

Nr. 07 / Dezember 2008

Grundwasserschutzorientierter Waldbau

Wälder bieten als vergleichsweise extensive Bodennutzungsform günstige Voraussetzungen für die Gewinnung von Trinkwasser. Größere Flächen niedersächsischer Wälder befinden sich daher in Wasserschutzgebieten. Ihre Böden bilden einen natürlichen Filter, welcher Schadstoffausträge in das Grundwasser wesentlich zurück hält. Allerdings unterliegen auch Wälder durch atmosphärische Stoffeinträge und die Nutzung ihrer Böden (ehemalige Heidenutzung, Nadelholzanbau) langfristig wirkenden Einflüssen. Dies kann nicht nur die Vitalität und das Wachstum der Bäume beeinträchtigen, auch die Pufferfunktion der Böden und damit der Schutz der Gewässer vor erhöhten Aluminium- und Nitrateinträgen können eingeschränkt sein.

Dieses Merkblatt stellt Ergebnisse aus Untersuchungen in den Wasserschutzgebieten (WSG) Sandkrug (Landkreis Oldenburg) und Thülsfelde (Landkreis Cloppenburg) zum grundwasserschutzorientierten Waldbau zusammen. Es soll Hinweise geben, durch eine gezielte Waldbewirtschaftung den speziellen Belangen des Wasserschutzes Rechnung zu tragen, insbesondere

- a. das Risiko erhöhter Schadstoffausträge herabzusetzen und
- b. bereits eingetretene Belastungen zu vermindern

Einfluss der Kalkung und des Buchenunterbaus im WSG Sandkrug

Die laufenden Versuche im WSG Sandkrug dienen zur Klärung der Wirkung von Bodenschutzkalkungen und des Buchenunterbaus in einem 70-jährigen Kiefern-Reinbestand. Boden und Baumbestand weisen hier typische Merkmale der tiefgründig versauerten, nährstoffarmen Sande dieser Region auf.

Hier wurden im Jahr 1999 zunächst eine praxisübliche Bodenschutzkalkung gegen anthropogene Säureeinträge (Dolomitskalk, 3 dt/ha CaCO_3 , mind. 15% MgCO_3) durchgeführt sowie ein Buchenunterbau mit begleitender Kalkung eingerichtet.

Die Kalkung hatte in den ersten Jahren eine leichte Anhebung des pH-Wertes im Auflagehumus zur Folge. In dem darunter liegenden Mineralboden war allerdings auch nach 10 Jahren ein nur sehr schwacher Anstieg der pH-Werte unter dem gekalkten sowie dem unterbauten Bestand zu verzeichnen (Tabelle 1).

Deutlicher noch als im pH-Wert kommt die Kalkung im Anstieg der Basensättigung (BS), d.h. den im Boden gebunden wichtigen Nährstoffen wie Kalium, Calcium und Magnesium zur Geltung. Die besonders deutliche Zunahme der BS im zweimalig gekalkten Bestand resultiert auch auf der zunehmenden Aktivität der Bodentiere, insbesondere von Regenwürmern, wodurch die basenreichere Humusaufgabe mit dem Mineralboden durchmischt wird.

Tabelle 1 pH und Basenkapazität im Mineralboden bis 30 cm Tiefe sowie pH und C/N-Verhältnis im Auflagehumus der 3 Versuchsvarianten (Mittelwerte von 4 Einzeluntersuchungen) aus dem Jahr 2008

	Boden		Auflage	
	pH	BS [%]	pH	C/N
Vergleich	3,9	5,6	3,5	28,5
Kalkung	4,0	30,1	4,2	28,0
Unterbau	4,0	19,3	4,0	28,0

Die insgesamt verstärkte Aktivität der Bodentiere und Mikroorganismen wird außerdem deutlich am abnehmenden Kohlenstoff/Stickstoff (C/N)-Verhältnis im Auflagehumus. Werte von unter 25, welche unter Umständen eine zunehmende Nitratbelastung des Grundwassers zur Folge haben, wurden allerdings nicht festgestellt.

Baumvitalität

Eine wichtige Kenngröße zur Nährstoffversorgung des Baumbestandes ist die Elementzusammensetzung der Blattorgane. Die Ergebnisse wiederholter Probenentnahmen der Kiefernadeln zeigen, dass das verbesserte bodenbürtige Nährstoffangebot dem Baumbestand direkt zugute kommt (Tabelle 2).

