

Stoffeinträge

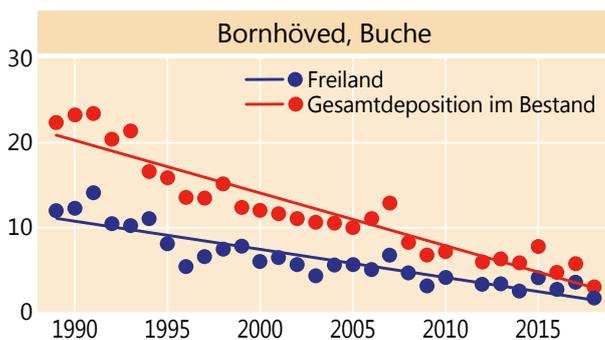
Birte Scheler

Nähr- und Schadstoffe werden in gelöster Form mit dem Niederschlag sowie durch den Auskämmeffekt der Baumkronen gas- und partikelförmig in Wälder eingetragen. Aufgrund der großen Oberflächen der Kronen ist der atmosphärische Stoffeintrag im Vergleich der Landnutzungsformen in Wäldern am höchsten. Diese so genannte Immissionschutzfunktion des Waldes stellt jedoch für das Ökosystem Wald selbst eine Belastung dar, da Schwefel- und Stickstoffverbindungen (Nitrat und Ammonium) das chemische Bodenmilieu durch Versauerung und Eutrophierung verändern.

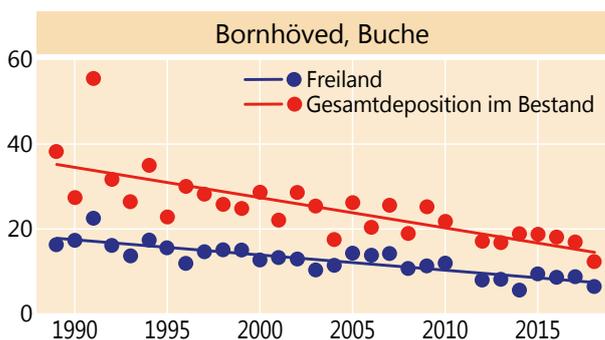
In Schleswig-Holstein wird seit 1989 im Rahmen des intensiven Forstlichen Umweltmonitorings der Stoffeintrag in einen 114-jährigen Buchenbestand bei Bornhöved erfasst. Der Bestandesmessfläche (Kronentraufe) ist eine Freifläche (Freilandniederschlag) zugeordnet. Zusätzlich wird zur Erfassung des gesamten Bestandesniederschlags der Stammablauf gemessen und analysiert, der in Buchenbeständen quantitativ bedeutsam ist. Mittels eines Kronenraumbilanzmodells (Ulrich 1991) werden aus den gemessenen Stoffflüssen Gesamtdositionsraten berechnet.

Die Höhe der Stoffeinträge wird maßgeblich durch verschiedene Faktoren wie Niederschlagsmenge und -verteilung, 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 aufgrund des Laubabwurfs unter Buche geringer als unter Fichte und Douglasie.

Sulfatschwefeleintrag (SO₄-S inkl. seesalzbürtigem Anteil) im Freiland und im Bestand in kg je Hektar und Jahr



Stickstoffeintrag (NH₄-N + NO₃-N) im Freiland und im Bestand in kg je Hektar und Jahr



durchgezogene Linie: signifikante Abnahme

Niederschlag

2018 war in Schleswig-Holstein ein besonders niederschlagsarmes Jahr. In Bornhöved fielen im Freiland 489 mm, der Bestandesniederschlag (Kronentraufe und Stammablauf) betrug 376 mm. Damit fielen im Freiland 256 mm (bzw. 34 %) und im Bestand 288 mm (bzw. 38 %) weniger Niederschlag als im Mittel 2008-2017. Ähnlich niederschlagsarm war im Beobachtungszeitraum nur das Jahr 1996. Insgesamt zeigt sich aber kein Trend bei der Niederschlagshöhe.

