

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 wie Sulfatschwefel 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 Sachsen-Anhalt seit 1998 der Stoffeintrag auf zwei Kiefernflächen des Intensiven Forstlichen Umweltmonitorings erfasst. 2012 wurde in einem 44-jährigen Douglasienbestand in unmittelbarer Nähe zur Kiefernfläche Klötze eine neue Intensiv-Monitoring-Fläche eingerichtet. Hierdurch lassen sich wertvolle Erkenntnisse zum Einfluss der Baumart beispielsweise auf die Höhe des Stoffeintrags oder den Bodenzustand unter gleichen klimatischen und ähnlichen standörtlichen Bedingungen gewinnen.

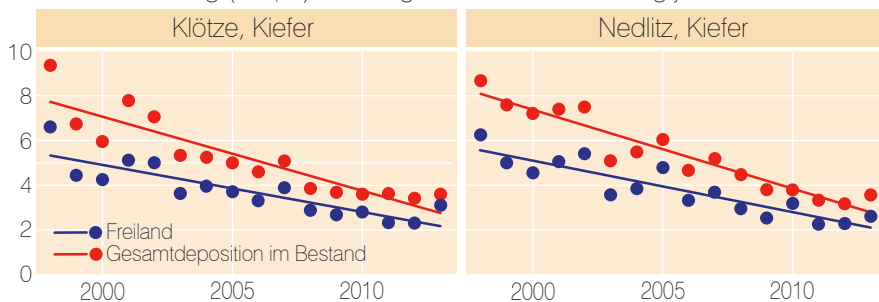
Die Höhe der Stoffeinträge wird maßgeblich durch verschiedene Faktoren wie Niederschlagsmenge, Baumart, Bestandeshöhe, Kronenrauigkeit bzw. lokale Emittenten bestimmt. Aus diesem Grund sind die Stoffeinträge in niederschlagsärmeren Gebieten in der Regel niedriger als in niederschlagsreichen Gegenden und unter Kiefern mit ihrer lockeren Benadelung geringer als unter Fichte. Der Bestandesniederschlag



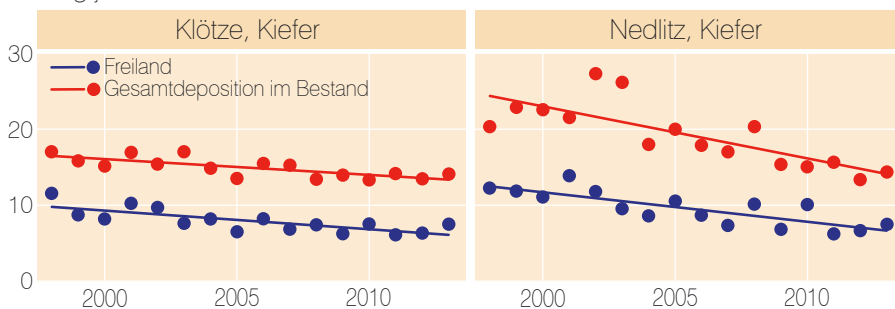
Level II-Fläche Klötze (Bestandesfläche)

Foto: NW-FVA

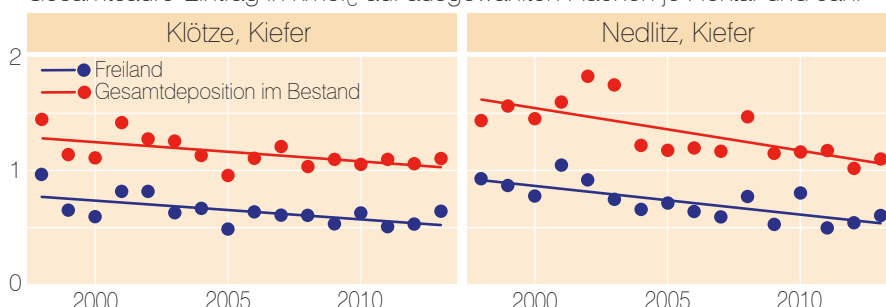
Schwefel-Eintrag ($\text{SO}_4\text{-S}$) auf ausgewählten Flächen in kg je Hektar und Jahr