Tabelle 2 Nährstoffgehalte in Kiefernadeln (Mittelwerte v. Doppelbeprobungen aus dem Jahr 2008)

	N	P	K	Mg	Ca
	% i. TS				
Vergleich	1,9	0,11	0,40	0,1	0,27
Kalkung	1,6	0,15	0,39	0,1	0,39
Unterbau	1,6	0,15	0,44	0,1	0,33

Die Stickstoffgehalte in Höhe von 1,9 % in dem Vergleichsbestand deuten auf ein erhöhtes N-Angebot durch atmosphärische Immissionen hin.

Die 1999 und 2004 durchgeführten Kalkungen führten offenbar zu einem verstärkten Wachstum, wodurch sich diese N-Konzentrationen im Nadelgewebe auf Normalwerte verdünnen. Gleichzeitig konstante bis ansteigende Gehalte anderer Nährelemente (P, K, Mg, Ca) führten in den gekalkten Beständen zu einer insgesamt deutlich ausgewogeneren Nährstoffversorgung. Dass auch die P-Versorgung anstieg, obwohl in dem applizierten Kalk kein Phosphat enthalten war, ist auf die verbesserte Humusumsetzung zurück zu führen.

Sickerwasser

Über das Sickerwasser können Schadstoffe wie Nitrat und Aluminium ins Grundwasser eingetragen werden. Die Abbildung 1 zeigt den Verlauf der Nitratkonzentrationen 1,2 m unter den Versuchsbeständen. Hier wird deutlich, dass nach einem kurzfristigen Anstieg der Werte auf über 25 mg l⁻¹ Nitrat bis etwa 1 Jahr nach den Maßnahmen, die Nitratkonzentrationen wieder das niedrige Niveau des unbehandelten Bestandes erreicht hat. Im Mittel liegen die Nitratwerte zwischen 2 und etwa 4 mg l⁻¹. Die niedrigsten Werte wurden unter dem unterbauten Bestand gemessen. Sie lagen um 30 % unter denen des Vergleichsbestandes und ca. 45% unter denen des gekalkten Bestandes.

