

Bestimmung von Ammoniak-Einträgen aus der Luft und deren Wirkungen in Waldökosystemen

K. Mohr ¹, H. Meesenburg ², K.J. Meiwes ², U. Dämmgen ³ und S. Schaaf ³

UBA – Workshop
Wirkungen, Risiken und Trends von Luftverunreinigungen in Deutschland:
Forschungsergebnisse und Anwendungen“
Berlin, 10./11.6.02

Im Vortrag werden die Aufgaben des Projekts, die Besonderheiten der Messstellen hinsichtlich der Emissionssituation sowie erste Ergebnisse der Messungen dargestellt.

Die Aufgaben

- Ermittlung von Gesamtflüssen (Nettoflüssen) reaktiver Stickstoff-Spezies mit Gasen und Aerosolen in ein Kiefernforst-Ökotop
- Ermittlung bestandesspezifischer N-Depositionen
- Räumliche Verteilung der Ammoniak- und Ammonium-Einträge

werden seit 2001 bearbeitet. Die Messstellen befinden sich in der Region Deutschlands, die die höchsten Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung aufweist (Abb. 1). Im Vortrag wird ausschließlich über die Messstelle Augustendorf im Landkreis Cloppenburg berichtet.

Die Messstelle wird seit 1994 als Messstelle des Level-II-Netzes betrieben. Langjährige Zeitreihen der Bestandeseinträge (Abb. 2) und der Austräge (Abb. 3) in das Grundwasser liegen vor.

