

N-Deposition in Mooren im Nationalpark Hochharz

Böhlmann, N., Bernsdorf, S., Meissner, R., Borg, H.,

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg;

Wegener, U.

Nationalpark Hochharz;

Russow, R., Böhme, F.

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

1. Einführung

Hohe Niederschläge, niedrige Jahresdurchschnittstemperaturen sowie wasserstauende Bodenschichten in geringer Tiefe sind die Voraussetzungen für die Entstehung einer Vielzahl kleinflächiger Moore im Hochharz. Charakteristisch für diese Lebensräume ist eine hochspezialisierte Vegetation, die an nährstoffarme Verhältnisse angepasst ist. Atmosphärische Stickstoffeinträge in das Gebiet (mündliche Mitteilung der BTU Cottbus: 60 – 80 kg N/ha/a), welche überwiegend durch Luftmassenferntransporte bedingt sind, lassen eine Beeinträchtigung, der in ihren Nährstoffhaushalten äußerst sensiblen, Ökosysteme vermuten. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Ermittlung der Auswirkungen des Stickstoffeintrags auf die Moorökosysteme des Hochharzes. Im Zusammenhang mit der Erfassung der N-Stoffflüsse an einem ausgewählten Moorstandort im Hochharz steht die Quantifizierung des atmosphärischen N-Eintrags und des N-Austrags innerhalb des Mooreinzugsgebietes als ein wesentlicher Bestandteil der Forschungsarbeit. Zudem werden Untersuchungen zum N-Umsatz im Moor in Abhängigkeit kleinräumig variierender spezifischer Standortbedingungen durchgeführt. Im Vordergrund der Ausführungen stehen die ersten Ergebnisse zum atmosphärischen N-Eintrag eines etwa einjährigen Untersuchungszeitraums.

2. Untersuchungsgebiet

Aufgrund der exponierten Stellung der weit nach Norden vorgeschobenen und hoch herausgehobenen Scholle trägt das Klima des Hochharzes weitaus stärker atlantische Züge als es seiner geographischen Lage entspricht. In Tabelle 1 sind die klimatischen Besonderheiten des Brockengebietes zusammengestellt. Die Niederschlags- und Nebelverhältnisse des Hochharzes lassen hohe Depositionen vermuten.

