

Stoffeinträge

Birte Scheler

Wald filtert durch seine große Kronenoberfläche gas- und partikelförmige Stoffe aus der Luft. Aufgrund dieses Filtereffektes sind Wälder stärker als andere Landnutzungsformen durch anthropogen verursachte Stoffeinträge insbesondere von Schwefel und Stickstoff (Nitrat und Ammonium) belastet. Um die Wirkungen dieser erhöhten Stoffeinträge sowie die damit verbundenen Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme zu untersuchen, wird in Schleswig-Holstein seit 1989 der Stoffeintrag in einem 109-jährigen Buchenbestand des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings in Bornhöved erfasst.

Die Höhe der Stoffeinträge wird maßgeblich durch verschiedene Faktoren wie Niederschlagsmenge, Baumart, Bestandeshöhe, Kronenrauigkeit bzw. lokale Emittenten bestimmt. Aus diesem Grund sind die Stoffeinträge in niederschlagsärmeren Gebieten in der Regel niedriger als in niederschlagsreichen Gegenden und aufgrund des Laubabwurfs unter Buche geringer als unter Fichte. 2013 betrug der Bestandesniederschlag (Kronentraufe und Stammablauf) in Bornhöved 627 mm und entsprach damit dem langjährigen Mittel. Im Vergleich zu 2012 war der Bestandesniederschlag um 58 mm bzw. 10 % erhöht. Der im Vergleich zum Vorjahr geringfügig erhöhte Schwefel- und Ammoniumstickstoffeintrag ist vermutlich hierdurch begründet.

Durch Maßnahmen wie Rauchgasentschwefelung bei Großfeuerungsanlagen oder die Einführung von schwefelarmen Kraftstoffen ging die Schwefeldioxidkonzentration der Luft extrem zurück. Hierdurch nahmen die Sulfateinträge in die Wälder deutlich ab. 2013 betrug der Sulfatschwefeleintrag pro Hektar 6,4 kg unter Buche und 3,4 kg im Freiland. Im Vergleich zum Zeitraum 1989-1991 ist er damit sowohl im Freiland als auch unter Buche um 72 % zurückgegangen. Dies entspricht einer mittleren jährlichen Abnahme pro Hektar um 0,7 kg unter Buche und 0,4 kg im Freiland.

Stickstoff ist der Pflanzennährstoff, der das Wachstum unter natürlichen Umständen am stärksten limitiert, da der Stickstoffgehalt der Ausgangsgesteine der Böden sehr gering ist. Durch anthropogene Stoffeinträge sowohl in gasförmiger als auch in gelöster Form mit dem Niederschlag ist Stickstoff jedoch im Wald zu einem Überflussfaktor geworden. Dies hat gravierende Konsequenzen für den Wald selbst sowie angrenzende Ökosysteme wie Fließgewässer und das Grundwasser. Zu nennen sind z. B. eine Verschiebung des Artengefüges der Wälder, veränderte Spross-Wurzel-Verhältnisse der Bäume und erhöhte Nitratausträge mit dem Sickerwasser. Letztere verursachen den Verlust



Probenahme von Bodensickerwasser

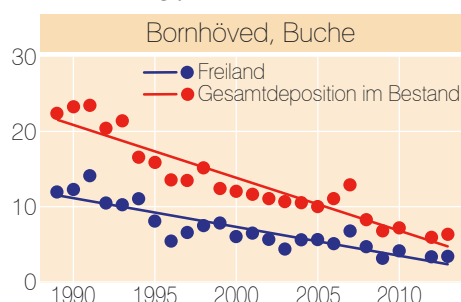
Foto: O. Schwerdtfeger

von Nährstoffen wie Calcium und Magnesium aus den ohnehin eher nährstoffarmen Waldböden und können zu einer Gefährdung für das Grundwasser werden.

