©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

Wiss. Mitt. Niederösterr. Landesmuseum	**25**	237-248	St. Pölten 2014

Atmosphärische Stickstoffdepositionen im Gebiet des Biosphärenparks Wienerwald

Harald G. Zechmeister, Roman Türk, Michaela Kropik

Zusammenfassung

Stick(stoff)oxide (NOx) und Gesamtstickstoffdeposition wurden für das Gebiet des Biosphärenparks Wienerwald (BPWW) mittels „ordinary Kriging" modelliert. Die Ausgangsdaten für NOx stammten von 35 technischen Messstellen der Bundesländer Niederösterreich, Wien und Burgenland, jene für Gesamtstickstoff von 13 Sammelpunkten aus einem Monitoringprojekt der UNECE-ICP-Vegetation. Die Modellierungen zeigen, dass die Gebiete mit höchster NOx-Belastung unmittelbar im Anschluss an die dicht besiedelten Außenbezirke Wiens liegen. Die höchsten Gesamtstickstoffdepositionen sind im Südwesten (Bereich Schöpfl) bzw. im Südosten des Gebietes anzutreffen. Sie sind im österreichweiten Vergleich sehr hoch. Es wurden für jeden Monitoringpunkt der aktuellen Erhebung der Biodiversität im BPWW NOx und Gesamtstickstoffdaten modelliert und mit den Artenzahlen epiphytischer Moose und Flechten korreliert. NOx korreliert nicht mit der Anzahl der Moose, Gesamtstickstoff korreliert hoch signifikant mit der Gesamtartenzahl und der Anzahl der epiphytischen Moose. Zwischen den vorhandenen N-Daten und den Artenzahlen der epiphytischen Flechten liegen keine statistisch signifikanten Korrelationen vor. In den Monitoringflächen mit den höchsten Gesamtstickstoffdepositionen sind aber sehr wohl keine oder nur sehr wenige epiphytische Flechten zu finden. Die Ergebnisse zeigen, dass für eine fundierte Interpretation der Biodiversitätsdaten dringend Daten zur Ammoniumdeposition und zu anderen N-Einträgen (z. B. „dissolved organic nitrogen" – DON) notwendig wären. Aufgrund der bekannten Bedeutung von Stickstoffverbindungen auf die Biodiversität vieler Organismengruppen wird daher die Einrichtung eines dichteren (Bio) Monitoringnetzwerks zur Überwachung der Stickstoffdepositionen dringend empfohlen.

Abstract

Atmospheric nitrogen deposition in the Biosphere Reserve Wienerwald

Nitrogen oxide (NOx) and total N-deposition were modelled by ordinary Kriging for the area of the Biosphere Reserve Wienerwald. Modelling was based on data derived from 35 sites at which NOx is measured by technical equipment and from 13 sites at which N total was evaluated within a programme of the UNECE-ICP-Vegetation. Areas with highest NOx are close to the densely populated parts of Vienna. Eastern parts of the reserve are generally more polluted by NOx. Total N-deposition has a

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

great emphasis on the SW and SE of the area and is high even compared to the overall Austrian N-deposition. Modelled NOx data were calculated for each site of the basic biosphere reserve monitoring and correlated with species richness from epiphytic lichens and bryophytes. There were no correlations between NOx and the number of moss taxa however, there was a strong correlation of moss data with N-total deposition. There were no statistically significant correlations between epiphytic lichens and any of the modelled N-data. Nevertheless, monitoring plots without lichens have the highest N- input. The study is biased by missing data on ammonia and dissolved organic nitrogen. A dense (bio)monitoring network for the analysis of total nitrogen input is urgently advised, as N is a main trigger for biodiversity within the biosphere reserve.

