

Verjüngung von Fichtenaltbeständen

Beeinflusst der Standort den Nitrataustrag?

*von Wendelin Weis**

Fichtenaltbestände werden in Bayern in der Regel im Femelschlag unterschiedlicher Intensität verjüngt. Darüber hinaus entstehen Kahlflächen sowohl auf natürliche Weise (Sturmwurf oder Borkenkäferkalamitäten) als auch im Zuge der Bewirtschaftung (Saum- und Kahlschlagsbetrieb). Beides greift in den Stoffhaushalt der Wälder ein. Der erhöhte Strahlungseinfall führt zu einer verringerten Nährelementaufnahme im Altbestand und beschleunigt bodenbiologische Prozesse wie Mineralisation und Nitrifikation. Daraus folgen hohe Nitratausträge mit dem Sickerwasser und, falls das Nitrat bis in den Grundwasserleiter gelangt, eine Beeinträchtigung des Trinkwassers. Gleichzeitig können hohe Nitratausträge den Export von Nährstoffkationen aus dem Oberboden bewirken und damit die Bodenfruchtbarkeit verschlechtern.

Forschungskonzept

Ob und in welchem Ausmaß sind Nitratausträge bei der Verjüngung von Fichtenaltbeständen auf Femel- und Kahlflächen zu erwarten? Um diese Frage im Rahmen des von der Bayerischen Staatsforstverwaltung finanzierten Projektes B 59 zu beantworten, wurde in drei repräsentativen Beständen Bayerns das Sickerwasser analysiert. Die gewählten Standorte in den Forschungsbeständen der Waldklimastationen Ebersberg (Münchener Schotterebene), Flossenbürg (Innerer Oberpfälzer Wald) und Höglwald (Oberbayerisches Tertiärhügelland) (Abb. 1) unterscheiden sich hinsichtlich Klima, Boden, Stoffeintrag, Bestandesdichte und Bodenvegetation (Tab. 1). An jedem Standort wurden der Stoffeintrag mit dem Bestandesniederschlag sowie die Elementkonzentration im Sickerwasser unterhalb der organischen Auflage (Gravitationslysimeter) und in 40 cm Bodentiefe (Saugkerzen) mit je 10

Tab. 1: Standortmerkmale der Untersuchungsgebiete

Lage und Klima	Höhe über NN	T (Jahresmittel)	T (Veg. Per.)	Veg. Per. (T > 5 °C)	NDS	N-Eintrag Bestand		
	[m]	[°C]	[°C]	[d]	[mma ⁻¹]	[kg ha ⁻¹]		
Flossenbürg	840	5.5	11	180	900	18		
Ebersberg	540	7.5	13	225	1000	15		
Höglwald	540	7.8	13	225	870	30		
Boden/-Vegetation	Humustyp	Bodentyp	Bodenart	potentielle Vegetation	aktuelle Vegetation			
Flossenbürg	Rohhumus - Grasswurzelmöder	podsolierte Braunerde	LS - Sl	Dornfarn-Buchenwald	Heidelbeere/ Drahtschmiele			
Ebersberg	Rohhumus-Möder	Parabraunerde	Ul - Ls	Hainsimsen-Buchenwald	++ Mooschicht - Krautschicht			
Höglwald	Möder	Parabraunerde	Ls - Lt	Hainsimsen-Buchenwald	++ Mooschicht - Krautschicht			
Bestand	Alter	Anzahl	BHD	Grundfläche	Mittelhöhe	Vorrat	Bestockungsgrad	Aufflichtung Femel
	[a]	[ha ⁻¹]	[cm]	[m ² ha ⁻¹]	[m]	[m ³]	[m ³]	[%]
Ebersberg	85	520	40	64	33	966	1.08	34
Flossenbürg	85-100	544	31	41	25	560	0.86	40
Höglwald	95	620	39	79	35	1309	1.16	10

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

bzw. 20 (Höglwald) Parallelen für Altbestand, Femel- und Kahlfläche erfasst. Die Probennahme erfolgte in zwei- bis vier-wöchigen Abständen,

