

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung  
 Titel der Tagung: Böden verstehen -  
 Böden nutzen - Böden fit machen  
 Veranstalter: DBG, Berlin/Potsdam 2011  
 Berichte der DBG (nicht begutachtete  
 online Publikation)  
<http://www.dbges.de>

## Nährstoffbilanzen für Buchen-, Eichen-, Fichten- und Kiefernbestände bei verschiedenen Nutzungsintensitäten

Klinck, U., Meesenburg, H., Scheler, B., Fleck, S., Wagner, M., Ahrends, B., Meiwes, K.J.

### Einleitung & Fragestellung

Aufgrund des steigenden Bedarfs an schwächeren, nährstoffreicheren Holzsortimenten benötigt die forstliche Praxis Entscheidungshilfen, mit welcher Intensität Waldbestände nachhaltig und gleichzeitig ökonomisch rentabel genutzt werden können (v. WILPERT et al. 2011). Die Interpretation langjähriger Bilanzen aus atmogener Deposition und Silikatverwitterung (Einträge) sowie Nettonährstoffaufnahme und Sickerwasseraustrag (Austräge) der Nährstoffe **Calcium**, **Kalium**, **Magnesium** und **Stickstoff** ist eine der Optionen zur Beantwortung dieser Frage. In Niedersachsen sind entsprechende Datenreihen für 10 Waldstandorte (Tab. 1, Abb. 1) des Boden-Dauerbeobachtungs- bzw. Level II-Programms mit **Buche**, **Eiche**, **Fichte** bzw. **Kiefer** vorhanden. Bei den Nutzungsszenarien werden 3 Intensitäten einander gegenübergestellt: nutzungsfreie Waldbewirtschaftung (**ohne Nutzung**), Nutzung von Derbholz mit Rinde (**Derbholz-Nutzung**) und, als Intensivierung dieser konventionellen Art der Bewirtschaftung, **Vollbaum-Nutzung** (Nadelholz: vollständige Nutzung der oberirdischen Biomasse, Laubholz: dito, abzüglich der Blätter).

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt  
 Abt. Umweltkontrolle / SG Intensives Umweltmonitoring  
 Grätzelstraße 2  
 D-37079 Göttingen

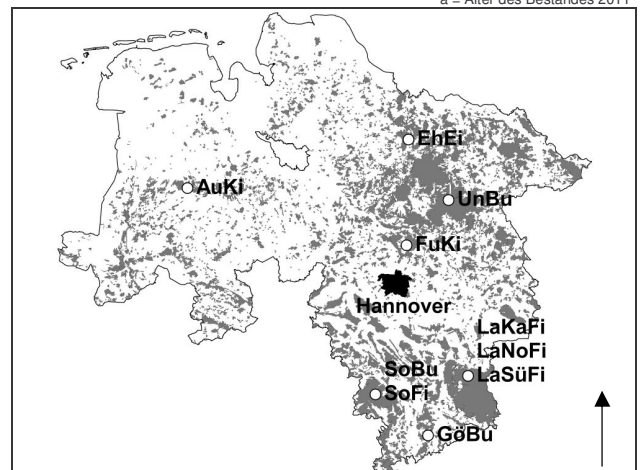
### Standorte & Methodik

Von den einzelnen Bilanzgrößen wurden die Jahresfrachten der atmogenen Deposition und des Sickerwasseraustrags über den Zeitraum 1990 bis 2009 gemittelt. Die Silikatverwitterung wurde mit dem Modell PROFILE (SVERDRUP & WARFVINGE 1993) quantifiziert, während die Nettonährstoffaufnahme eine Funktion der Wachstumsrate und der Stoffkonzentrationen der verschiedenen Baumkompartimente (JACOBSEN et al. 2003) ist. Die Standardfehler sind Ausdruck interannueller Unterschiede der einzelnen Bilanzgrößen. Die Jahresbilanzen wurden anschließend für den Zeitraum von 100 Jahren extrapoliert. Ziel dieser Vorgehensweise ist es, die durch komplett im negativen Bereich liegende Standardfehler ersichtlichen, möglichen Nährstoffverluste in Relation zum Umfang einer Kalkung mit  $3 \text{ t ha}^{-1}$  Dolomit setzen zu können, deren Zusammensetzung mit 70 %  $\text{CaCO}_3$  ( $\sim 450 \text{ kg ha}^{-1}$  Calcium) und 20 %  $\text{MgCO}_3$  ( $\sim 80 \text{ kg ha}^{-1}$  Magnesium) angenommen wird. Die für die Interpretation der Ergebnisse wichtigen sozioökonomischen Rahmenbedingungen wurden als für den Zeitraum der Untersuchung konstant angenommen.