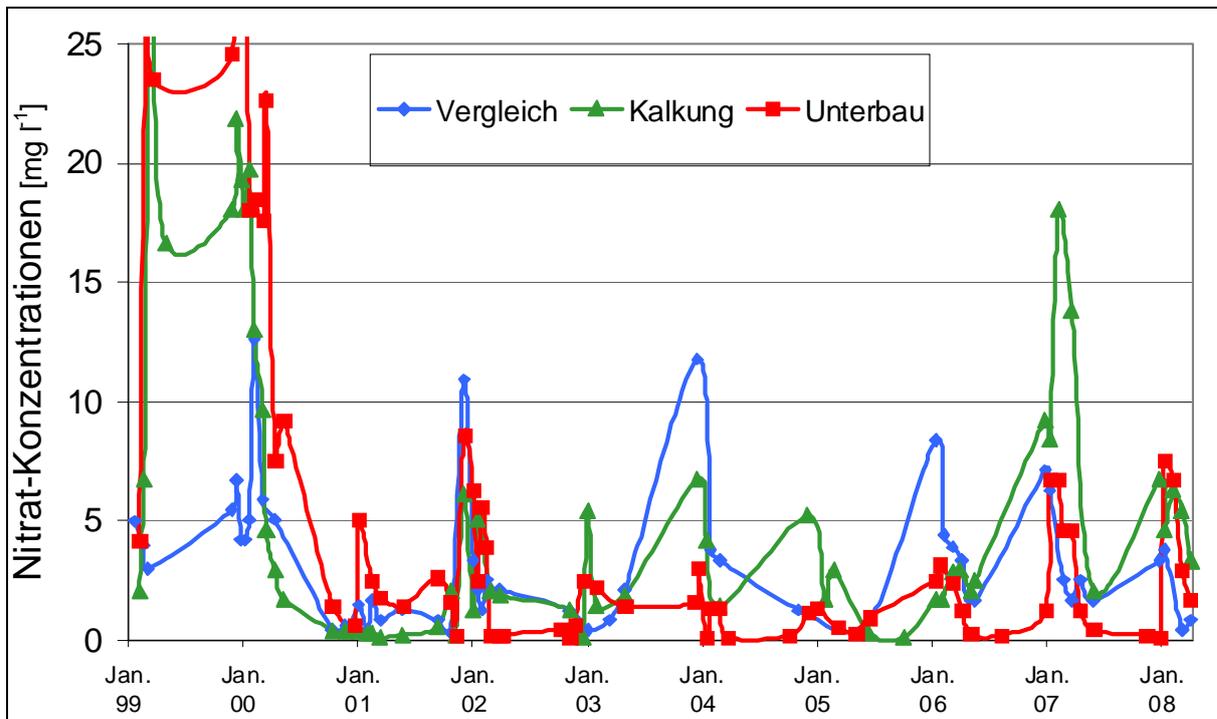


Abbildung 1 Nitratkonzentrationen im Sickerwasser 120 cm unter einem ungekalkten (Vergleich), gekalkten (Kalkung) sowie unterbauten Kiefernreinbestand (Unterbau)

Einfluss der Bestockung im WSG Thülsfelde

Baumart, -alter und die Struktur der Waldbestände (Bestockung) besitzen einen großen Einfluss auf den Stickstoffhaushalt der Böden. Dies belegen Ergebnisse aus Untersuchungen, die in den Jahren 2005 und 2006 im WSG Thülsfelde durchgeführt wurden (Abbildung 2). Vergleichsweise niedrige N-min Gehalte im Boden wurden in Jungbeständen (Bestandesalter ca. 20 bis 30 Jahre) festgestellt. Während die Baumart hier keine nennenswerte Rolle spielt, zeigt sich in den älteren Beständen ein deutlicher baumartenbedingter Einfluss. Die niedrigsten N-min Gehalte wurden unter Buche, die höchsten unter der Mischbestockung von Fichte und Douglasie festgestellt.

Bei Lärche und Kiefer lag das Niveau 2005 auf ähnlich niedrigem Niveau wie bei Buche. Die Böden unter Stieleiche wiesen dagegen nur geringfügig niedrigere N-min Werte auf als unter Fichte/Douglasie. Bei einer Wiederholungsuntersuchung im Jahr 2006 war eine deutliche Zunahme bei Kiefer festzustellen, möglicherweise spielte hierbei eine zwischenzeitlich durchgeführte Kalkungsmaßnahme eine Rolle. Bei den anderen Beständen bestätigten sich die Ergebnisse aus dem Vorjahr.