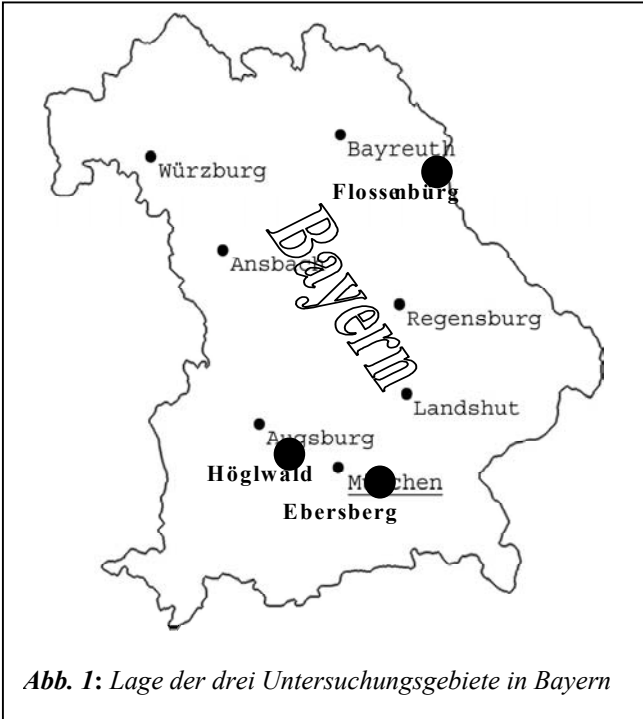


Abb. 1: Lage der drei Untersuchungsgebiete in Bayern

begann ca. ein halbes Jahr vor Entnahme der Bäume und endete zwei Vegetationsperioden nach dem Eingriff.

Ergebnisse

Die Konzentrationsverläufe und mittleren Konzentrationen für Nitrat von Femel- und Kahlflächen sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Wasser- und Stoffflüsse der wichtigsten Nährelemente nach Gruppenschirmstellung und Kahlschlag.

Auf allen drei Standorten wurde auf der Kahlfläche eine Erhöhung des Nitrataustrags und jeweils zum Ende der Vegetationsperiode ein Anstieg der Nitratkonzentrationen in 40 cm Tiefe beobachtet. Bei sehr dichten Fichtenaltbeständen ohne nennenswerte Bodenvegetation (Ebersberg, Höglwald) errechnen sich im ersten Jahr nach Kahlschlag Nitratausträge von über 100 kg N/ha, a. Die Nitratkonzentrationen erreichen Werte bis über

130 mg/l (am Standort Höglwald einzelne Saugkerzen bis über 220 mg/l). Im Falle hoher Stickstoffsättigung des Standorts und damit hohen Nitratkonzentrationen schon im Sickerwasser des Altbestandes (Höglwald > 50 mg/l) ändert sich in den ersten beiden Jahren nach Kahlschlag die durchschnittliche Nitratkonzentration auf Grund der höheren Sickerwasserspende kaum. Am Standort Ebersberg dagegen, mit moderaten Stickstoffeinträgen und Nitratkonzentrationen im Sickerwasser des Altbestandes von unter 5 mg/l, steigt nach Kahlschlag die durchschnittliche Nitratkonzentration auf ca. 35 mg/l an.

Die aufkommende Bodenvegetation reduziert den hohen Nitrataustrag. Dichte, biomassereiche Vegetation kann ihn vollständig kompensieren. Die wichtige Rolle der Bodenvegetation zeigt sich auch am Standort Flossenbürg. Hier kann die unter einem lichten Altholzschirm bereits etablierte Bodenvegetation einen Teil des nach Kahlschlag entstehenden Nitrats aufnehmen. Entsprechend steigen hier die Nitratausträge von ca. 7 kg N/ha, a im Altbestand auf nur knapp 30 kg/ha, a an und gehen bereits im zweiten Jahr auf Werte vergleichbar mit denen des Altbestandes zurück.