Schwefeleintrag

Durch die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung wie Rauchgasentschwefelung und die Einführung schwefelarmer Kraft- und Brennstoffe konnten die Schwefeldioxidemissionen wirksam reduziert werden. Aufgrund der sehr geringen Niederschlagsmengen im Jahr 2018 sowie der anhaltend sehr niedrigen gasförmigen Belastung durch Schwefeldioxid wurde in Bornhöved der niedrigste Schwefeleintrag seit Messbeginn beobachtet. Er betrug 2018 je Hektar 1,7 kg im Freiland und 3,1 kg im Buchenbestand. Von der Sulfatgesamtdosition unter Buche waren aufgrund der Nähe zum Meer 1,3 kg bzw. 43 % seesalzbürtig.

Stickstoffeintrag

Stickstoff wird einerseits in oxidierter Form als Nitrat (Quellen: Kfz-Verkehr, Verbrennungsprozesse) andererseits in reduzierter Form als Ammonium (landwirtschaftliche Quellen) in die Ökosysteme eingetragen. In Bornhöved betrug der

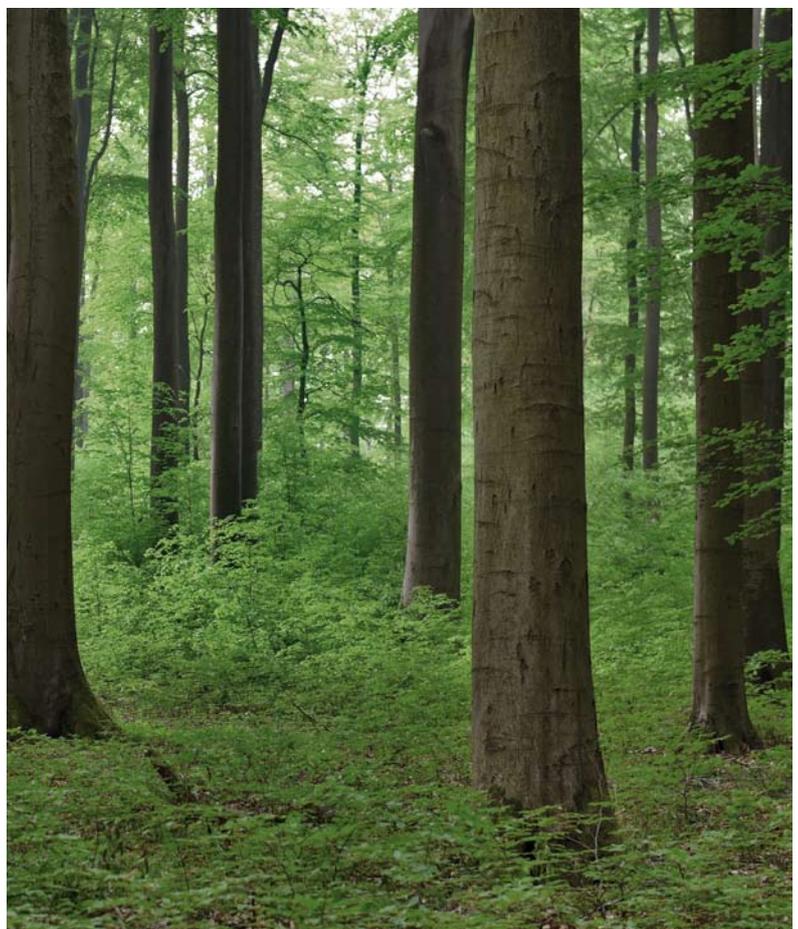


Foto: J. Evers

Stoffeinträge

Ammoniumanteil am anorganischen Stickstoffeintrag im 10-jährigen Mittel (2009-2018) im Freiland 56 % und an der Gesamtdeposition 53 %.

