

# Stoffeinträge

## Birte Scheler und Henning Meesenburg

Das Kronendach wirkt wie ein Filter. Vor allem von immergrünen Nadelwäldern werden gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen aus der Luft effektiv ausgekämmt und gelangen so in den Stoffkreislauf der Waldökosysteme.

Auf Grund dieses Filtereffektes der Kronen sind Wälder stärker als alle anderen Landnutzungsformen durch anthropogen verursachte Stoffeinträge von Sulfatschwefel und Stickstoff belastet. Bereits 1969 wurde im Solling mit der systematischen Erfassung des Stoffeintrags in einem Buchen- und einem Fichtenbestand begonnen. Heute wird im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitorings in Niedersachsen die Deposition in drei Buchenbeständen, vier Fichtenbeständen, einem Kiefern- sowie einem Eichenbestand erfasst, um die Wirkungen erhöhter Stoffeinträge sowie damit verbundene Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme zu untersuchen.

Durch Maßnahmen zur Luftreinhaltung seit Mitte der 1980er Jahre wie Rauchgasentschwefelung bei Großfeuerungsanlagen oder die Einführung von schwefelarmen Kraftstoffen ging der Sulfateintrag in die Wälder drastisch zurück. Der Rückgang je Hektar und Jahr betrug in den am längsten untersuchten Gebieten Solling (seit 1969) und Harz (seit 1977/1981) im Freiland 0,6 kg (Solling) bzw. 0,74 kg (Lange Bramke, Harz), unter Fichte 2,4 kg (Solling) bzw. 1,7 kg (Harz) und 1,5 kg unter Buche (Solling).

2011 betrug der Schwefeleintrag je Hektar im Freiland zwischen 2,2 kg (Göttinger Wald) und 3,8 kg (Solling), unter Buche zwischen 4,5 kg (Göttinger Wald) und 7,2 kg (Solling), unter Fichte zwischen 4,2 kg (Lange Bramke Nordhang) und 9,7 kg (Solling) sowie 4,3 kg unter Eiche und Kiefer.



Stammablaufmessanlage

Foto: H. Heinemann



Stoffeintragungsmessungen in einem Fichtenbestand

Foto: H. Heinemann

# Stoffeinträge



Bodenhydrologische Messungen

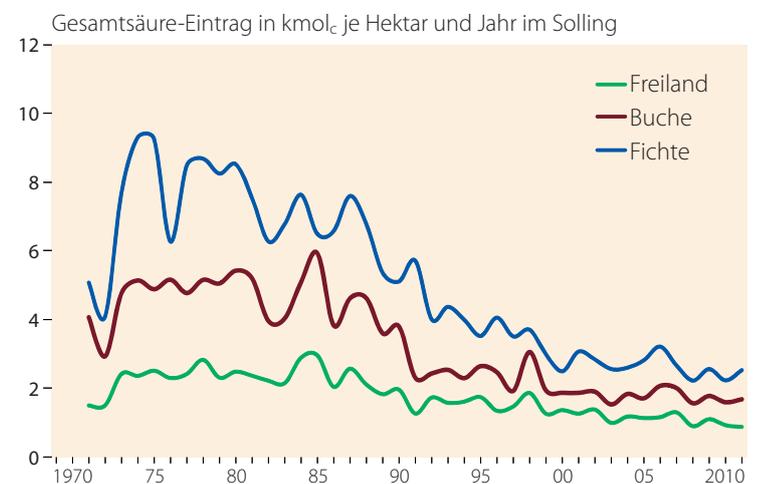
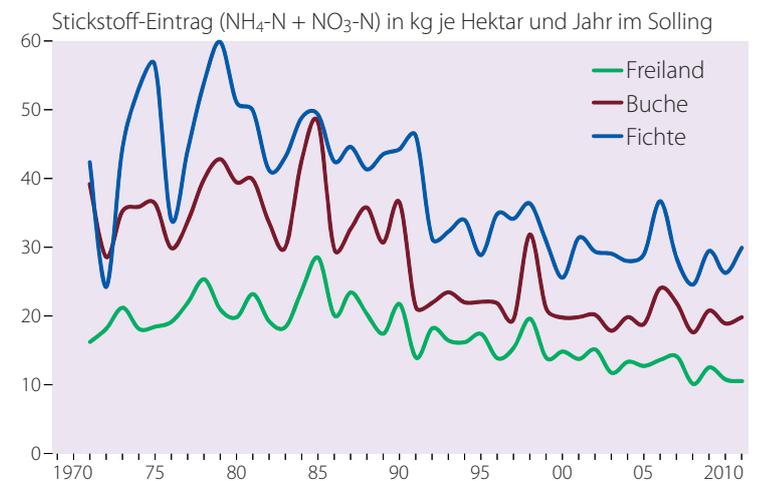
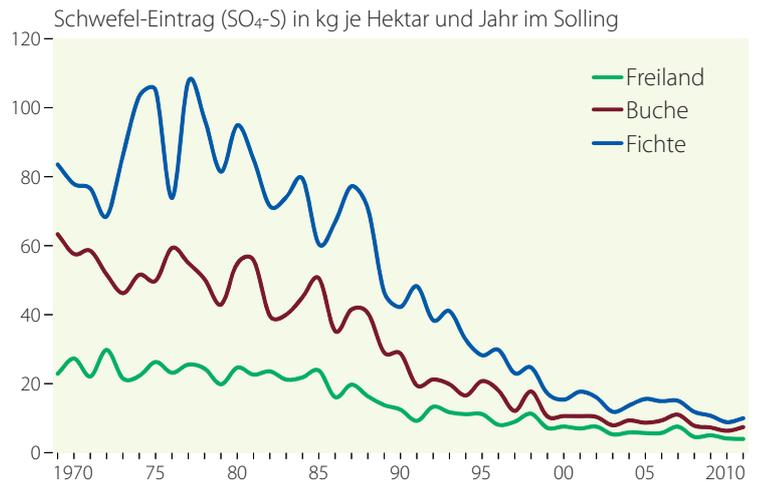
Foto: H. Heinemann