Tabelle 1

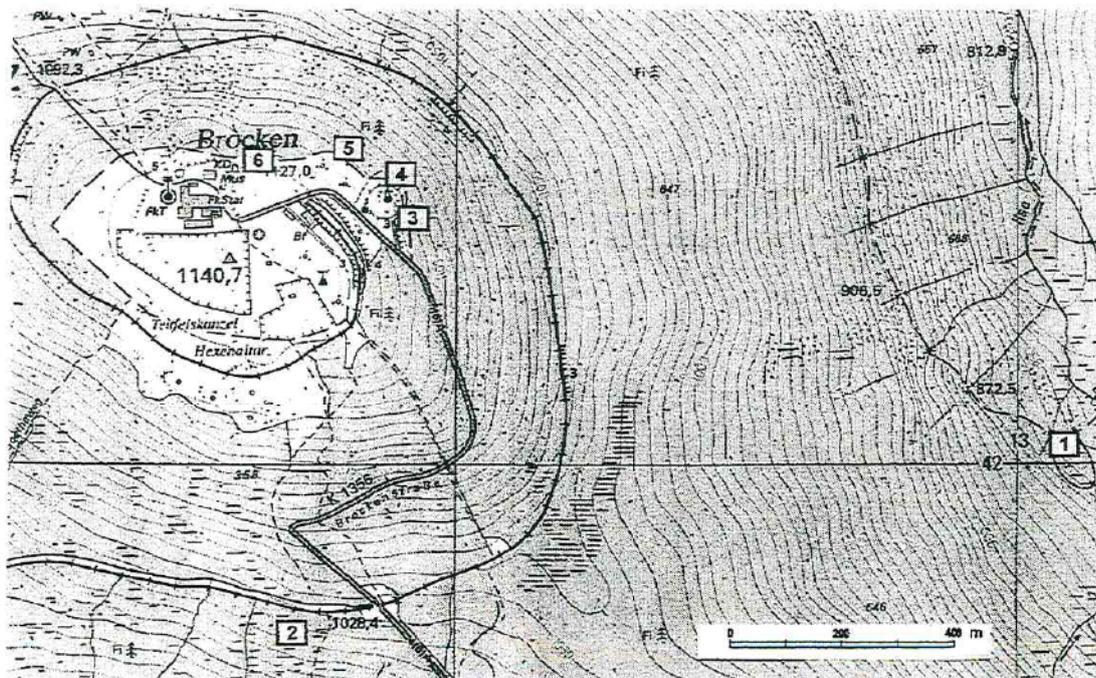
Klimatische Verhältnisse des Hochharzes

Niederschläge (mm) (Langjähriges Mittel: 1990 – 2000)	1889*
Temperatur (°C) (Jahresdurchschnitt)	3,6*
Nebeltage (langjährig)	306
Tage mit Schneefall	80
Tage mit Schneedecke	130 - 170
Hauptwindrichtung	SW - W

nach: Beug et al. 1999

* Daten der Nationalparkverwaltung 2002

Das Untersuchungsgebiet ist das Ilsemoor, ein soligenes Hangmoor, östlich der Brockenkuppe, in einer Höhe von 845 – 850 m ü. NN gelegen (Abb. 1). Es hat eine Fläche von ~ 1,5 ha. Hiervon sind 2/3 Fichten-Bruchwald und 1/3 der Fläche waldfrei. Das Ilsemoor weist eine Torfmächtigkeit von 1 bis 1,5 m auf und hat sich auf einer sandig grusigen Verwitterungsdecke des Brockengranits gebildet. Die Vegetation ist charakterisiert durch eine Nieder- bis Übergangsmoor-Vegetation in den offenen Bereichen sowie Fichten-Bruchwald (Baumann 2001).



1 Ilsemoor

Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes

3. Methode

Die Erfassung des Stickstoffeintrags erfolgt in Abhängigkeit des Eintragspfades, wobei Freiflächenniederschlag, Bestandesniederschlag (Stammablauf, Kronendurchlauf) und Nebel unterschieden werden. Die Depositionen werden nach den in Tabelle 2 aufgeführten Methoden ermittelt. Die Probenahme erfolgte in wöchentlichen Abständen. Es wurden die einzelnen Stickstoffverbindungen (N_t , NO_3-N und NH_4-N), pH-Werte und elektrischen Leitfähigkeiten (LF) untersucht.

Tabelle 2

Methoden zur Erfassung der N-Deposition

Eintragspfad	Methode	
	Quantitativ	Qualitativ
Freiflächenniederschlag	Automatischer Niederschlagsmesser	Bulk-Sammler
- Schnee	- Schneewanne (0,25 m ²) (Wasseräquivalent)	- Schneewanne (0,25 m ²)
Bestandesniederschlag		
- Stammablauf	Manschetten, Kippwasserzähler, Datalogger	Manschetten, Sammelgefäß
- Kronendurchlauf	Kippwasserzähler, Datalogger	Bulk-Sammler
- Schnee	analog Freiflächenniederschlag	analog Freiflächenniederschlag
Nebel*	Nebelmesseinrichtung	Sammelgefäße

* Messung erst ab März 2002

Die methodischen Hinweise für die Messungen sind folgender Literatur entnommen: DVWK 243/1997, DVWK 229/1994, LAWA 1998, Wohrab et al. 1992.