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



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



unter Kiefer betrug 2013 in Klötze 545 mm und 568 mm in Nedlitz und lag damit deutlich über dem langjährigen Mittel der Flächen (+17 % in Klötze, +19 % in Nedlitz) und über dem Wert von 2012. Die im Vergleich zum Vorjahr geringfügig erhöhten Schwefel- und Stickstoffeinträge sind vermutlich hierdurch begründet. Der Bestandesniederschlag der Douglasienfläche betrug 502 mm bzw. 92 % des Bestandesniederschlags der Kiefernfläche. Die Interzeption (Auffangen von Niederschlagswasser durch die Nadeln und dessen Verdunstung) des Douglasienbestandes ist also höher als die des Kiefernbestandes.

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 3,6 kg unter Kiefer, 5,1 kg unter Douglasie und zwischen 2,6 kg (Nedlitz) und 3,1 kg (Klötze) im Freiland. Dies entspricht im Vergleich zum Zeitraum 1998-2000 einem Rückgang der Schwefeleinträge unter Kiefer um 54 % (Nedlitz) bzw. 51 % (Klötze) und im Freiland zwischen 40 % (Klötze) und 51 % (Nedlitz).

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

Stoffeinträge



Level II-Fläche Klötze (Freifläche)

Foto: U. Klinck

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. Verschiebungen 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.

Aufgrund rückläufiger Emissionen haben der Nitrat- und der Ammoniumeintrag sowohl im Freiland als auch in der Gesamtdeposition der beiden untersuchten Kiefernflächen seit Beginn der Messungen 1998 signifikant abgenommen. 2013 betrug der Nitratstickstoffeintrag pro Hektar unter Kiefer 6,2 (Nedlitz) bzw. 5,9 kg (Klötze) und 7,5 kg unter Douglasie. Im Freiland lag er bei 3,3 kg in Nedlitz und 3,5 kg in Klötze.

Der Ammoniumstickstoffeintrag pro Hektar betrug 8,2 kg unter Kiefer (Nedlitz und Klötze) und 8,7 kg unter Douglasie. Auffällig ist der deutliche Rückgang dieser Stickstoffform in Nedlitz. Im Vergleich zum Zeitraum 1998-2000 ist der Ammoniumstickstoffeintrag auf dieser Fläche um 44 % zurückgegangen, im Freiland sogar um 48 %, während er in Klötze unter Kiefer nur um 12 % und im Freiland um 28 % zurückging. Ursache hierfür sind die rückläufigen Ammoniak-Emissionen

von zwei lokalen Emittenten. Trotz des Rückgangs übersteigen die atmosphärischen Stickstoffeinträge jedoch nach wie vor den Bedarf der untersuchten Bestände für das 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 see-salzbürtige Anteile; Gauger et al., 2002).

2013 betrug der Gesamtsäureeintrag pro Hektar im Freiland 0,6 kmol_c, 1,1 kmol_c unter Kiefer und 1,3 kmol_c unter Douglasie. Im Vergleich zum Mittel der Jahre 1998-2000 ist er im Freiland um 30 % (Nedlitz) bzw. 13 % (Klötze) zurückgegangen und unter Kiefer um 26 % (Nedlitz) bzw. 10 % (Klötze). Im höheren Rückgang des Gesamtsäureeintrags in Nedlitz spiegelt sich die deutliche Abnahme der Ammoniumeinträge in diesem Gebiet wider.

Aufgrund der geringen Nährstoffvorräte im Boden der untersuchten Bestände übersteigen die Gesamtsäureeinträge jedoch nach wie vor das nachhaltige Puffervermögen dieser Standorte. 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.



Abfüllen von Wasserproben für die Laboranalyse Foto: O. Schwerdtfeger



Messung der Bodenfeuchte

Foto: NW-FVA