¹ LUFA Oldenburg

² NFV Göttingen

³ FAL Braunschweig, Institut für Agrarökologie

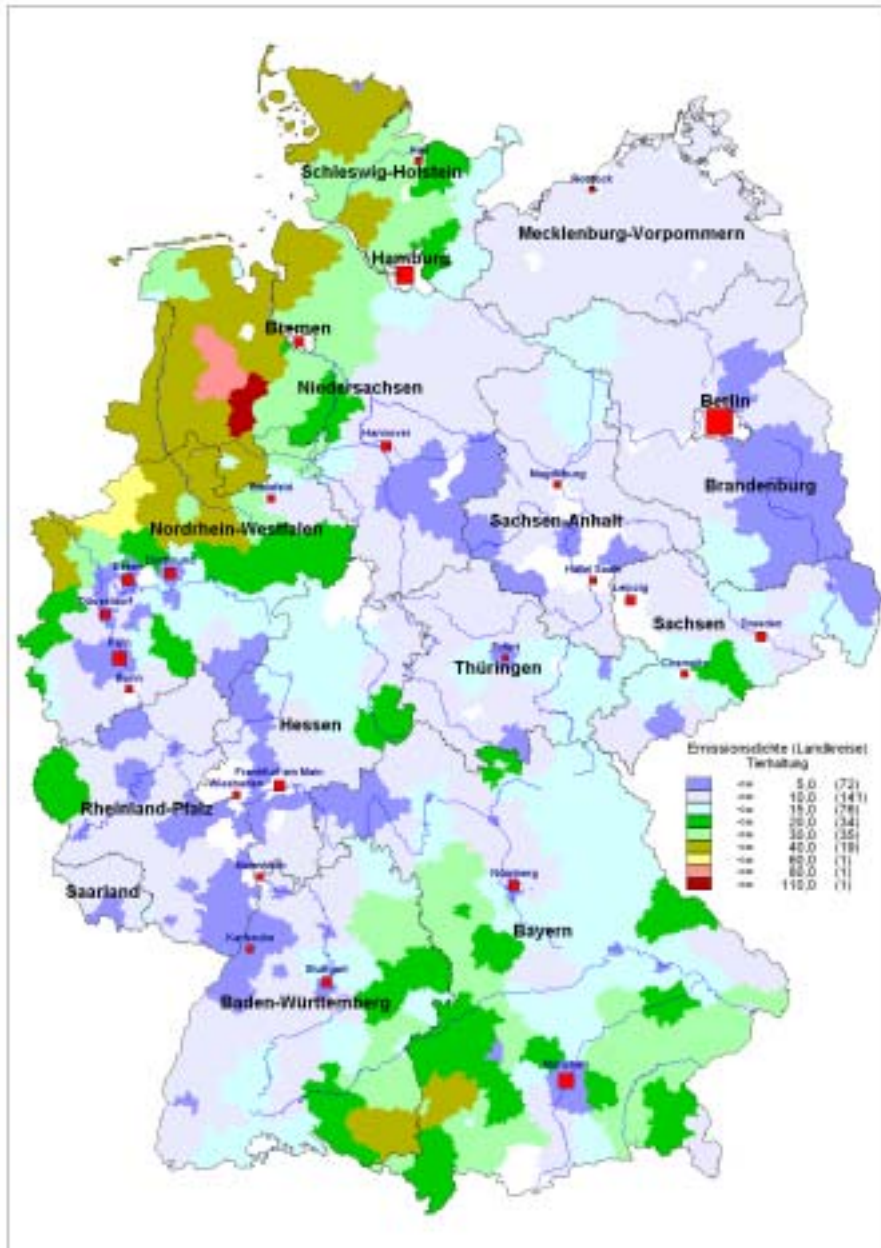


Abb. 1: Emissionsdichten aus der Tierhaltung 1996, in $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1} \text{NH}_3$

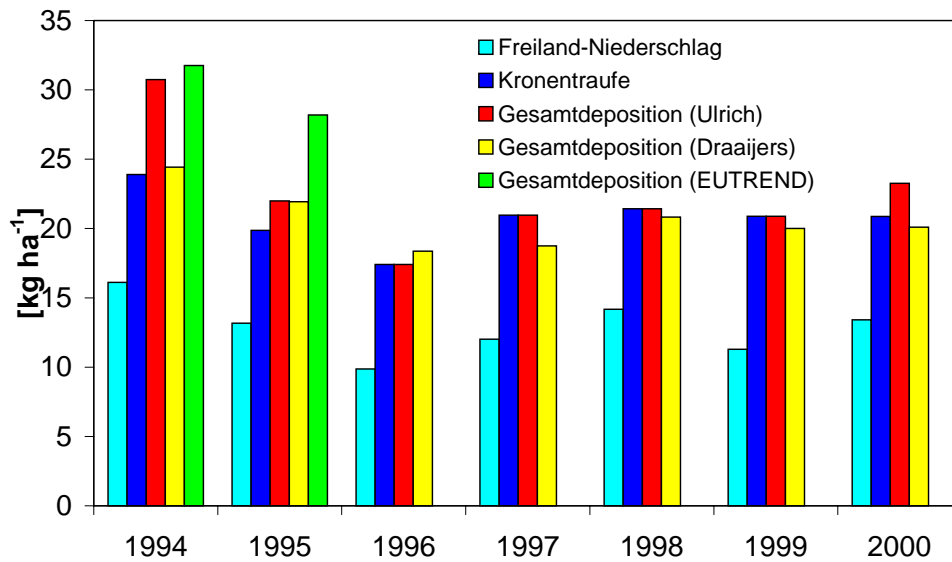


Abb. 2: Ammonium-Einträge auf der Level II-Fläche Augustendorf.