Die Flächenzuordnung des Bestandesniederschlags erfolgte auf der Grundlage einer Bestandeskartierung. Alle auf einer Fläche von 0,1 km² vorhandenen Fichten wurden unter Berücksichtigung von Stammhöhe, Stammumfang, Kronenhöhe und Kronenumfang kartiert. Entsprechend der durchschnittlichen Stammantelflächen und Kronenflächen des kartierten

Bestandes wurde eine Korrektur der gemessenen Stammablauf- und Kronendurchlaufmengen vorgenommen.

Parallel zur Messung der Bulk-Deposition wird am Standort in enger Zusammenarbeit mit dem UFZ Leipzig-Halle GmbH (Dr. R. Russow, Dr. F. Böhme) die ¹⁵N-Isotopenverdünnungsmethode (ITNI – Integral Total Nitrogen Input) zur Ermittlung der Gesamtdosition angewandt. Aufgrund der besonderen Standortverhältnisse wurde eine Modifizierung des Systemaufbaus vorgenommen. Die Stromversorgung wird über Autobatterien gewährleistet. Als Pflanzenbestand dient *Calamagrostis villosa*. Da der Versuch erst im Juli letzten Jahres angelaufen ist, können derzeit noch keine Ergebnisse vorgestellt werden.

4. Ergebnisse

4.1 Freiflächenniederschlag

Aus Tabelle 3 sind die Mittelwerte, Minima und Maxima sowie Standardabweichungen der untersuchten chemischen Parameter des Freiflächenniederschlags für den Zeitraum Februar 2001 bis Februar 2002 ersichtlich. Im Untersuchungszeitraum fiel eine Niederschlagsmenge von insgesamt 1430 mm. Hiervon waren 200 mm des Niederschlags Schnee. Die Untersuchungen des Freiflächenniederschlags zeigten sehr geringe N-Konzentrationen von durchschnittlich 1,4 mg/l N_t. Auffallend ist ein verhältnismäßig hoher Anteil an Ammonium-Stickstoff von durchschnittlich 0,5 mg/l. Die Nitrat-Stickstoffgehalte lagen im Mittel bei 0,3 mg/l.

Tabelle 3

Chemische Parameter des Freiflächenniederschlags

Chemische Parameter	n	Mittelwert	Min	Max	Standardabweichung
N _t (mg/l)	48	1,4	0,2	3,3	0,8
NH ₄ -N (mg/l)	48	0,5	0	2,4	0,4
NO ₃ -N (mg/l)	48	0,3	0	1,2	0,3
LF (µS/cm)	48	20,0	8,0	44,0	8,4
pH	48	6,0	4,4	7,0	0,5

Die Anteile der N-Parameter im Freiflächenniederschlag sind aus Abbildung 2 ersichtlich.

61 % des Gesamtstickstoffs liegen in anorganischer Form vor. Hiervon sind 29 % Nitrat-Stickstoff und 32 % Ammonium-Stickstoff. Das NO_3/NH_4 -Verhältnis beträgt 0,6:1. Ein Vergleich der N-Konzentrationen im Schnee und Regen zeigte hinsichtlich der Gesamtstickstoffgehalte keine Unterschiede. Die Zusammensetzung der N-Komponenten variiert jedoch. Im Schnee wurde ein deutlich höherer organischer N-Anteil nachgewiesen. Zudem liegen im Schnee höhere Ammonium-Stickstoffgehalte und niedrigere Nitrat-Stickstoffgehalte vor.

