

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 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 Niedersachsen der Stoffeintrag auf vier Fichten-, drei Buchen-, einer Eichen- und einer Kiefernflächen des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings erfasst.

Die Höhe der Stoffeinträge wird maßgeblich durch verschiedene Faktoren wie Niederschlagsmenge, Baumart, Kronenrauigkeit bzw. lokale Emittenten bestimmt. Aus diesem Grund sind die Stoffeinträge im niederschlagsreichen Bergland (Harz und Solling) häufig höher als im niederschlagsarmen Tiefland sowie unter Fichte höher als unter Buche. Der Bestandesniederschlag lag 2013 zwischen 609 mm (Lüss, Buche) und 1106 mm (Lange Bramke Nordhang, Fichte) und entsprach



Probenahme von Bodensickerwasser Foto: O. Schwerdtfeger

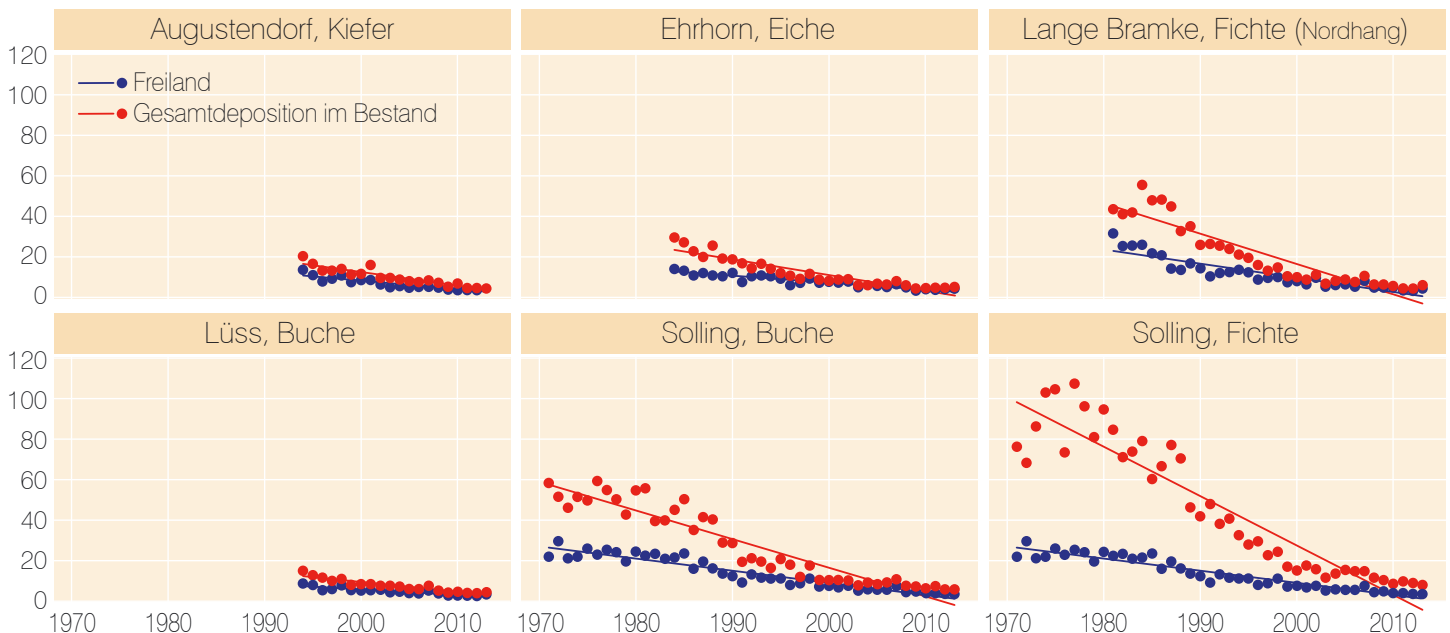


Erfassung der Niederschlagsmenge Foto: O. Schwerdtfeger

in sieben Beständen dem 20-jährigen Mittel 1994-2013. Im Vergleich zum Vorjahr ist in den Beständen zwischen 3 und 33 % mehr Bestandesniederschlag gefallen. Geringe Anstiege in der Gesamtdosition im Vergleich zum Vorjahr können hierdurch begründet sein.