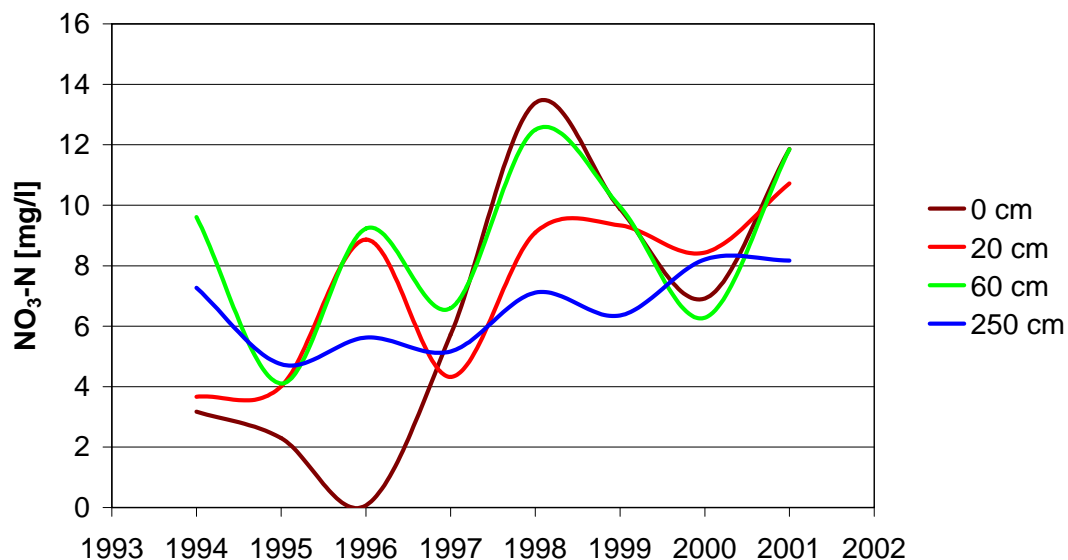


Abb. 3: Nitrat-Konzentrationen in der Bodenlösung in verschiedenen Tiefenstufen der Level II-Fläche Augustendorf.

Bestandesspezifische N-Depositionen

Durch die NFV Göttingen wird die Ermittlung bestandesspezifischer N-Depositionen bearbeitet. Zugrunde liegt die Annahme, dass unterschiedliche Bestandesstrukturen die Höhe der N-Depositionen bestimmen. Unter anderen kommen folgenden Faktoren eine besondere Rolle zu:

- Baumart/Baumartenmischung
- Entwicklungsphase/Höhe des Bestandes
- Bestandesdichte/spez. Oberfläche

- Bestandesrauhigkeit
- Struktur der Umgebung

Um einige der Faktoren zu untersuchen, wurden 13 Waldbestände im Raum Cloppenburg für die Messung der N-Einträge mit der Kronentraufemethode ausgewählt (Abb. 4). Erste Ergebnisse zur Interzeption der Bestände zeigen, dass in den Kiefernbeständen eine Tendenz zu abnehmender Interzeption mit zunehmender Bestandeshöhe, bei den Fichten-/Douglasienbeständen eine Tendenz zu zunehmender Interzeption mit zunehmender Bestandeshöhe vorherrscht. Die Eichenbestände verhalten sich indifferent.

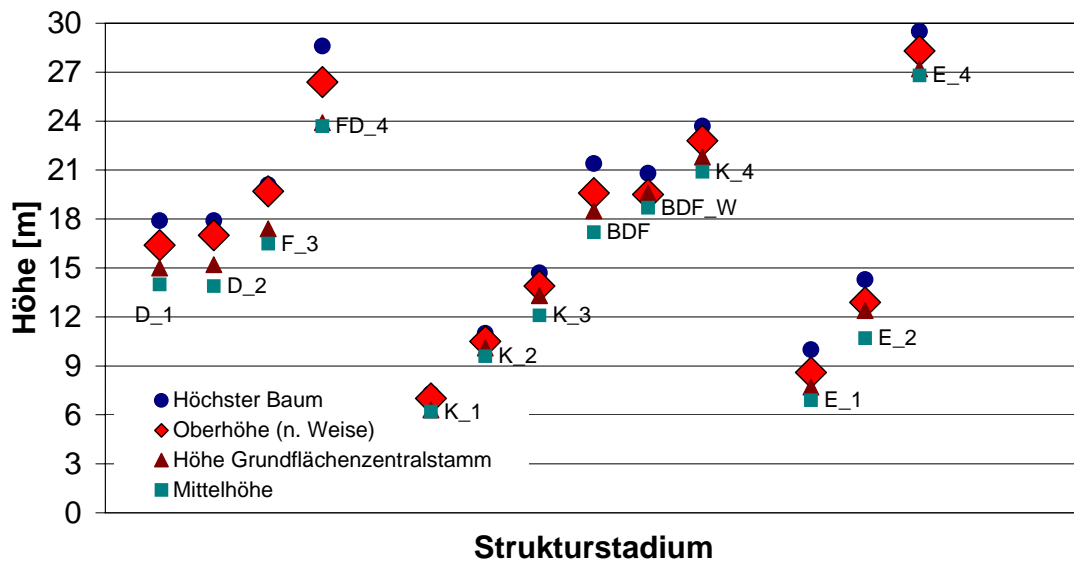


Abb. 4: Höhenstrukturen der Untersuchungsbestände im Raum Cloppenburg.