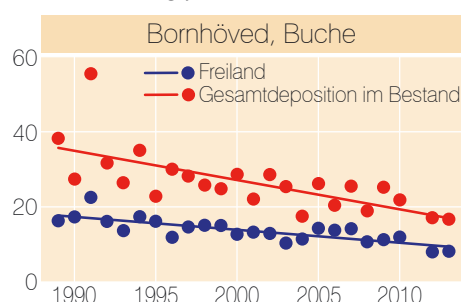
Aufgrund rückläufiger Emissionen haben der Nitrat- und der Ammoniumeintrag sowohl im Freiland als auch mit der Gesamtdosition unter Buche signifikant abgenommen. 2013 betrug der Nitratstickstoffeintrag pro Hektar 6,5 kg unter Buche und 3,3 kg im Freiland. Im Vergleich zum Mittel der Jahre 1989-1991 entspricht dies sowohl im Freiland als auch mit der Gesamtdosition einem Rückgang von 56 %. Die mittlere jährliche Abnahme pro Hektar betrug 0,2 kg unter Buche und 0,1 kg im Freiland.

Der Ammonium-Stickstoffeintrag pro Hektar betrug im Jahr 2013 unter Buche 10,2 kg und 5,1 kg im Freiland. Die mittlere jährliche Abnahme pro Hektar betrug 0,6 kg mit der Gesamtdosition und 0,3 kg im Freiland. Das Verhältnis von Ammoniumstickstoff zu Nitratstickstoff beträgt im lang-

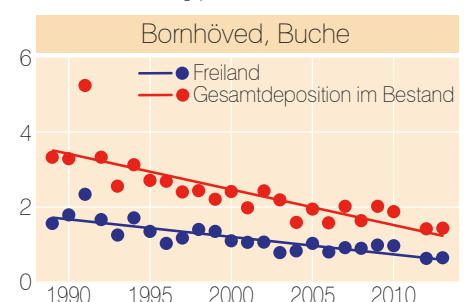
Schwefel-Eintrag ($\text{SO}_4\text{-S}$)
in kg je Hektar und Jahr



Stickstoff-Eintrag ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$)
in kg je Hektar und Jahr



Gesamtsäure-Eintrag
in kmol_c je Hektar und Jahr



Stoffeinträge



Erfassung der Niederschlagsmenge

Foto: O. Schwerdtfeger

jährigen Mittel sowohl unter Buche als auch im Freiland rund 60:40. Hierin zeigt sich eine überproportionale Belastung des Ökosystems durch Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft, die für 95 % der Emissionen von Ammoniak und damit seines Umwandlungsprodukts Ammonium verantwortlich ist.

Trotz des Rückgangs überschreiten die atmosphärischen Stickstoffeinträge nach wie vor den Bedarf des untersuchten Bestandes für das Baumwachstum erheblich.

Der aktuelle Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtd deposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid abzüglich der mit dem Niederschlag eingebrachten Basen Calcium, Magnesium und Kalium (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile; Gauger et al., 2002).

2013 betrug der Gesamtsäureeintrag pro Hektar im Freiland 0,7 kmol_c und 1,4 kmol_c unter Buche. Im Vergleich zum Mittel der Jahre 1989-1991 ist er im Freiland um 66 % und unter Buche um 64 % zurückgegangen. Im Vergleich mit neun weiteren im Zuständigkeitsgebiet der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt untersuchten Buchenbeständen in den Bundesländern Niedersachsen und Hessen weist die Fläche in Bornhöved nach den Beständen im Solling (Niedersachsen) und in Zierenberg (Nordhessen) die dritthöchsten Säureinträge auf. Trotz des deutlichen Rückgangs übersteigt der Gesamtsäureeintrag aufgrund der geringen Nährstoffvorräte im Boden des untersuchten Bestandes das nachhaltige Puffervermögen dieses Standorts. Zum Schutz der Waldböden und ihrer Filterfunktion ist daher eine standortsangepasste Bodenschutzkalkung empfehlenswert.

kmol_c (Kilomol charge) = Menge an Ladungsäquivalenten. Sie berechnet sich wie folgt: Elementkonzentration multipliziert mit der Wertigkeit des Moleküls (= Ladungsäquivalente pro Molekül), dividiert durch das Molekulargewicht. Multipliziert mit der Niederschlagsmenge ergibt sich die Fracht an Ladungsäquivalenten in kmol_c pro Hektar.



Intensiv-Monitoringfläche Bornhöved

Foto O. Schwerdtfeger