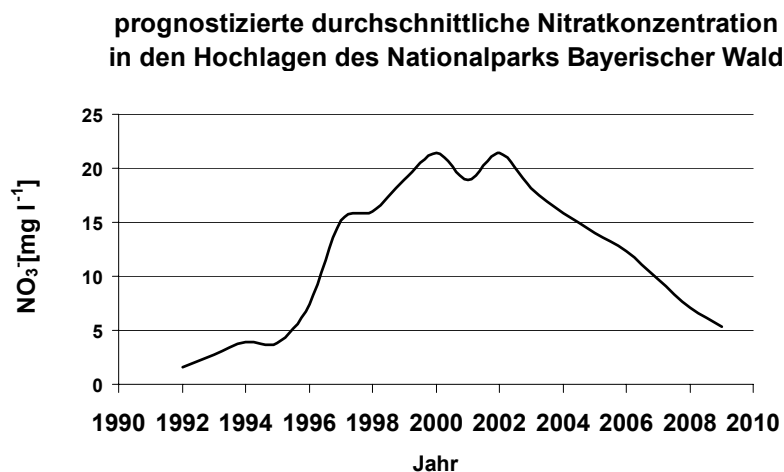


Abb. 2: Entwicklung und Prognose der durchschnittlichen Nitratkonzentration im Sickerwasser (40 cm Tiefe) in den Hochlagen des Nationalparks Bayerischer Wald

Wasseraufbereitung bei Nitratbelastung

Bevor eine meist aufwändige Aufbereitung von verunreinigtem Grundwasser in Betracht gezogen wird, raten Wasserversorger dringend zur Ursachenbeseitigung. Dies reicht von der Sanierung des Einzugsgebietes (hierzu würde im Bereich der Forstwirtschaft auch der Umbau von Fichtenreinkulturen zu Laubmischwäldern gehören) bis zur Nutzung unbelasteter Wässer. Letzteres umfasst Fremdeinspeisung, Vermischung mit reinerem Wasser oder sogar die Nutzung von befristeten Ausnahmegenehmigungen zur Abgabe von Wasser, das nicht den Grenzwerten entspricht. Falls dies alles nichts nutzt, kommen zur Nitratentfernung physikalisch-chemische (Ionenaustausch, Umkehrosmose, Elektrodialyse) oder biologische (Denitrifikation) Verfahren in Frage (MUTSCHMANN und STIMMELMAYR 1995).

Dr. Andrea Spangenberg