Femelhiebe führen, sofern nur einzelne Bäume oder kleine Gruppen von zwei bis drei Bäumen entnommen werden, zu keiner nennenswerten

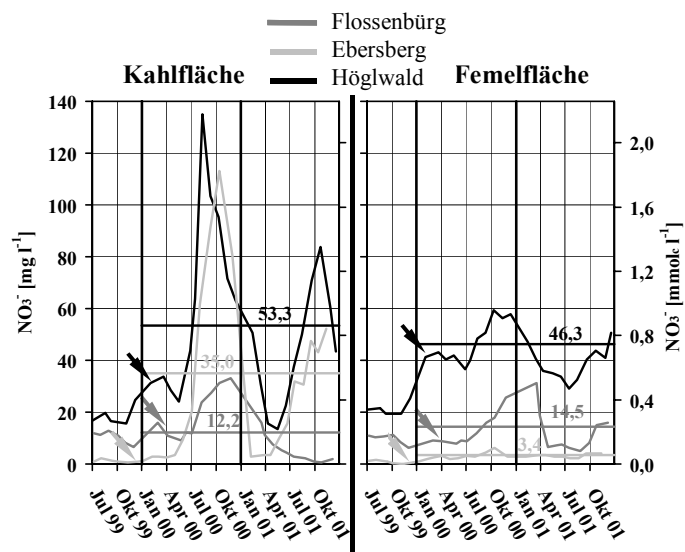


Abb. 2: Zeitverlauf und flussgewichtete Mittelwerte der Nitratkonzentrationen in Flossenbürg, Ebersberg und im Höglwald nach Kahlschlag und Gruppenschirmstellung; die Pfeile markieren den Zeitpunkt des Hiebes.

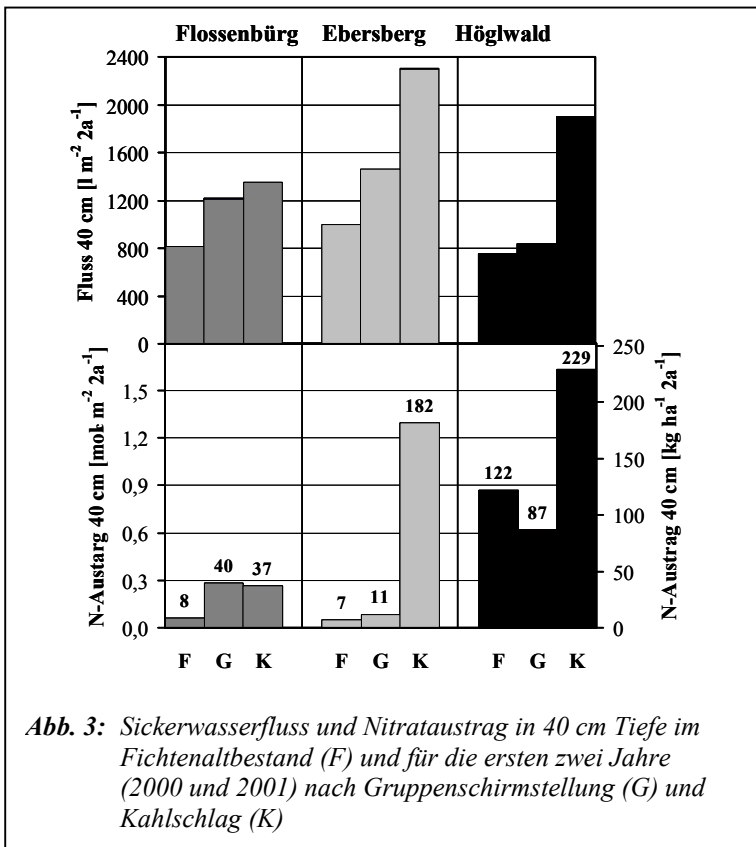


Abb. 3: Sickerwasserfluss und Nitrataustrag in 40 cm Tiefe im Fichtenaltbestand (F) und für die ersten zwei Jahre (2000 und 2001) nach Gruppenschirmstellung (G) und Kahlschlag (K)

Folgerungen

Zwar lassen sich auf Grund der kurzen Beobachtungszeit keine endgültigen Aussagen über die Auswirkungen von Verjüngungsmaßnahmen auf Nitrataustrag und Nitratkonzentrationen im Sickerwasser treffen, dennoch liegen einige Schlussfolgerungen nahe:

- In stickstoffgesättigten Wäldern beeinflusst das Verjüngungsverfahren vor allem den Nitrataustrag, weniger die Nitratkonzentration im Sickerwasser. Ein moderater Femeltrieb vermeidet zusätzliche Stickstoffausträge. Jedoch nur eine Verminderung der Stickstoffeinträge und, längerfristig, die Bevorzugung von Laubbäumen kann die Nitratkonzentration reduzieren.
- In Wäldern mit moderaten Stickstoffeinträgen, die auf Grund ihrer geringen Nitratkonzentrationen im Sickerwasser prädestiniert für die Trinkwassergewinnung erscheinen,

Erhöhung der Nitratausträge. Am Standort Höglwald liegen die Nitratausträge bei ca. 35 kg N/ha, a sowohl für den Altbestand als auch für die Femelfläche. In Ebersberg zeigen einzelne Saugkerzen der Femelfläche einen vorübergehenden Anstieg der Nitratkonzentration auf bis zu 20 mg/ha, a, der Nitrataustrag liegt mit ca. 6 kg N/ha, a allerdings nur 3 kg über dem des Altbestands.

Einen Sonderfall bildet die Femelfläche in Flossenbürg. Der kühle Mittelgebirgsstandort erfordert eine etwas weitere Öffnung des Bestandes, um der Verjüngung ausreichend Strahlungswärme zur Verfügung zu stellen. In Folge steigt der Nitrataustrag auf ca. 20 kg N/ha, a. Nitratkonzentrationen wie auf der entsprechenden Kahlfäche werden erreicht. Die Beschattung des verbleibenden Altbestandes verhindert ein zusätzliches Wachstum der Bodenvegetation. Dementsprechend reduzieren sich die Nitratausträge im zweiten Jahr nicht wie auf der Kahlfäche.

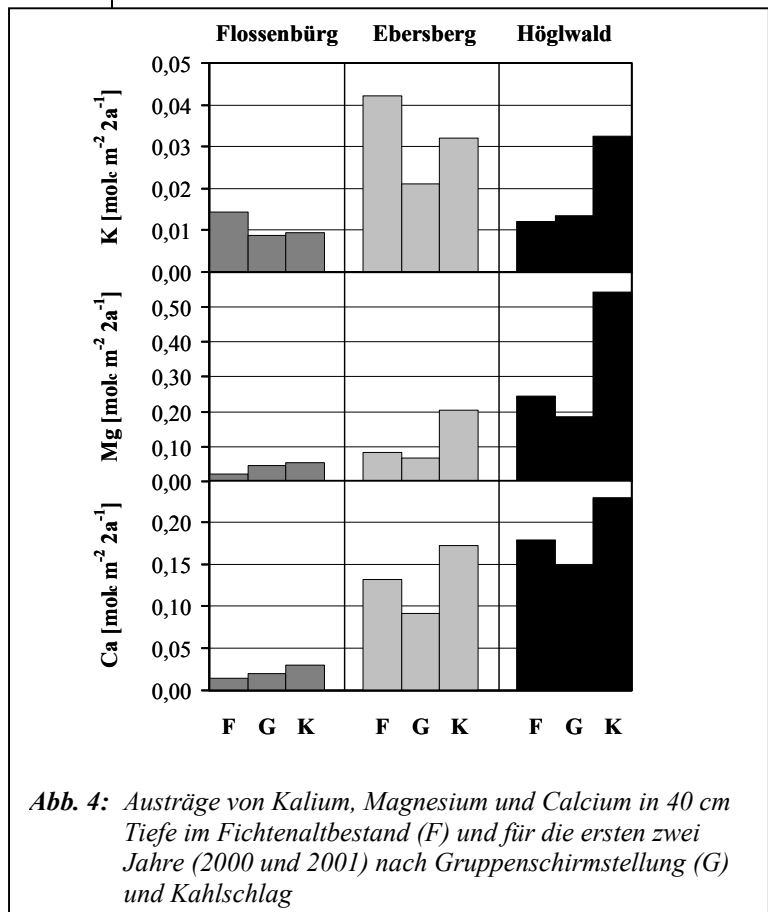


Abb. 4: Austräge von Kalium, Magnesium und Calcium in 40 cm Tiefe im Fichtenaltbestand (F) und für die ersten zwei Jahre (2000 und 2001) nach Gruppenschirmstellung (G) und Kahlschlag

sollten Kahlschläge vermieden werden, da sie zumindest vorübergehend die Nitratkonzentration ansteigen lassen.