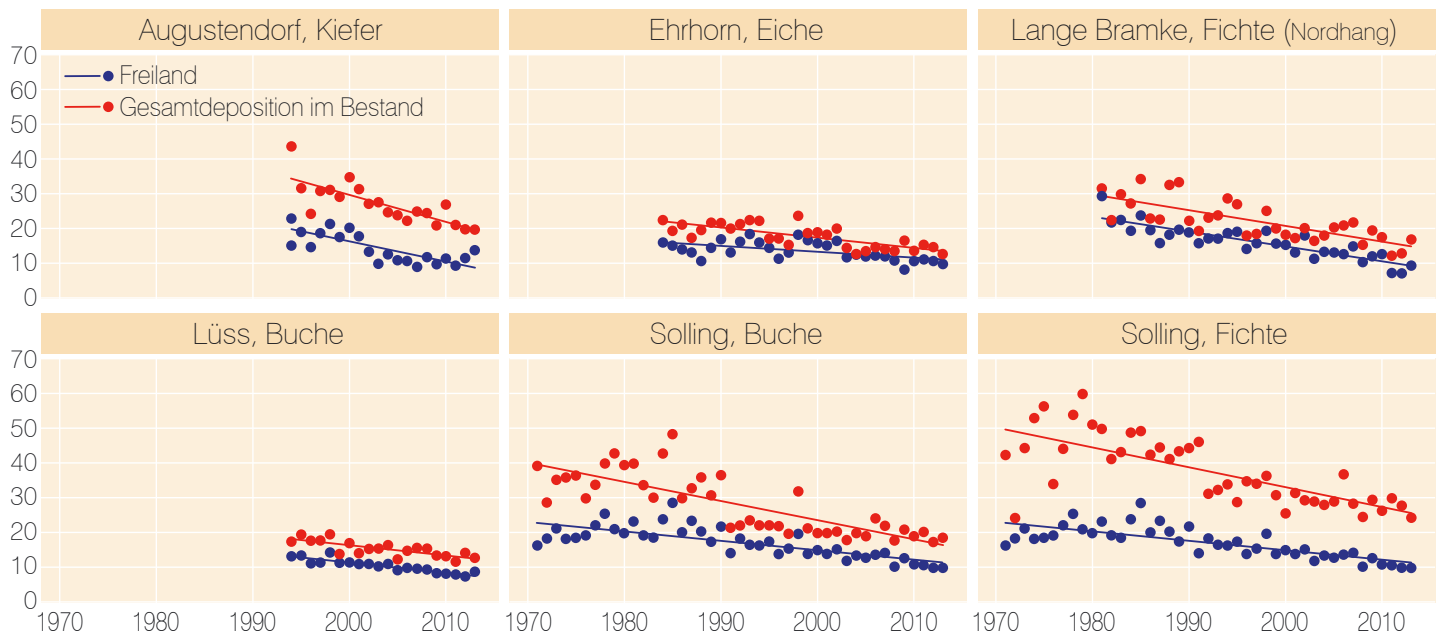
Durch Maßnahmen wie Rauchgasentschwefelung bei Großfeuerungsanlagen oder die Einführung von schwefelarmen Kraftstoffen ging die Schwefeldioxidkonzentration der Luft extrem zurück. Hierdurch nahmen die Sulfateinträge in die Wälder deutlich ab. 2013 betrug der Sulfat-Schwefeleintrag pro Hektar zwischen 3,9 kg (Göttinger Wald) und 8,1 kg (Solling Fichte), im

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



Stoffeinträge

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



Intensiv-Monitoringfläche Solling, Buche

Foto: S. Fleck

Stoffeinträge

Freiland lag er zwischen 2,4 kg (Göttinger Wald) und 4,0 kg (Augustendorf). Dies entspricht einem Rückgang im Vergleich zum Zeitraum 1981-1985 um fast 90 % im Waldbestand (Gesamtdeposition) und um rund 85 % 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 Fließ- und Grundgewässer. Zu nennen sind beispielsweise eine Verschiebung des Artengefüges der Wälder, veränderte Spross-Wurzel-Verhältnisse der Bäume und erhöhte Nitratausträge mit dem Sickerwasser. Letztere verursachen den Verlust von Nährstoffen wie Calcium und Magnesium aus den ohnehin eher nährstoffarmen Waldböden und können zu einer Gefährdung für das Grundwasser werden.



