

# Stoffeinträge

## Birte Scheler und Henning Meesenburg

Wälder sind stärker durch anthropogen verursachte Stoffeinträge wie Sulfatschwefel und Stickstoff belastet als alle anderen Landnutzungsformen, da ihre Kronen zusätzlich zu den im Niederschlag gelösten Stoffen beträchtliche Mengen gas- und partikelförmiger Stoffe aus der Luft filtern. Diese sogenannte trockene Deposition hat für Stickstoffverbindungen laut Berechnungen des Umweltbundesamtes (UBA) mit einem Chemie-Transportmodell in niedersächsischen Wäldern einen Anteil von bis zu 56 % an der Gesamtdosition. Zur Erfassung der Belastung der Waldökosysteme durch Stoffeinträge werden diese in Niedersachsen im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitorings auf vier Fichten-, drei Buchen-, sowie je einer Eichen- und Kiefernfläche erfasst. Mit Hilfe der Kronenraumbilanz nach Ulrich (Ulrich 1994) werden Austauschvorgänge im Kronenraum wie die direkte Aufnahme von Stickstoff bzw. die Auswaschung von Nährstoffen wie Calcium und Magnesium berücksichtigt und die Gesamtdosition eines konkreten Bestandes berechnet.

Durch die Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung seit Mitte der 1980er Jahre ging der Schwefeleintrag, der im Ökosystem eine stark versauernde Wirkung entfaltet, in beispielhafter Weise zurück.

Die höchsten Einträge pro Hektar wurden 2012 mit 9 kg unter Fichte im Solling gemessen, die geringsten mit 3,9 kg in einem Buchenbestand in Lüss. Im Freiland betrug der Schwefeleintrag zwischen 2,3 kg (Göttinger Wald) und 3,5 kg (Solling). Im Zeitraum 1994 bis 2012 betrug der mittlere flächenspezifische jähr-



Foto: J. Evers

liche Rückgang zwischen 0,6 kg unter Buche im Göttinger Wald und 1,2 kg pro Hektar unter Fichte im Solling, im Zeitraum seit 1969 belief sich der jährliche Rückgang im Solling unter Fichte auf 2,4 kg und auf 1,5 kg pro Hektar unter Buche.

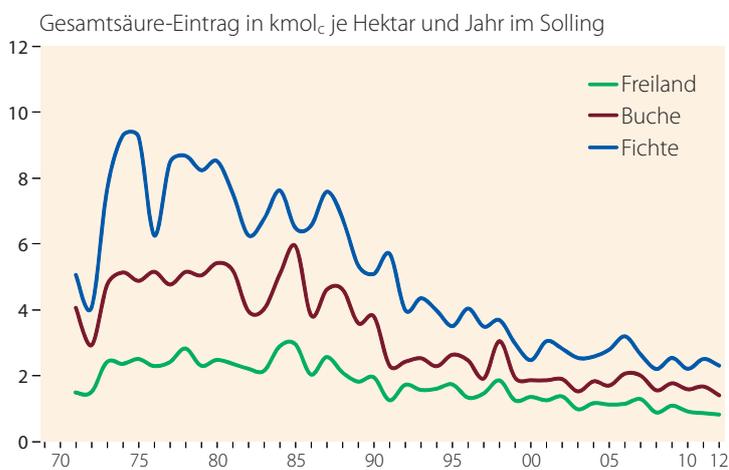
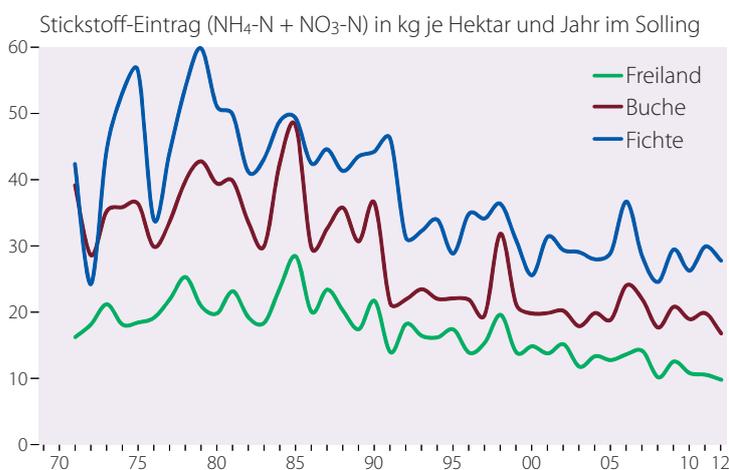
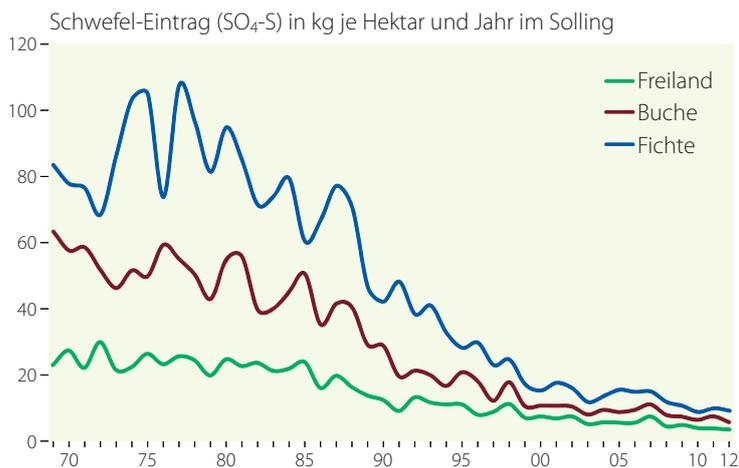
Stickstoff ist der Nährstoff, der in unbeeinflussten Ökosystemen das Pflanzenwachstum am stärksten begrenzt. Durch anthropogen verursachte Stoffeinträge wird den Wäldern Stickstoff