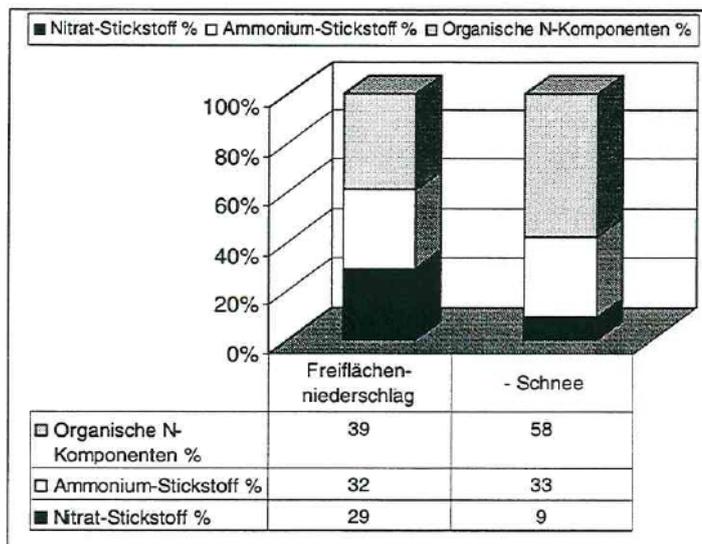


Abb. 2: Anteile der N-Parameter im Freiflächenniederschlag

Ein Zusammenhang zwischen Niederschlagsmengen und N_T -Konzentrationen ($r=0,3$), NO_3 -N-Gehalten ($r=0,1$) und NH_4 -N-Gehalten ($r=0,3$) konnte aufgrund der Streuung anderer Einflussfaktoren nicht festgestellt werden.

Der Freiflächenniederschlag zeigte eine geringe elektrische Leitfähigkeit von im Mittel 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die pH-Werte liegen im Durchschnitt bei 6.

4.2 Bestandesniederschlag

In Tabelle 4 sind die Mittelwerte der untersuchten chemischen Parameter des Bestandesniederschlags mit ihren Schwankungsbreiten für den Zeitraum Juni 2001 bis Februar 2002 zusammengestellt. Im Untersuchungszeitraum wurden 24 mm Stammablauf (~ 2 % des Freiflächenniederschlags) und 664 mm Kronendurchlauf (~ 46 % des

Freiflächenniederschlags) ermittelt. Im Vergleich zum Freiflächenniederschlag wurden im Bestandesniederschlag deutlich höhere N-Konzentrationen nachgewiesen. Mit durchschnittlich 5 mg/l N_t weist der Stammablauf fast 4-fach höhere Konzentrationen auf.

Tabelle 4

Chemische Parameter des Bestandesniederschlags

Chemische Parameter		n	MW	Min	Max	S
N _t (mg/l)	Stammablauf	37	5,0	1,4	13,0	3,0
	Kronendurchlauf	46	3,0	0,5	7,7	1,7
NH ₄ -N (mg/l)	Stammablauf	37	1,2	0	3,6	1,0
	Kronendurchlauf	46	1,0	0	3,4	0,8
NO ₃ -N (mg/l)	Stammablauf	37	1,8	0,2	5,3	1,3
	Kronendurchlauf	46	1,0	0	4,1	0,9
LF (µS/cm)	Stammablauf	37	70,0	19,0	212,0	49,0
	Kronendurchlauf	46	43,0	12,0	119,0	22,0
pH	Stammablauf	37	5,0	4,0	6,5	0,7
	Kronendurchlauf	46	5,0	4,0	6,3	0,5

MW: Mittelwert, S: Standardabweichung

Aus Abbildung 3 sind die Anteile der N-Parameter im Bestandesniederschlag ersichtlich. Auffallend ist der im Vergleich zum Freiflächenniederschlag relativ geringe Anteil an organischen Komponenten von 25 %. Der Stammablauf weist NO₃/NH₄-Verhältnisse von 1,5:1 und der Kronendurchlauf von 1:1 auf.

