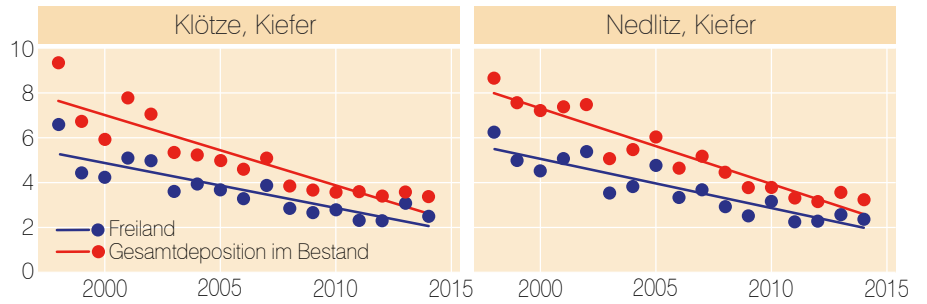


# Stoffeinträge

Aufgrund des Filtereffektes der Kronen für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen sind Wälder stärker als alle anderen Landnutzungsformen durch anthropogen verursachte Stoffeinträge von Sulfatschwefel und Stickstoffverbindungen belastet. In Sachsen-Anhalt werden im Rahmen des Forstlichen Umweltmonitorings seit 1998 die Stoffeinträge in zwei Kiefernbeständen im Fläming (Nedlitz) und in der Altmark (Klötze) erfasst, um die Auswirkungen erhöhter Stoffeinträge sowie damit verbundener Risiken für Wälder, Waldböden und angrenzende Ökosysteme zu untersuchen. Um Erkenntnisse zum Einfluss der Baumart u.a. auf die Höhe der Stoffeinträge unter gleichen klimatischen und standörtlichen Bedingungen zu gewinnen, wird seit 2013 in Klötze zusätzlich der Stoffeintrag auf einer benachbarten Intensivmessfläche der Baumart Douglasie gemessen.

Obwohl mit der langjährigen Erfassung der Stoffeinträge erst 1998 begonnen wurde,

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

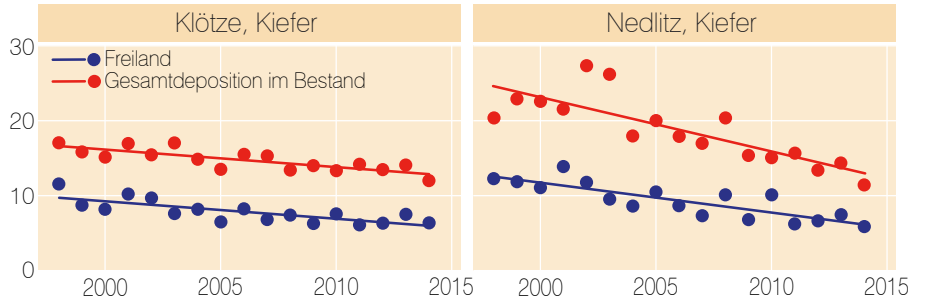


Foto: J. Evers

als der Schwefeleintrag im Vergleich zu den 1980er Jahren durch die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung bereits auf einem niedrigen Niveau lag, hat er seitdem weiter deutlich abgenommen. Er sank in Klötze unter Kiefer von 9,4 kg pro Hektar (1998) auf 3,4 kg pro Hektar im Jahr 2014 und in Nedlitz im gleichen Zeitraum von 8,7 auf 3,2 kg pro Hektar. Dies entspricht einem Rückgang um 64 % und bedeutet eine große Entlastung für das Ökosystem. Unter Douglasie betrug der Sulfatschwefeleintrag 2014 5,3 kg pro Hektar und war damit 1,6mal so hoch wie unter Kiefer.

Seit Jahrzehnten wird den Wäldern mehr Stickstoff zugeführt, als sie für ihr Wachstum nachhaltig benötigen. Hauptquellen für Stickstoff sind der Kfz-Verkehr (Nitratstickstoff) sowie die Landwirtschaft (Ammoniumstickstoff). Durch den erhöhten Eintrag kommt es 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 z. B. eine Verschiebung des Artengefüges der Wälder, Nährstoffungleichgewichte in den Pflanzen, Bodenversauerung und ein erhöhter Nitrataustrag mit dem Sickerwasser. Auf beiden Flächen summiert sich der Stickstoffüberschuss (atmosphärischer anorganischer Stickstoffeintrag abzüglich Bedarf für das Bestandeswachstum) seit 1998 auf ca. 200 kg pro Hektar.