Durch anthropogen bedingt erhöhte Stickoxid- und Ammoniakkonzentrationen in der Luft wird den Wäldern sowohl in gasförmiger, partikulärer als auch gelöster Form mit dem Niederschlag seit Jahrzehnten Stickstoff zugeführt. Auf allen Flächen haben der Nitrat- und der Ammoniumeintrag sowohl im Freiland als auch im Bestandesniederschlag und der Gesamtdosition im Untersuchungszeitraum deutlich abgenommen, dennoch übersteigt der Eintrag nach wie vor teilweise erheblich den Bedarf für das Wachstum. Es kommt zu einer Stickstoffanreicherung im Boden mit zunächst schleichenden, langfristig jedoch gravierenden Konsequenzen für den Wald sowie angrenzende Ökosysteme wie Fließ- und Grundgewässer. Folgen zu hoher Stickstoffeinträge sind beispielsweise eine Verschiebung des Artengefüges der Wälder, Nährstoffungleichgewichte in den Pflanzen sowie ein erhöhter Nitrataustrag mit dem Sickerwasser.

2011 betrug der Nitratstickstoffeintrag (Gesamtdosition) je Hektar in den untersuchten Fichtenbeständen zwischen 5,1 kg (Lange Bramke Nordhang) und 11,5 kg (Solling), in den Buchenbeständen zwischen 4,6 kg (Lüss) und 7,9 kg (Solling), unter Eiche 4,4 kg (Ehrhorn) und unter Kiefer 8,7 kg (Augustendorf). Im Freiland lag der Nitratstickstoffeintrag zwischen 2,7 kg (Göttinger Wald) und 4,2 kg (Solling) je Hektar. Der Ammoniumstickstoffeintrag (Gesamtdosition) betrug unter Fichte zwischen 7,0 kg (Lange Bramke Nordhang) und 18,4 kg (Solling), unter Buche zwischen 6,2 kg (Göttinger Wald) und 12,0 kg (Solling), 10,9 kg unter Eiche (Ehrhorn) und 12,1 kg unter Kiefer (Augustendorf). Im Freiland betrug der Ammoniumstickstoffeintrag zwischen 2,9 kg (Göttinger Wald) und 7,6 kg (Ehrhorn).

In der Summe der Jahre 1994-2011 betrug der anorganische Stickstoffeintrag zwischen 546 kg (Solling Fichte) und 279 kg (Lüss Buche).

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).



2011 betrug der Gesamtsäureeintrag zwischen 2,5  $\text{kmol}_c$  je Hektar (Solling, Fichte) und 1,0  $\text{kmol}_c$  (Lüss Buche, Göttinger Wald Buche). Zwar reduzierte sich der Gesamtsäureeintrag auf 6 von 9 Untersuchungsflächen im Vergleich zum Vorjahr damit weiter, bis auf den Standort Göttinger Wald (Buche) wird das nachhaltige Puffervermögen jedoch weiter deutlich überschritten. Eine standortsangepasste Bodenschutzkalkung zum Schutz der Waldböden und ihrer Filterfunktion ist daher weiter 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.*