Tab. 1, Abb. 1: Steckbrief und Lage der Standorte.

ID	Standort	Art	a	EKI	UZ	Bodentyp	NZ
GöBu	Göttinger Wald	Buche	144	0.6	140	Terra fusca-Rendzina	5
SoBu	Solling	Buche	162	3.1	150	podsolige Braunerde	4-
UnBu	Unterlüß	Buche	131	2.3	150	Podsol-Braunerde	3
EhEi	Ehrhorn	Eiche	130	1.9	180	podsolige Braunerde	3+
LaKaFi	Lange Bramke, Kamm	Fichte	64	2.5	95	Podsol-Braunerde	3+
LaNoFi	Lange Bramke, Nordhang	Fichte	64	2.1	95	Podsol-Braunerde	3+
LaSüFi	Lange Bramke, Südhang	Fichte	64	2.1	90	Podsol-Braunerde	3+
SoFi	Solling	Fichte	127	2.1	95	podsolige Braunerde	4-
AuKi	Augustendorf	Kiefer	68	1.3	95	Podsol-Tiefumbruchboden	3-
FuKi	Fuhrberg	Kiefer	60	1.0	90	Gley-Podsol	2+

NZ = Nährstoffziffer nach forstlicher Standortaufnahme Niedersachsen  
 UZ = Umtriebszeit in Jahren  
 EKl = Ertragsklasse des Bestandes  
 a = Alter des Bestandes 2011



## Ergebnisse & Diskussion

Von den vorgestellten Nährstoffen (Abb. 2) weist **Calcium** auf 7 der 10 untersuchten Standorte bereits bei Derbholz-Nutzung signifikant negative Bilanzen auf. Der zusätzliche Entzug bei einer Intensivierung der konventionellen Derbholz-Nutzung betrüge innerhalb von 100 Jahren bei Buche 70-120 kg ha<sup>-1</sup>, bei Eiche 30 kg ha<sup>-1</sup>, bei Fichte 180-320 kg ha<sup>-1</sup> und bei Kiefer 60-80 kg ha<sup>-1</sup>. Auf den Standorten mit

signifikant negativen Bilanzen entstünden so Verluste von 90-100 % (Buche), 300 % (Eiche), 120-170 % (Fichte) bzw. 100-180 % (Kiefer) des Umfangs einer Kalkung. Von den 10 Standorten ist bisher nur „AuKi“ einmalig (1985) mit 4 t ha<sup>-1</sup> Dolomit gekalkt worden. Eine weitere Sonderstellung nimmt der Standort „GöBu“ ein, dessen Buchenbestand auf Calcitgestein (Muschelkalk) stockt (deshalb hier nicht dargestellt).