Der Nitratstickstoffeintrag liegt in beiden Untersuchungsgebieten im langjährigen Mittel in der gleichen Größenordnung und hat sowohl im Freiland als auch in der Kronentraufe seit 1998 signifikant abgenommen. Er betrug 2014 im Freiland 2,6 kg pro Hektar (Nedlitz) bzw. 2,9 kg pro Hektar (Klötze) und mit der Kronentraufe unter Kiefer 5 kg pro Hektar (Nedlitz und Klötze). Unter Douglasie war er um rund 30 % höher als unter Kiefer und betrug 6,7 kg pro Hektar.

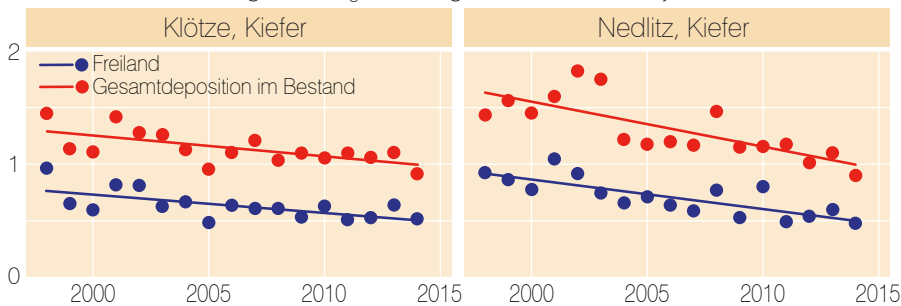
# Stoffeinträge

Unterschiede zwischen den beiden Flächen zeigen sich hingegen beim Ammonium. Zu Beginn der Messungen waren in Nedlitz die Einträge von Ammoniumstickstoff sowohl im Freiland als auch unter Kiefer deutlich höher als in Klötze, was vermutlich durch die räumliche Nähe zu lokalen Emittenten bedingt war. Seitdem nahm der Eintrag in Nedlitz jedoch sowohl im Freiland (jährliche Abnahme pro Hektar: Nedlitz: -0,32 kg, Klötze: -0,15 kg) als auch mit der Gesamtdeposition (jährliche Abnahme pro Hektar: Nedlitz: -0,57 kg, Klötze: -0,12 kg) deutlich stärker ab, so dass 2014 der Ammoniumstickstoffeintrag unter Kiefer in Nedlitz mit 6,5 kg pro Hektar geringer war als in Klötze (7,0 kg pro Hektar). Der höchste Eintrag von Ammoniumstickstoff ist 2014 mit 8,1 kg pro Hektar mit der Kronentraufe unter Douglasie zu verzeichnen. Trotz des kontinuierlichen Rückgangs des Stickstoffeintrags übersteigt der Eintrag nach wie vor den Bedarf des Waldes.

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 seelabflüchtige Anteile; Gauger et al., 2002).

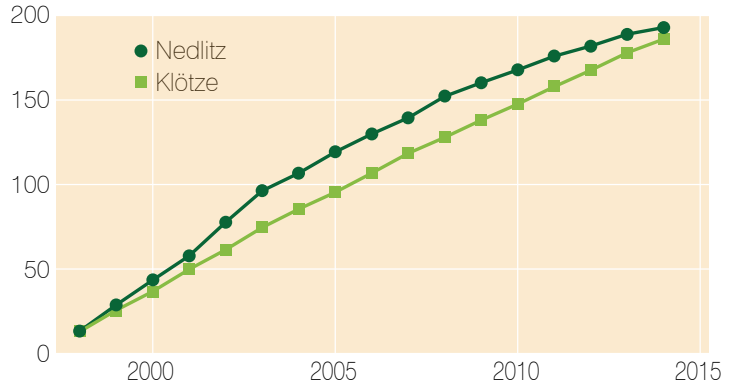
2014 betrug der Gesamtsäureeintrag pro Hektar zwischen 0,9 kmol<sub>c</sub> (Kiefer Nedlitz) und 1,2 kmol<sub>c</sub> (Douglasie). Im Mittel

Gesamtsäure-Eintrag in kmol<sub>c</sub> auf ausgewählten Flächen je Hektar und Jahr



*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.*

Summarischer Stickstoffüberschuss (kg pro Hektar) in Klötze und Nedlitz



hat der Säureeintrag unter Kiefer seit 1998 jährlich pro Hektar um 0,04 kmol<sub>c</sub> (Nedlitz) bzw. 0,02 kmol<sub>c</sub> (Klötze) abgenommen.

Aufgrund der geringen Basenvorräte im Boden übersteigen die Gesamtsäureeinträge trotz des Rückgangs nach wie vor die nachhaltige Säurepufferkapazität der untersuchten Bestände.

Eine standortsangepasste Bodenschutzkalkung zum Schutz der Waldböden und ihrer Filterfunktion ist daher zu empfehlen.



Level II-Fläche Klötze (Bestandesfläche)

Foto: NW-FVA