Stammablaufmessanlage und Stoffeintragsmessungen auf der Level II-Core-Fläche Lüss

Foto: J. Weymar

# Stoffeinträge



Depositionssammler

Foto: M. Schmidt

deutschen Tiefland mit 0,6 kg Ammoniumstickstoff und 0,2 kg Nitratstickstoff zu verzeichnen; dennoch weist diese Fläche mit 19,6 kg im Jahr 2012 den zweithöchsten Stickstoffeintrag nach der Fichtenfläche im Solling (27,7 kg) auf.

Unter Buche betrug der Stickstoffeintrag 2012 pro Hektar zwischen 14 kg (Lüss) und 16,8 kg (Solling) und unter Eiche 14,5 kg. Im Freiland lag der Eintrag zwischen 6,2 kg (Göttinger Wald) und 11,4 kg (Augustendorf).

Der aktuelle Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdosition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid abzüglich der mit dem Niederschlag eingetragenen Basen Calcium, Magnesium und Kalium (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile; Gauger et al., 2002). 2012 betrug er unter Kiefer und Eiche 1,5 kmol<sub>c</sub>, unter Buche zwischen 1,1 kmol<sub>c</sub> und 1,4 kmol<sub>c</sub> und unter Fichte zwischen 1,0 kmol<sub>c</sub> und 2,3 kmol<sub>c</sub> pro Hektar. Durch Säureinträge in dieser Größenordnung wird das nachhaltige Puffervermögen vieler Waldstandorte weiterhin überschritten. Eine standortsangepasste Bodenschutzkalkung zum Schutz der Waldböden vor weiterer Versauerung bleibt daher notwendig.

*kmol<sub>c</sub> (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<sub>c</sub> pro Hektar.*

in Form von Nitrat (oxidiertes Stickstoff aus Verbrennungsprozessen) und Ammonium (reduzierte Form aus landwirtschaftlichen Quellen) zugeführt. In Augustendorf im nordwestdeutschen Tiefland beträgt das Verhältnis Ammonium zu Nitrat im langjährigen Mittel 70 zu 30, im Göttinger Wald 50 zu 50. Da die Wälder seit vielen Jahren höheren Stickstoffeinträgen ausgesetzt sind, als sie nachhaltig für ihr Wachstum benötigen, kommt es zu einer Stickstoffanreicherung im System mit zahlreichen negativen Auswirkungen wie Nährstoffungleichgewichten, Nitrataustrag mit dem Sickerwasser oder Veränderung der Bodenvegetation.

Im Beobachtungszeitraum haben sowohl der Ammonium- als auch der Nitratreintrag auf allen Flächen signifikant abgenommen. Die stärkste mittlere jährliche Abnahme pro Hektar im Zeitraum 1994-2012 ist in Augustendorf (Kiefer) im nordwest-