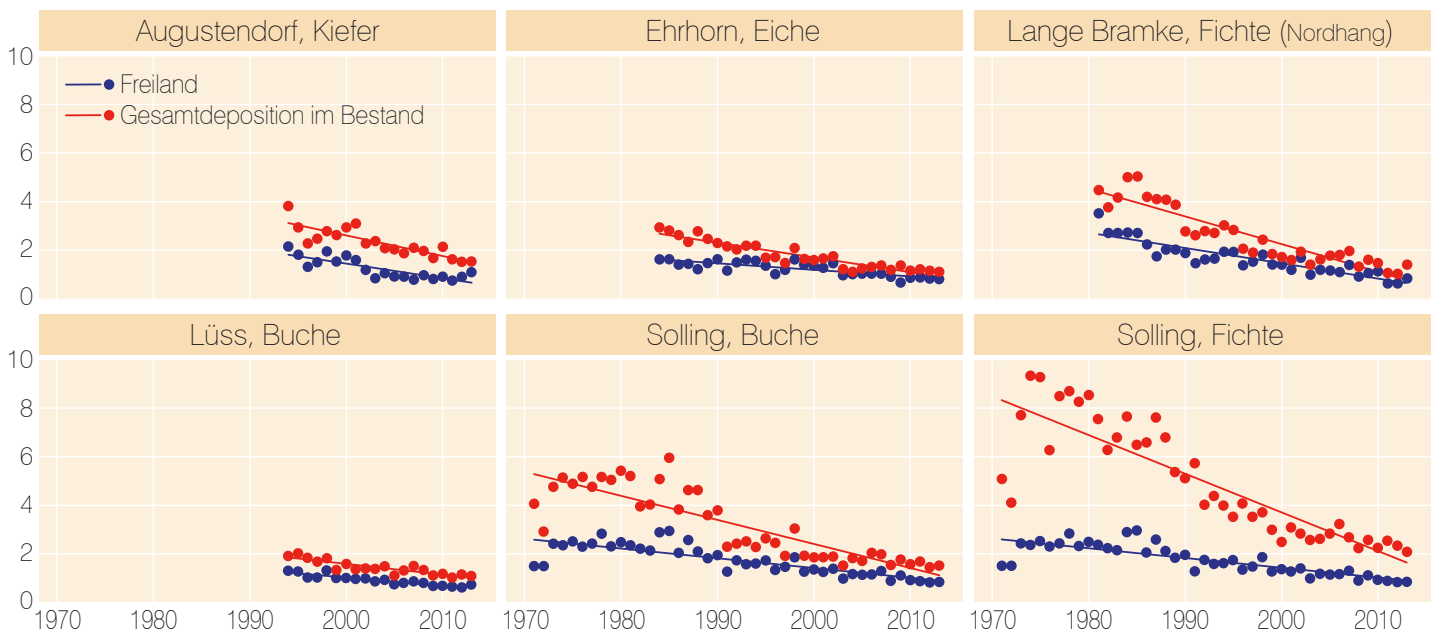
Abfüllen von Wasserproben für die Laboranalyse Foto: O. Schwerdtfeger



Foto: E. Langer

Aufgrund rückläufiger Stickstoffemissionen haben sowohl der Nitrat- als auch der Ammoniumeintrag im Freiland und in der Gesamtdeposition auf allen untersuchten Flächen signifikant abgenommen. 2013 betrug der jährliche Nitrat-Stickstoffeintrag pro Hektar in den untersuchten Fichtenbeständen zwischen 8,1 kg (Lange Bramke Nordhang) und 11,1 kg (Solling), in den Buchenbeständen zwischen 6,2 kg (Lüss) und 8,4 kg (Solling), unter Eiche 4,7 kg (Ehrhorn) und unter Kiefer 7,0 kg (Augustendorf). Im Freiland lag der jährliche Nitrat-Stickstoffeintrag pro Hektar zwischen 3,6 kg (Göttinger Wald) und 4,5 kg (Lange Bramke, Solling). Der jährliche Ammonium-Stickstoffeintrag pro Hektar betrug unter Fichte zwischen 8,6 kg (Lange Bramke Südhang) und 13,2 kg (Solling), unter Buche zwischen 6,5 kg (Lüss) und 10,0 kg (Solling), unter Eiche 7,9 kg und 12,6 kg unter Kiefer (Augustendorf). Im Freiland lagen die jährlichen Ammonium-Stickstoffeinträge pro Hektar zwischen 3,8 kg (Göttinger Wald) und 9,5 kg im Nordwestdeutschen Tiefland (Augustendorf). Hierin zeigt sich deutlich die hohe Belastung des Nordwestdeutschen Tieflandes durch Stickstoffeinträge aus der Landwirtschaft, die für 95 % der Emissionen von Ammoniak und damit seines Umwandlungsprodukts Ammonium verantwortlich ist.

Gesamtsäure-Eintrag in kmol_c auf ausgewählten Flächen je Hektar und Jahr



Stoffeinträge

Trotz des Rückgangs überschreiten insbesondere im niedersächsischen Bergland und im Nordwestdeutschen Tiefland die atmosphärischen Stickstoffeinträge nach wie vor den Bedarf der Bestände für ihr Wachstum erheblich.

Der aktuelle Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdeposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid abzüglich der mit dem Niederschlag eingetragenen Basen Calcium, Magnesium und Kalium (jeweils nicht se-salzbürtige Anteile; Gauger et al. 2002).

2013 betrug der jährliche Gesamtsäureeintrag pro Hektar zwischen 2,1 kmol_c (Fichte Solling) und 1,1 kmol_c (Eiche Ehrhorn, Buche Lüss). Auf fünf von neun Untersuchungsflächen erhöhte sich der Gesamtsäureeintrag gegenüber dem Vorjahr geringfügig. Die höchsten Säureeinträge finden sich auf den Untersuchungsflächen im Harz und im Solling sowie im Nordwestdeutschen Tiefland. In diesen Regionen klaffen Säureeintrag und nachhaltiges Puffervermögen der Waldböden besonders weit auseinander. Eine standortangepasste Bodenschutzkalkung zum Schutz der Waldböden und ihrer Filterfunktion ist daher weiter notwendig.



Intensiv-Monitoringfläche Göttinger Wald

Foto: NW-FVA

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.



Messung der Bodenfeuchte auf der Intensiv-Monitoringfläche Solling, Fichte

Foto: NW-FVA