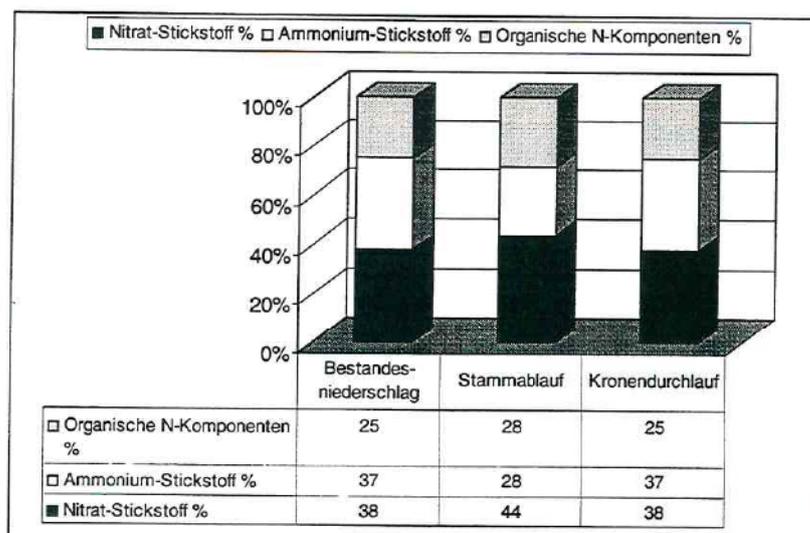


Abb. 3: Anteile der N-Parameter im Bestandesniederschlag

Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Niederschlagsmengen und N-Konzentrationen im Bestandesniederschlag konnte nicht festgestellt werden. Tendenziell wurden höhere Konzentrationen nach längeren Trockenperioden und niedrigere Konzentrationen in Verbindung mit höheren Niederschlägen beobachtet.

Mit durchschnittlich 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ weist der Stammablauf verhältnismäßig hohe elektrische Leitfähigkeiten auf. Im Kronendurchlauf wurden im Mittel LF von 43 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nachgewiesen. Die pH-Werte des Bestandesniederschlags liegen im Durchschnitt bei 5.

4.3 N-Fracht

Tabelle 5 zeigt die Stickstofffrachten im Freiflächen- sowie Bestandesniederschlag. Für den Untersuchungszeitraum Februar 2001 bis Februar 2002 lässt sich bei einer Niederschlagsmenge von 1430 mm auf der Grundlage der wöchentlich ermittelten N-Konzentrationen im Freiflächenniederschlag ein N-Eintrag von 17 kg N/ha/a berechnen.

Tabelle 5

N-Fracht im Niederschlag

Eintragspfad	Zeitraum	Menge mm	N-Fracht kg N/ha
Freiflächenniederschlag	Februar 2001 – Februar 2002	1430	17
- <i>Schnee</i>		200	2
Bestandesniederschlag	Juni 2001 – Februar 2002	688	19
Stammablauf		24	1
Kronendurchlauf		664	18

Im Bestand ergibt sich für den Zeitraum Juni 2001 bis Februar 2002 bei einer Niederschlagsmenge von 688 mm ein N-Eintrag von 19 kg N/ha. Den höchsten Anteil hat hierbei der Kronendurchlauf mit 18 kg N/ha. Nur 1 kg N/ha wird mit dem Stammablauf eingetragen. Anhand der vorliegenden Daten wird für den Zeitraum eines Jahres eine N-Fracht von ~ 25 kg N/ha/a im Bestand prognostiziert.

5. Schlussfolgerungen

Auf der Grundlage der Messergebnisse eines etwa einjährigen Untersuchungszeitraumes konnten die angenommenen hohen N-Depositionen nicht bestätigt werden. Eine Ursache für den am Standort nachgewiesenen sehr geringen N-Eintrag ist vermutlich die geschützte Lage des Ilsemoores im Windschatten des Brockens. In Fortsetzung der Forschungsarbeiten sind daher vergleichende Depositionsmessungen auf der Brockenkuppe vorgesehen. Weitere Schwerpunkte sind zum einen die Erfassung der N-Deposition im Nebel sowie zum anderen die Auswertung des ITNI-Versuchs.

6. Literatur

Baumann, K. 2001, unveröffentlicht, Vegetation eines soligenen Hangmoores im Ilsequellgebiet (Nationalpark Hochharz), Kartierung im Auftrag der Nationalparkverwaltung Hochharz.