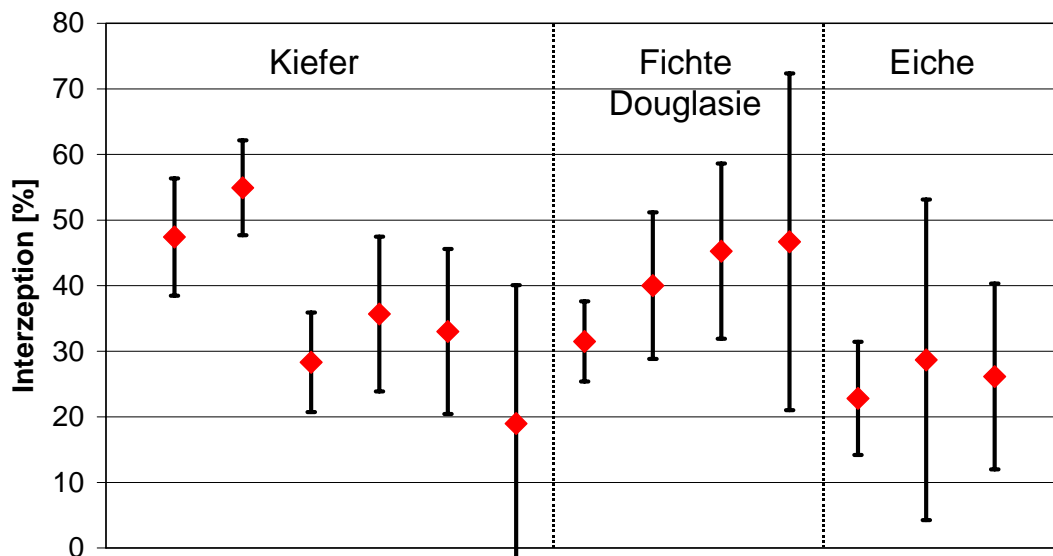


Abb. 5: Interzeption in den Untersuchungsbeständen im Raum Cloppenburg.

Ermittlung von Gesamtflüssen (Nettoflüssen) reaktiver Stickstoff-Spezies mit Gasen und Aerosolen in ein Kiefernforst-Ökotop

In den Aufgabenbereich der FAL fällt die Bestimmung von Stoffeinträgen mit mikrometeorologischen Methoden. Diese beruhen darauf, dass die man Flüsse in den und aus dem Bestand in der Atmosphäre über dem Bestand bestimmt. Aus finanziellen und praktischen Gründen werden die Flüsse unter Verwendung von Messdaten modelliert.

Mikrometeorologischer Ansatz

$$\text{Vertikaler Fluss} = [\text{Konzentration oberhalb der Bestandes} - \text{Konzentration im Bestand (Kompensationspunkt)}] \cdot 1/\text{Transportwiderstand}$$

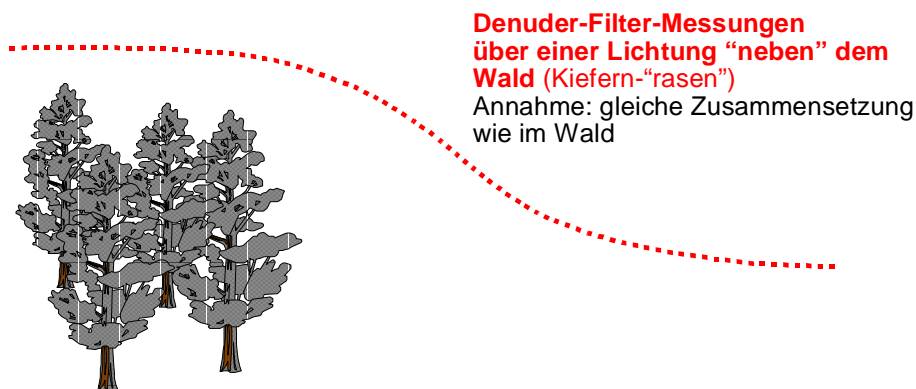
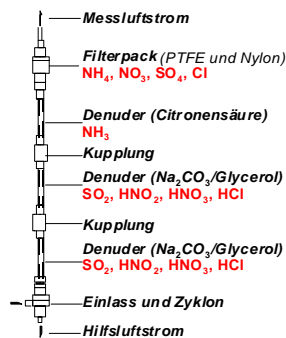


Abb. 6: Mikrometeorologischer Ansatz 1

Die Messung der Konzentrationen der für die Einträge von Säuren und eutrophierenden Stickstoff relevanten Gase und Aerosol-Inhaltsstoffe erfolgt auf einer benachbarten Freifläche mit Hilfe von Denuder-Filter-Apparaturen.