- Femelhiebe, die zu Beginn einen weitgehend geschlossenen Bestandscharakter wahren, helfen Nitratausträge gering zu halten. Dagegen können Femelhiebe mit anfänglicher Entnahme größerer Baumgruppen (in Flossenbürg zehn Bäume) ähnliche Nitratausträge wie Kahlflächen aufweisen.

An Standorten mit hohem Kalamitätsrisiko (Sturmwurf, Borkenkäferbefall) kann eine schon im Altbestand ausreichend etablierte Bodenvegetation hohe Nitratausträge aus den Kahlflächen vermeiden. Voraussetzung ist ein lichter Bestandscharakter, der jedoch die Sturmwurfgefahr erhöht, und eine frühe Vorausverjüngung.

Wozu die ganze Aufregung?! – Gesundheitsschäden durch Nitrat

Noch bis in die siebziger Jahre hinein galt Nitrat im Trinkwasser als eigentlich gesundheitsunschädlich, obwohl schon in den fünfziger Jahren die Gefährdung von Kleinkindern und Säuglingen in zahlreichen Studien belegt wurde. Nitrat an sich ist auch harmlos, aber bei einer von Bakterien verursachten Reduktion zu Nitrit können in zweifacher Hinsicht schwere gesundheitliche Schäden auftreten:

1. Nitrit reagiert mit dem roten Blutfarbstoff Hämoglobin zu Methämoglobin, das keinen Sauerstoff mehr im Blut transportieren kann. Dies kann zu innerer Erstickung führen. Aus verschiedenen Gründen sind Säuglinge dabei besonders gefährdet.
2. Nitrit reagiert im menschlichen Körper zusammen mit Aminen zu N-Nitrosoverbindungen (Nitrosamine und Nitrosamide). Diese Substanzen stehen seit langem in Verdacht, besonders karzinogen zu sein. Das Krebsrisiko durch Nitrataufnahme ist allerdings nur schwer einschätzbar.

Dr. Andrea Spangenberg

Trinkwasseraufbereitung – was kostet uns die Verunreinigung mit Nitrat?

Nicht nur unter Naturschutzaspekten sondern besonders auch hinsichtlich der finanziellen Situation ist die Verschmutzung des Trinkwassers mit Nitrat als schwerwiegendes Problem einzuschätzen. WINJE und LÜHR (1991) schätzen in einer Studie ausführlich die Kosten (bei unterschiedlichen Kategorien wie Beseitigungs-, Ausweich-, Planungs- und Überwachungskosten) ab, die der Wasserversorgung durch erhöhte Nitratwerte im Rohwasser entstehen. Für unterschiedliche Nitrataufbereitungsverfahren muss demzufolge mit bis zu zehnfach erhöhten Kosten pro m³ gerechnet werden, abhängig von der Struktur des Betriebes und der bisherigen Wasserqualität. Das bedeutet, dass in den nächsten Jahren unter Umständen erhebliche Mehrkosten auf die Kommunen zukommen. Als eine der ersten informierten sich daher die Stadtwerke Hannover über alternative Maßnahmen, zum Beispiel mit einem Pilotprojekt zum „Grundwasserschutzwald“, gefördert mit Mitteln des sogenannten „Wasserpfennigs“. Dahinter steht die Erkenntnis, dass sich Vorbeugemaßnahmen zum Grundwasserschutz durchaus rechnen im Vergleich zur chemischen Nitratentsorgung bei akuten Trinkwasserproblemen.

Aus: WINJE und LÜHR (1991): Forschungsbericht 10103110/08, Umweltbundesamt, Nr. 2/91. Erich Schmidt Verlag, Berlin