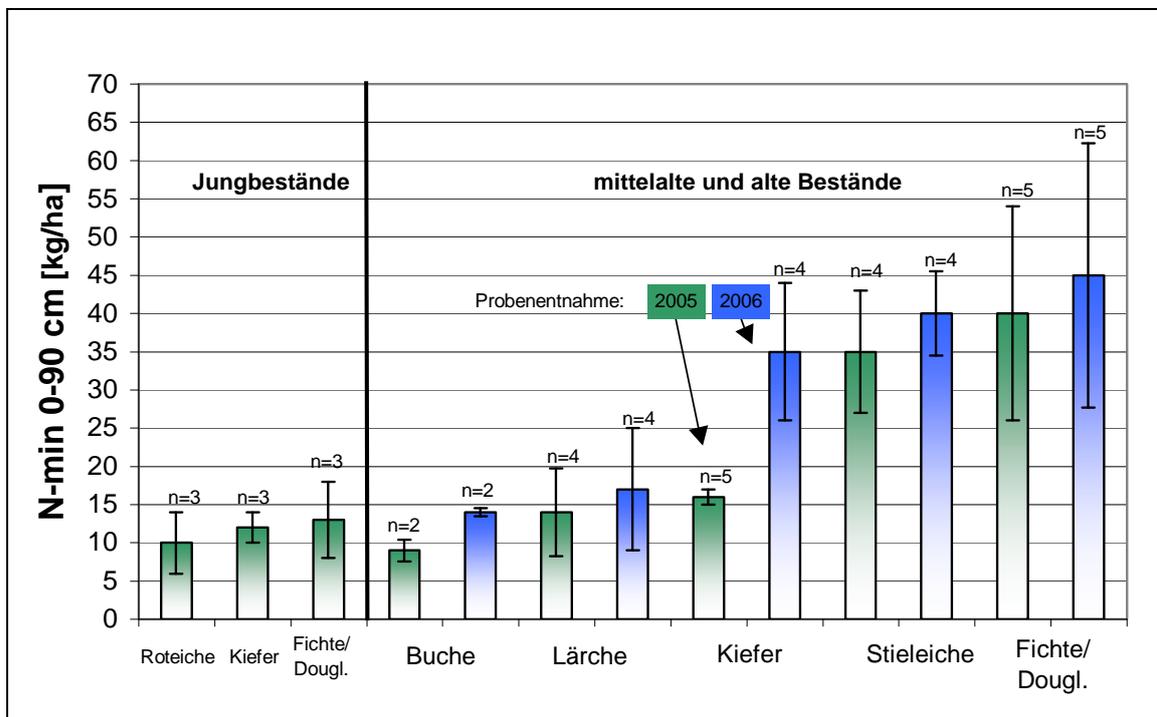


Abbildung 2 N-min Gehalte im Boden bis 90 cm Tiefe bei unterschiedlicher Bestockung. Probenentnahme Februar/März 2005 und 2007

Die C/N-Gehalte im Auflagehumus liegen bei allen untersuchten Bestockungstypen unter dem kritischen Wert von 25 (Abbildung 3). Dies erklärt die insgesamt erhöhten N-min Gehalte in den Böden. Dass sich die baumartsspezifischen Unterschiede der C/N-Werte in entsprechenden Unterschieden der N-min Gehalte aus Abbildung 2 nicht wider spiegeln deutet auf weitere Faktoren hin (z.B. bestandsspezifische N-Deposition, Bodenvegetation) welche den Stickstoffhaushalt beeinflussen.

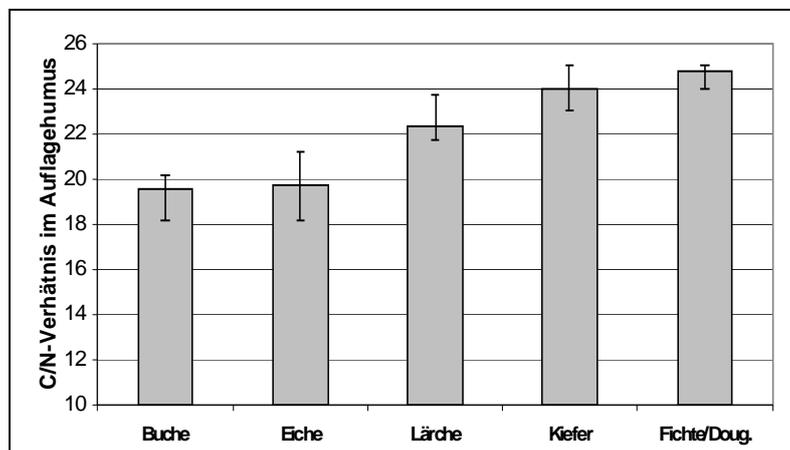


Abbildung 3 C/N-Verhältnisse im Auflagehumus verschiedener Altbestände

Zusammenfassung und Diskussion

Die Untersuchungen zum grundwasserschutzorientierten Waldumbau in einem bislang ungekalkten Kiefern-Reinbestand im WSG Sandkrug zeigen die Vorteile der Kalkung und der Buchenunterbaumaßnahme. Sie führten zu einer deutlichen Verbesserung der Bodeneigenschaften und der Bestandsvitalität bei einer nur kurzzeitigen Nitratbelastung des Sickerwassers. Längerfristig zeichnet sich eine Verbesserung der Sickerwassereigenschaften in dem mit Buchen unterbauten Bestand ab.

Dass sich die überwiegend positiven Ergebnisse der Kalkung nicht ohne weiteres auf andere Bestände übertragen lassen, zeigt sich derzeit durch laufende Untersuchungen im WSG Holdorf. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen im WSG Thülsfelde heben die Bedeutung der Bestockung für den Bodennitrogen und damit auch für das Nitrataustragsrisiko hervor. Je nach Bestandshöhe und -alter werden unterschiedliche Mengen Stickstoff aus der Atmosphäre ausgekämmt, in den Boden eingetragen und über die Wurzel wieder aufgenommen.