Key words: nitrogen deposition, NOx, total nitrogen, kriging, mosses, lichens

Einleitung

Stickstoff (N) ist Grundbaustein einer Reihe von Molekülen, die für Pro- und Eukaryoten essentiell sind (Amino- und Nukleinsäuren, Chitin etc.). N unterliegt in verschiedenen Verbindungen einem ständigen Umbau in unterschiedlichen biotischen, geochemischen und anthropogen beeinflussten Kreisläufen (z. B. Johnson & Turner 2014). Anthropogen bedingte Freisetzungen von Stickstoffverbindungen haben einen wesentlichen Beitrag zum Gesamtstickstoffumsatz. Ammoniumemissionen, die primär aus der Landwirtschaft stammen, und Emissionen aus Verbrennungsprozessen (NOx) machen jährlich ca. 100 Tg aus (Fowler et al. 2013). Organische Stickstoffdepositionen (dissolved organic nitrogen – DON) wurden bislang vielfach unterschätzt. Wie neueste Untersuchungen zeigen, spielt DON aber eine nicht zu unterschätzende Rolle im Stickstoffkreislauf. Der Anteil von DON an atmosphärischen Depositionen wird zwischen 25 % und 35 % der gesamten N-Deposition geschätzt (Cui et al. 2014). Auch DON unterliegt anthropogenen Anreicherungen (z. B. durch Gülledüngung).

Neben ihrer essentiellen Funktion haben eine Reihe von reaktiven N-Verbindungen auch toxische Effekte. Vor allem Stickoxide (NOx) und Ammonium (NH_4^+) wirken u. a. als Zellgift bzw. sind Ausgangspunkt weiterer toxischer Substanzen (z. B. Ozon, Aerosole, Ammoniumnitrat, Ammoniumsulfat). Dadurch sind sie Ursache für eine Reihe dramatischer Umweltprobleme wie Luft- und Trinkwasserverschmutzung, Eutrophierung, Biodiversitätsverlust und Klimawandel (Erisman et al. 2013).

Der große Einfluss von Stickstoffverbindungen auf alle Lebensformen – von Prokaryoten bis zum Menschen – ist durch eine große Anzahl an Studien belegt. Neben negativen Auswirkungen von Stickoxiden auf die Gesundheit von Säugetieren sind vor allem die Folgen von Umwandlungsprodukten der Stickoxide und Ammonium auf die Pflanzenwelt

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

gut untersucht. Erhöhte Einträge von Stickstoff (inkl. DON) führen längerfristig fast immer zu einer Abnahme der Biodiversität eines Lebensraumes. Dies ist einerseits auf die Zunahme nitrophiler Arten und die dadurch bedingte Verdrängung von Arten, welche an nährstoffarme Verhältnisse angepasst sind, zurückzuführen, andererseits kommt es durch die Bildung saurer Niederschläge zu direkter Schädigung der Organismen und damit verbunden zum Ab-/Aussterben dieser Arten (Bobbink et al. 2010, Dise et al. 2011).

Trotz dieser Bedeutung auf die Vielfalt des Lebens sind die atmosphärischen N-Depositionen im Gebiet des Biosphärenparks Wienerwald (BPWW) bislang unzureichend untersucht. Die Messstationen der entsprechenden Luftgütemessnetze der Bundesländer Wien, Niederösterreich und Burgenland liegen größtenteils nur in den Randbereichen des BPWW (siehe Abb. 1) und messen nur Teile der N-Einträge. Regelmäßige biologische Erfassungen der Gesamtstickstoffdepositionen mittels Moosen gab es in den Jahren 2005 und 2010 im Rahmen eines europaweiten Projekts der UNECE-ICP-Vegetation (z. B. Zechmeister et al. 2009, Umweltbundesamt 2014 – siehe auch Abb. 2). Allerdings liegen auch hier nur wenige Punkte im Bereich des BPWW. Eine Studie von Zechmeister et al. (2007) bzw. Krommer et al. (2007) ist die einzige Arbeit, die sich mit dem engeren Gebiet des BPWW in toxikologischer Hinsicht auseinandersetzt. Dabei wurden mittels Moosen Depositionen von Schwermetallen und erstmals auch von PAHs ermittelt und mit modellierten Daten aus technischen Messungen korreliert.