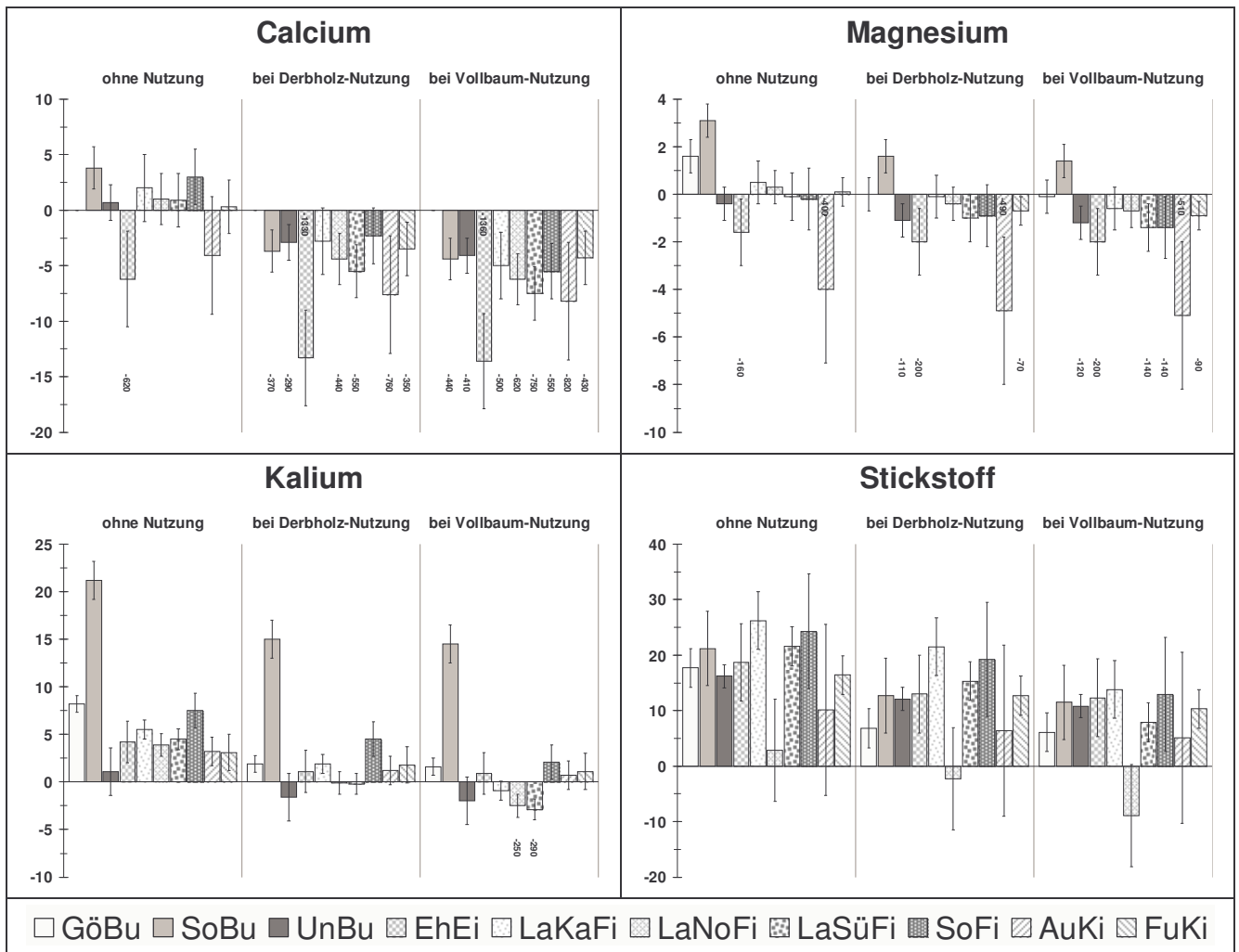


Abb. 2: Bilanzen (kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) ± Standardfehler (SF). Balken, deren SF komplett im negativen Bereich liegen, weisen zusätzlich die Verluste innerhalb von 100 Jahren aus.

Bei **Magnesium** zeigen sich die in der Nährstoffziffer ausgedrückten, standörtlichen Unterschiede bei Buche, aber auch Fichte deutlicher als bei Calcium. Der zusätzliche Entzug bei einer Intensivierung der konventionellen Derbholz-Nutzung wäre nur bei Eiche marginal und betrüge innerhalb von 100 Jahren bei Buche 10-20 kg ha<sup>-1</sup>, bei Fichte 30-50 kg ha<sup>-1</sup> und bei Kiefer 20 kg ha<sup>-1</sup>. Auf den Standorten mit signifikant negativen Bilanzen entstünden so Verluste von 150 % (Buche), 250 %

(Eiche), 180 % (Fichte) bzw. 110-640 % (Kiefer) des Umfangs einer Kalkung. „AuKi“ ist bereits einmalig gekalkt worden.