Beug, H. J.; Henrion, I. und Schmüser, A., 1999: Landschaftsgeschichte im Hochharz – Die Entwicklung der Wälder und Moore seit dem Ende der letzten Eiszeit. Papierflieger, Clausthal-Zellerfeld.

DVWK 229/1994: Grundsätze zur Ermittlung der Stoffdepositionen.

DVWK 243/1997: Erfassung der depositionsbedingten Schadstoffbelastung des Sickerwassers aus Waldstandorten – Einfluß auf die Grundwasserbeschaffenheit.

LAWA 1998: Atmosphärische Deposition – Richtlinie für Beobachtung und Auswertung der Niederschlagsbeschaffenheit 1998. Kulturbuch-Verlag GmbH, Berlin.

Wohlrab, B.; Ernstberger, H.; Meuser, A.; Sokollek, V., 1992: Landschaftswasserhaushalt - Wasserkreislauf im ländlichen Raum. Veränderungen durch Bodennutzung, Wasserbau und Kulturtechnik. Parey, Berlin.

Weiterführende Literatur

Acker, K.; Möller, D.; Wieprecht, W., Naumann, St., 1995: "Mt. Brocken, a site for a cloud chemistry measurement programme in central europe". In: Water, Air and Soil Pollution 85: 1974-1984.

Asmann, W.A.H., 1993: "Emission and Deposition of ammonium". In: The Terrestrial Nitrogen Cycle as influenced by Man, Nova Acta Leopoldina, No. 288, Bd.70.

Böhlmann, N.; Bernsdorf, S.; Borg, H.; Wegener, U. 2001: "Einfluss anthropogener Belastungen auf chemische Kennwerte des Wassers in Mooren des Hochharzes". In: Landnutzung und Landentwicklung 42: 1 – 6.

Brumme, R.; Borken, W.; Finke, S., 1999: "Hierarchical control on nitrous oxide emission in forest ecosystems". In: Global Biogeochemical Cycles, Vol. 13, NO 4: 1137 – 1148.

Cape, J.N.; Kirika, A.; Rowland, A. P.; Wilson, D.R.; Jickells, T. D.; Cornell; S. 2001: "Organic Nitrogen in Precipitation: Real Problem or Sampling Artefact ?" In: The Scientific World 1.

Dillon, P.; Lusia, M.; Reid, R.; Yap, D., 1988: "Ten-year trends in sulphate, nitrate and hydrogen deposition in Central Ontario." In: Atmospheric Environment 22": 901-905.

Mehlert, S. 1996: „Untersuchungen zur atmosphärischen Stickstoffdeposition und zur Nitratverlagerung.“ In: UFZ-Bericht 22, Hamburg: 3-21.

Mues, V., 2000: GIS-gestützte Regionalisierung von Klima- und Depositionsdaten in Niedersachsen. Göttingen.

Müller, N.; Bauche, M., Bilanzierung der Stoffflüsse eines Einzugsgebietes in einem Mittelgebirgshochmoor“. In: Telma. Band 28. Hannover: 1998: 205-236.

Pahl, S.; Winkler, P. 1995: Höhenabhängigkeit der Spurenstoffdeposition durch Wolken auf Wälder. Deutscher Wetterdienst, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg. Abschlußbericht 1995, 97 S.

Twenhöven, F.L. "Untersuchungen zur Wirkung stickstoffhaltiger Niederschläge auf die Vegetation von Hochmooren". In: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg. Hg. K. Dierßen. Heft 44. Kiel: 1992: 1-5, 145-146.



UFZ-Bericht

UFZ-UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM LEIPZIG-HALLE GMBH

Nr. 16/2002

Stickstoff – ein Nährstoff aus dem Gleichgewicht

Ergebnisse aus dem Workshop "N-Deposition in Agrarökosystemen" vom 2. bis 3. Mai 2002

Uwe Franko (Hrsg.)

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Bodenforschung

ISSN 0948-9452