Mikrometeorologischer Ansatz

$$\text{Vertikaler Fluss} = [\text{Konzentration oberhalb der Bestandes} - \text{Konzentration im Bestand (Kompensationspunkt)}] \cdot 1/\text{Transportwiderstand}$$



Denuder-Filter-Messungen über der Lichtung (seit 11/01)

Messhöhe: ca. 5 m
Kiefern-„rasen“: ca. 1 m

Auflösung:
1 Woche (Tag und Nacht getrennt)

Kontinuierliche Denuder-NH₃-Messungen für Spätsommer geplant (Tagesgang)

Abb. 7: Mikrometeorologischer Ansatz 2 (Foto fehlt)

Erste Ergebnisse der Konzentrations-Messungen sind in den Abb. 7 bis 11 zusammen- gestellt.

NH₃-Konzentrationen

Monatsmittel

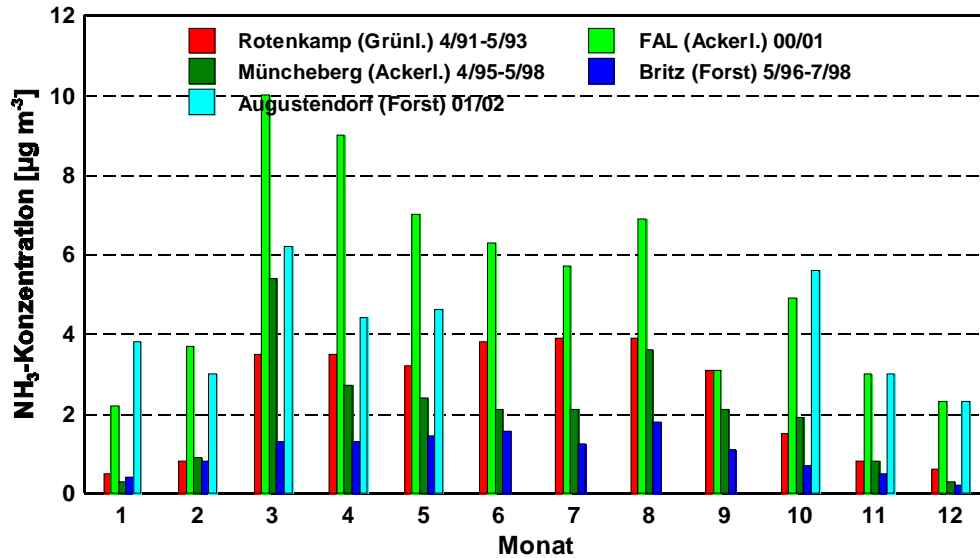


Abb. 7: Beispiele für Konzentrations-Messungen 1

NH₄-N-Konzentrationen

Monatsmittel

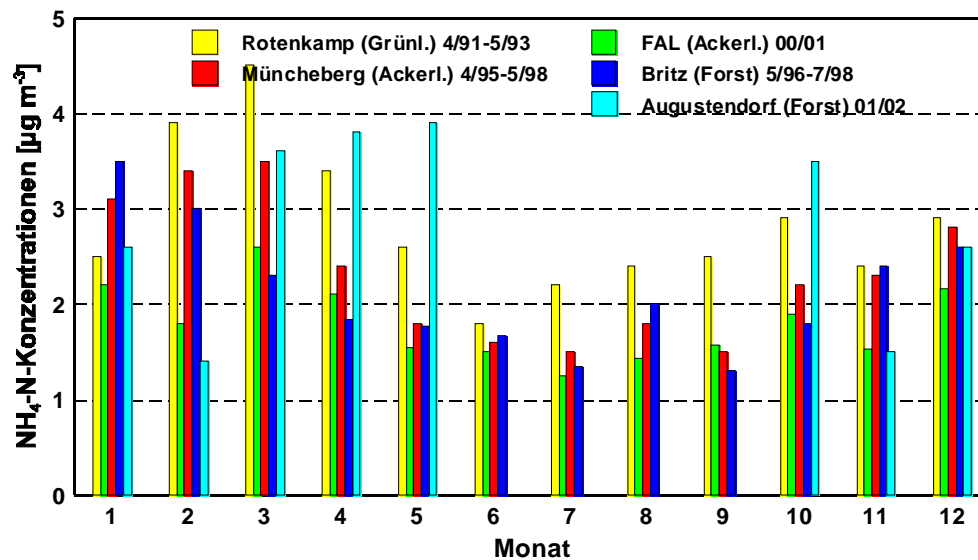


Abb. 8: Beispiele für Konzentrations-Messungen 2