Wegen ihrer geringen Wuchshöhe und ihres rascheren Wachstums sind jüngere Bestände gegenüber älteren eindeutig im Vorteil. Die günstigsten Voraussetzungen für den Wasserschutz im Altbestand bieten Buche, Kiefer und Lärche. Hierzu tragen unterschiedliche Faktoren bei, z.B. die intensivere Durchwurzelung des Oberbodens bei Buche und die geschlossene Bodenvegetation bei Kiefer und Lärche. Der über ca. 6 Monate unbelaubte Zustand von Buche, Eiche und Lärche hat geringere Säure- und Stickstoff-Depositionen zur Folge als bei Fichte und Douglasie. Darüber hinaus bedeuten die geringeren Verdunstungsverluste im laubfreien Zustand eine höhere Grundwasserspeisung.

Eine schwerpunktmäßig grundwasserschutzorientierte Waldbewirtschaftung ist auf durchlässigen Sandböden sowie grundwassernahen Standorten besonders sinnvoll. Sie kann das vorhandene forstliche Standortpotential mitunter jedoch nicht ertragsoptimiert ausschöpfen. Mit der Umsetzung dieser Maßnahmen können dem Waldbesitzer somit finanzielle Nachteile entstehen.

Fazit und Empfehlungen zur grundwasserschutzorientierten Waldbewirtschaftung

Die standortgerechte Nadelholznutzung bildet eine Grundlage der guten fachlichen Praxis in der Forstwirtschaft.

Die mit der Bodenschutzkalkung verbundene langfristige Sicherung der Bestandsvitalität dient der Aufrechterhaltung wesentlicher Schutzfunktionen des Waldes. Speziell in Wasserschutzgebieten können weitergehende Maßnahmen auf vertraglicher Basis eingesetzt werden, welche gezielt auf eine Verbesserung der Grundwasserqualität ausgerichtet sind (siehe Tabelle 3).

Dazu zählt:

- Die Verjüngung durch Voranbau
- Die Erhöhung der Laubholzanteile (insbesondere Buche, Mindestanteile s. Tabelle) zu Lasten des Nadelholzes. Hierfür stehen in einigen Wasserschutzkooperationen weitere Zuschüsse zusätzlich zur waldbaulichen Förderung zur Verfügung.
- Die Bevorzugung von Lärche (Japanlärche, Europäische Lärche) vor Douglasien auf geeigneten Standorten
- Die vorausgehende Standortuntersuchung zur Ermittlung der geeigneten Baumarten und der Notwendigkeit einer Bodenmelioration (Bodenbearbeitung, Kalkung). Dies bietet die Möglichkeit mögliche Engpässe bei der Basenversorgung oder Risiken erhöhter Nitratverlagerung zu vermeiden.

Die Umsetzung dieser Maßnahmen sollte mit den örtlichen Waldbesitzervertretungen und Forstberatungsorganisationen unter Einbeziehung der Wasserschutzkooperationen abgestimmt werden.

Tabelle 3 Erforderliche Laub- und Nadelholzanteile für eine zusätzliche Co-Finanzierung von Voranbauten zum Grundwasserschutz (Beispiel: Stadtwerke Hannover AG)

Grundwasserschutzwald (für WHZ 34, 35, 37, 40, 41, 42)								
Standort	..2.. (ohne WHZ 35, 43)		..2+/3-..		..3/3+..		..4-.. u. besser	
Baumarten	Laub	Ndl (Ki, Dgl)	Laub	Ndl (Dgl, Ki)	Laub	Ndl (Dgl, Lä)	Laub	Ndl
Flächenanteile	50%	50%	70%	30%	80%	20%	100%	0%

Ausführliche Versuchsberichte zu diesen und weiteren Versuchen finden Sie im Internet unter:
www.lwk-niedersachsen.de

Dr. Karsten Mohr
 FB 3.1.11 Nachhaltige Landnutzung, Ländlicher Raum
 Mars-la-Tour-Str. 1-13
 26121 Oldenburg
 Telefon : 0441 801-783
 E-Mail : karsten.mohr@lwk-niedersachsen.de