Der Nitratstickstoffeintrag hat seit dem Untersuchungsbeginn im Jahr 1989 sowohl im Freiland als auch unter Buche signifikant abgenommen. Dieser deutliche Rückgang hat sich in den letzten 10 Jahren fortgesetzt. 2018 betrug der Nitratstickstoffeintrag in Bornhöved je Hektar 2,7 kg im Freiland und 5,5 kg als Gesamdeposition unter Buche. Damit war der Nitratreintrag im Buchenbestand so gering wie nie zuvor im Untersuchungszeitraum.

Der Ammoniumstickstoffeintrag hat in Bornhöved seit 1989 ebenfalls signifikant abgenommen. Im Zeitraum 2009-2018 ging er im Gegensatz zum Nitratreintrag jedoch nur leicht zurück. 2018 betrug er im Freiland je Hektar 3,6 kg und unter Buche 6,7 kg.

Trotz des beobachteten Rückgangs überschreitet der anthropogen bedingte atmosphärische anorganische Stickstoffeintrag im Mittel der letzten 5 Jahre (2014-2018) mit 17,0 kg je Hektar unter Buche nach wie vor den Bedarf der Wälder für das Baumwachstum. Stickstoffeinträge, die über dem Bedarf des Ökosystems für das Wachstum liegen, ziehen jedoch – ggf. zeitverzögert – gravierende negative Konsequenzen für den Wald selbst sowie angrenzende Ökosysteme wie Oberflächen- und Grundwässer nach sich.

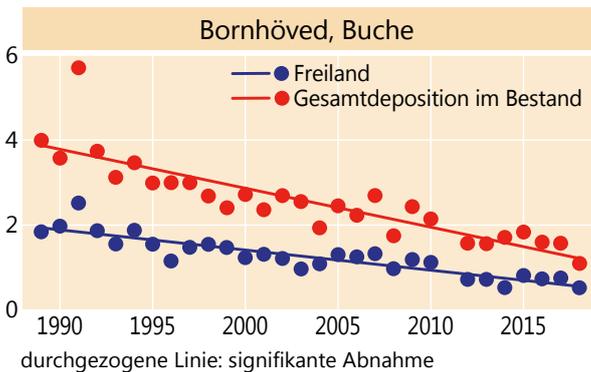
Gesamtsäureeintrag

Der Gesamtsäureeintrag berechnet sich als Summe der Gesamtdeposition von Nitrat, Ammonium, Sulfat und Chlorid (jeweils nicht seesalzbürtige Anteile, Gauger et al. 2002).

2018 betrug der Gesamtsäureeintrag je Hektar im Freiland 0,5 kmol_c und 1,1 kmol_c unter Buche

Ein Teil des Säureeintrags wird durch die ebenfalls mit dem Niederschlag eingetragenen Basen gepuffert. Berücksichtigt man diese Pufferleistung und zieht die nicht seesalzbürtigen Anteile der Basen Calcium, Magnesium und Kalium vom Gesamtsäureeintrag ab, erhält man den ökosystemar bedeutsamen Netto-Gesamtsäureeintrag (Gauger et al. 2002).

Gesamtsäureeintrag im Freiland und im Bestand in kmol_c je Hektar und Jahr



anthropogen = durch menschliche Aktivitäten verursacht

Deposition = Ablagerung von Stoffen

Eutrophierung = Nährstoffanreicherung

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 je Hektar.



Analyse von Wasserproben

Foto: J. Evers

Ein weiterer Teil der Säureeinträge wird im Waldboden gepuffert, da bei der Verwitterung Basen freigesetzt werden. Die nachhaltige Säurepufferung aus Verwitterung reicht auf den oft nährstoffarmen Waldstandorten jedoch auch unter Berücksichtigung der Baseneinträge nicht aus, um die Säureeinträge vollständig zu kompensieren. Eine standortsangepasste Kalkung zum Schutz der Waldböden und der Erhaltung ihrer Filterfunktion für das Grundwasser kann empfohlen werden.



Intensiv-Monitoringfläche Bornhöved

Foto: O. Schwerdtfeger