SO₄-S-Konzentrationen

Monatsmittel

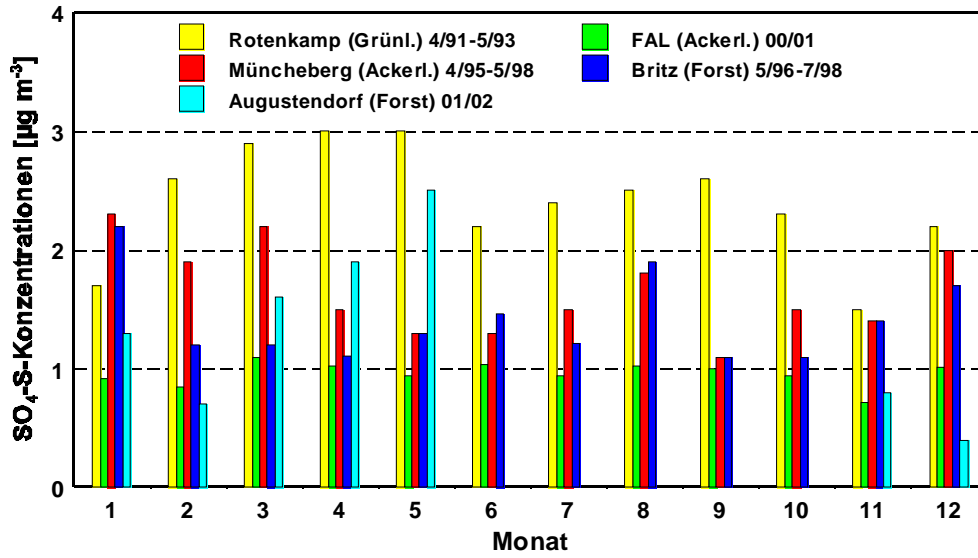


Abb. 9: Beispiele für Konzentrations-Messungen 3

NO₃-N-Konzentrationen

Monatsmittel

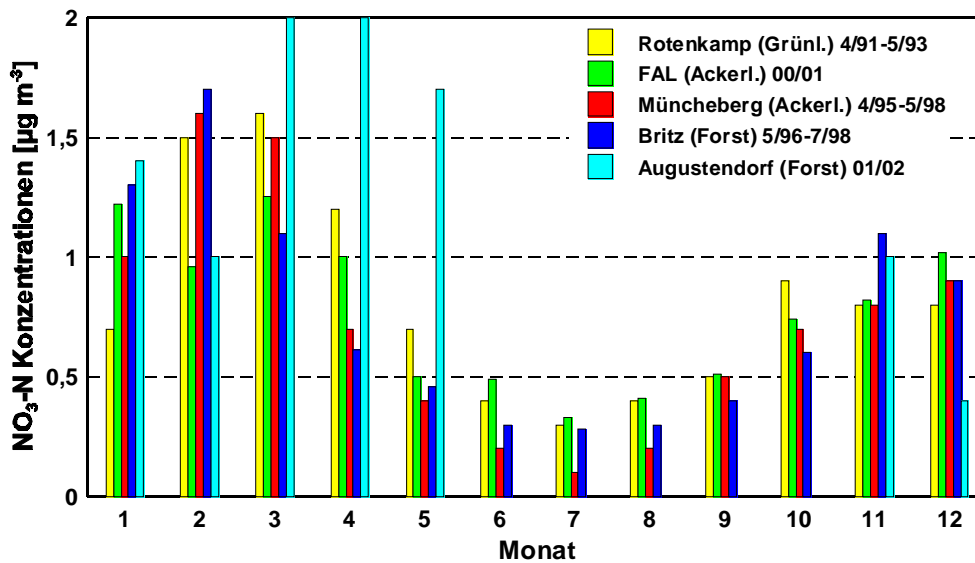


Abb. 10: Beispiele für Konzentrations-Messungen 4

HNO₃-Konzentrationen

Monatsmittel

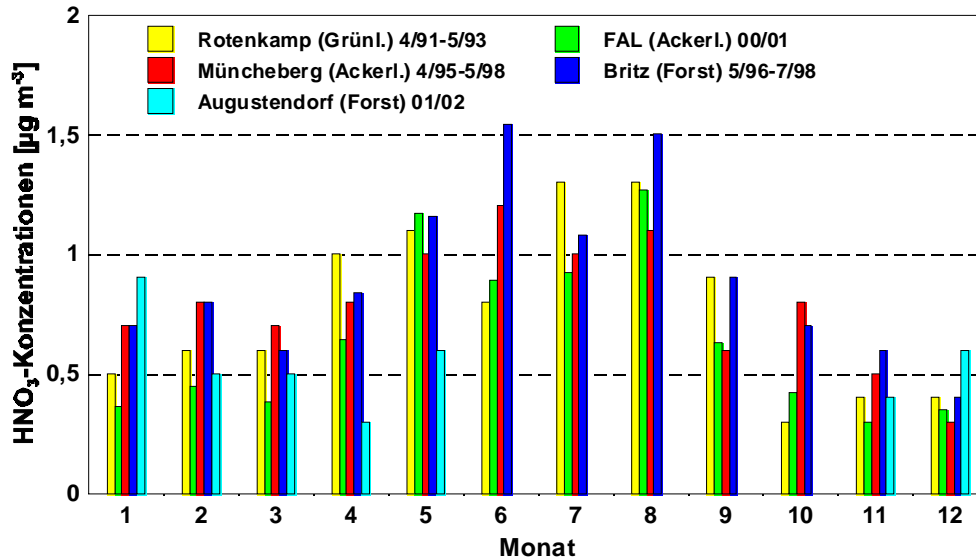


Abb. 11: Beispiele für Konzentrations-Messungen 5

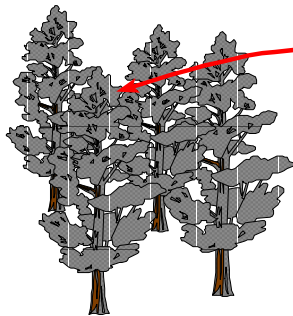
Die Immissionssituation zeichnet sich durch folgende Besonderheiten aus:

- Die Ammoniak-Konzentrationen entsprechen solchen, die in Gebieten mit (normaler) intensiver Landwirtschaft in Bodennähe gemessen werden.
- Die Konzentrationen an Aerosolen liegen deutlich über denen aller Vergleichsmessstellen. NH₄NO₃ überwiegt (NH₄)₂SO₄.
- HNO₃, das sich im Gleichgewicht mit NH₃ und NH₄NO₃ befindet, ist nur in relativ geringen Mengen vorhanden.

Die Konzentrationen der unteren Messhöhe müssen modelliert werden.

Mikrometeorologischer Ansatz

Vertikaler Fluss = [Konzentration oberhalb der Bestandes
- **Konzentration im Bestand** (Kompensationspunkt)]
· 1/Transportwiderstand



**Modellierung des
Kompensationspunktes**
(NH₃ nach Farquhar, Stützung durch
NH₃-Konzentrationsmessungen in der
Krone,
NH₄NO₃ nach Pryor et al.)

Auflösung:
0,5 h

Abb. 12: Mikrometeorologischer Ansatz 3

Erste Modellierungen des stomatären NH₃-Kompensationspunktes unter Verwendung von Datensätzen aus Speulderbos sind in Abb. 13 Messungen der atmosphärischen NH₃-Konzentration gegenübergestellt. Dies lässt den Schluss zu, dass in Augustendorf wahrscheinlich NH₃-Emissionen aus der Krone vorherrschen dürften.