Im Gegensatz zu Calcium und Magnesium wird **Kalium** den Waldbeständen in der Regel nicht (Sonderfall: Aschen) zugeführt. Die Bilanzen sind bei Derbholz-Nutzung unabhängig von der Baumart ausgeglichen bis positiv und bei Vollbaum-Nutzung nur auf 2 der 10 untersuchten Standorte signifikant negativ. Ähnlich wie für

Magnesium gibt es deutliche standörtliche Unterschiede. Der zusätzliche Entzug bei einer Intensivierung der konventionellen Derbholz-Nutzung betrüge innerhalb von 100 Jahren bei Buche 30-50 kg ha<sup>-1</sup>, bei Eiche 20 kg ha<sup>-1</sup>, bei Fichte 240-280 kg ha<sup>-1</sup> und bei Kiefer 50-70 kg ha<sup>-1</sup>.

Die Einträge von **Stickstoff** übersteigen seit längerem den für das Baumwachstum erforderlichen Bedarf (MOHR et al. 2005). Die Bilanzen sind deshalb unabhängig von der Nutzungsintensität positiv und es kommt zu einer sukzessiven Aufsättigung der Waldböden. Sobald diese nicht mehr als Puffer funktionieren (Bsp.: „LaNoFi“), steigt das Risiko für zusätzliche Nährstoffverluste, Grundwasserbelastungen durch Nitrat und eine, trotz reduzierter Sulfat-Einträge, voranschreitende Bodenversauerung (ABER et al. 1998).

### Zusammenfassung

**Für 10 Waldstandorte in Niedersachsen mit Buche, Eiche, Fichte bzw. Kiefer wurden Bilanzen des Ein- und Austrags von Calcium, Kalium, Magnesium und Stickstoff unter Berücksichtigung von 3 Nutzungsintensitäten (ohne Nutzung, Derbholz-Nutzung, Vollbaum-Nutzung) berechnet. Bereits die konventionelle Derbholz-Nutzung kann erhebliche Nährstoffverluste verursachen. Der zusätzliche Entzug einer intensivierten Nutzung wäre bei nährstoffarmen Standorten und besonders für Calcium (Fichte > Buche > Kiefer > Eiche) und Magnesium (Fichte > Kiefer > Buche > Eiche) kritisch. Bei signifikant negativen Bilanzen würde er innerhalb von 100 Jahren bei Calcium > 90 % (Eiche > Fichte > Kiefer > Buche) und bei Magnesium > 110 % (Eiche > Fichte > Buche > Kiefer) des Umfangs einer Kalkung entsprechen. Eine Intensivierung der konventionellen Derbholz-Nutzung sollte deshalb nur auf solchen Standorten erfolgen, wo nachhaltige Nährstoffkreisläufe gesichert sind.**

Danksagung: Die Autoren danken der Europäischen Union und dem Land

Niedersachsen für die Finanzierung des LIFE<sup>+</sup>-Projekts „FutMon“ und letzterem auch für die Förderung des landeseigenen Boden-Dauerbeobachtungsprogramms.

Schlüsselworte: Buche, Eiche, Fichte, Kiefer, Bilanz, Calcium, Kalium, Magnesium, Stickstoff, Derbholz, Vollbaum, Umtriebszeit, Kalkung

### Quellenverzeichnis

- ABER et al. (1998): Nitrogen saturation in temperate forest ecosystems - Hypotheses revisited. *Bioscience* 48/11, 921-934.
- JACOBSEN et al. (2003): Gehalte chemischer Elemente in Baumkompartimenten. *Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme B/69*, Göttingen.
- MOHR et al. (2005): Bestimmung von Ammoniak-Einträgen aus der Luft und deren Wirkungen auf Waldökosysteme. *Landbauforschung Völkenrode* 279, Braunschweig.
- SVERDRUP & WARFVINGE (1993): Calculating field weathering rates using a mechanistic geochemical model PROFILE. *Applied Geochemistry* 8/3, 273-283.
- v. WILPERT et al. (2011): Biomasse-Aufkommensprognose und Kreislaufkonzept für den Einsatz von Holzaschen in der Bodenschutzkalkung in Oberschwaben. *Berichte Freiburger Forstliche Forschung* 87, Freiburg.