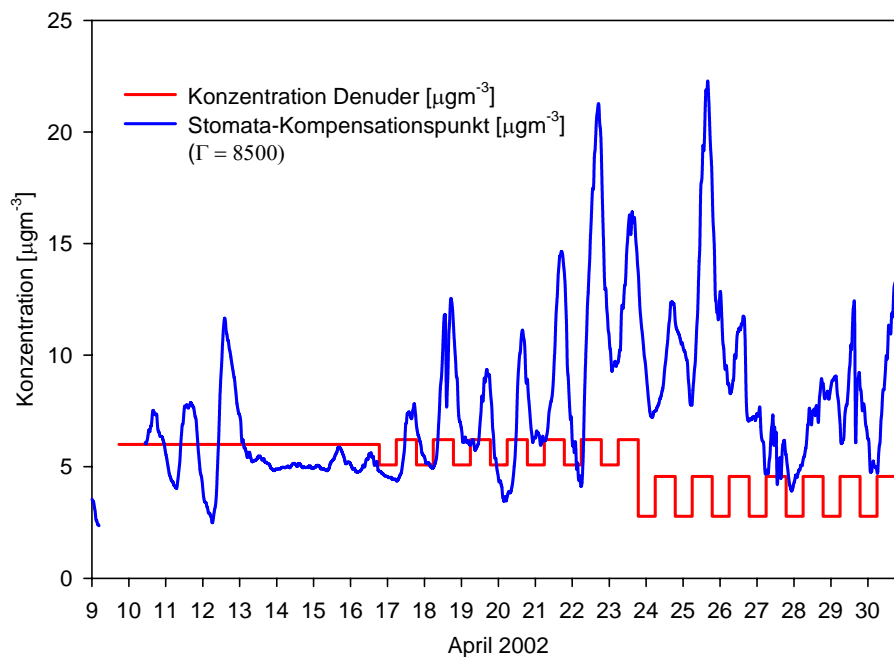


Abb. 13: Beispiel Konzentrationen und Kompensationspunkte

Die Transportwiderstände werden teilweise experimentell bestimmt, teilweise unter Berücksichtigung experimenteller Daten modelliert.

Die wenigen vorhandenen Daten lassen sich vor dem Hintergrund vor allem der Messungen in der Schorfheide und der Literatur wie in Abb. 14 einordnen: Die N-Bilanz des Standorts Augustendorf ist wahrscheinlich nur dann zu schließen, wenn der überschüssige Stickstoff aus der Krone in Form von NH_3 emittiert wird, trocken in der Krone deponiertes NH_4NO_3 teilweise nach Thermolyse verflüchtigt wird und mikrobielle Freisetzungen von N_2O , NO und N_2 angenommen werden.

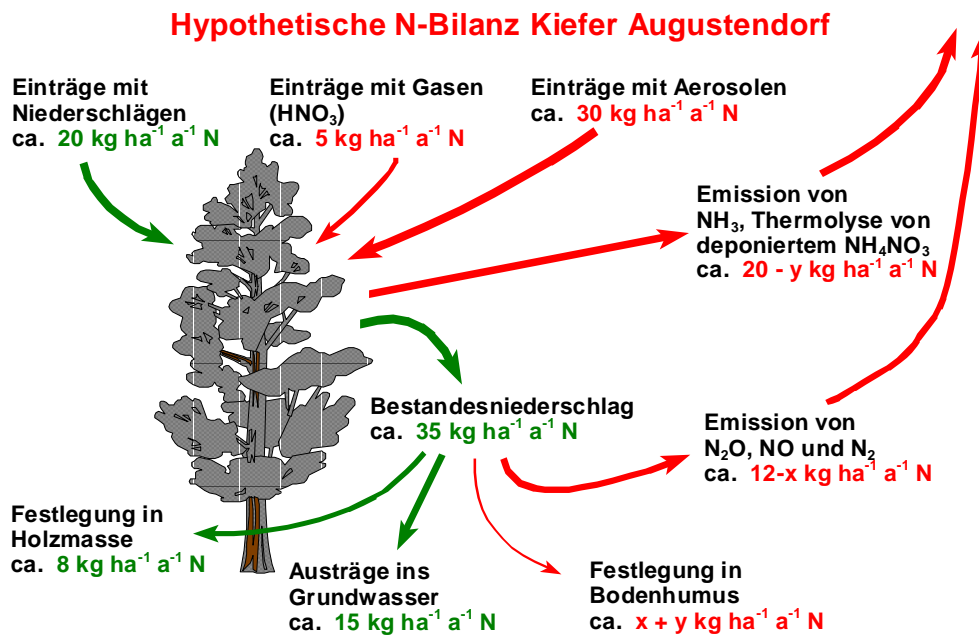


Abb. 14: Hypothetische N-Bilanz: grüne Zahlen: Messwerte; rote Zahlen: Schätzungen.