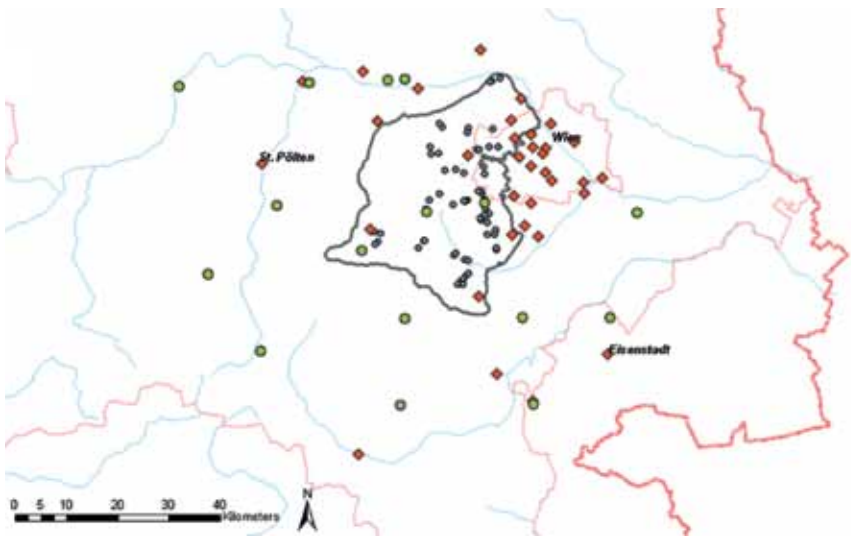

Abb. 1: Standorte, welche für die Modellierungen herangezogen wurden: technisches Messnetz (rote Quadrate), Moosmonitoring im Rahmen der UNECE-ICP-Vegetation (grüne Kreise), Monitoringpunkte des Biodiversitätsmonitorings für Moose und Flechten (graue Kreise).

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

Geostatistische Modellierungen sind ein vielfach erprobtes Instrument zur Ermittlung flächendeckender Informationen auf Basis von punktförmigen Informationen. Sie werden weltweit auch dazu eingesetzt, um negative Folgen von Luftschadstoffen auf Ökosysteme und deren Bewohner aufzuzeigen (z. B. Harmens et al. 2013, Robinson et al. 2013).

Ziel des vorliegenden Artikels ist die Ermittlung der atmosphärischen N-Depositionen im Gebiet des BPWW auf Basis von Modellierungen aus den aktuellen Messdaten der Umweltschutzabteilungen der Bundesländer NÖ und Wien und den Stickstoffdaten aus einem Projekt der UNECE-ICP-Vegetation. Zusätzlich soll untersucht werden, ob diese Informationen mit den Biodiversitätsdaten von Moosen und Flechten korrelieren, welche im Rahmen des gegenständlichen Biodiversitätsmonitorings erhoben wurden.

Material und Methoden

Datenbasis für die Modellierungen

Die Basis für die Modellierungen waren Messdaten für NOx aus 35 Messstationen, welche von den Umweltschutzabteilungen der Bundesländer NÖ (Numbis 2014), Wien (Augustyn et al. 2013) und Burgenland (Fercsak et al. 2013) betreut werden. Es wurden die Jahresmittelwerte für 2012 verwendet. Nur sieben dieser Stationen sind innerhalb des BPWW, die meisten Stationen liegen außerhalb des Biosphärenparks (Abb. 1). Für diese Studie wurden jene Stationen ausgewählt, die eine flächendeckende Modellierung für das gesamte Gebiet zuließen.

Weiters wurden die Gesamtstickstoffdaten von 16 Sammelpunkten eines europaweiten Monitoringprogrammes mit Moosen im Rahmen der UNECE-ICP-Vegetation für das Biosphärenparkgebiet modelliert. Diese Sammelpunkte haben ungefähr die gleiche Flächenabdeckung wie die NOx-Messstationen. In diesem Ausgangsdatensatz lagen nur drei Sammelpunkte innerhalb des Biosphärenparks (Abb. 1). Die dabei verwendeten Daten umfassen den Depositionszeitraum von 2008 - 2010, sind also mit den Messdaten nicht direkt vergleichbar, sehr wohl aber ein geeigneter Indikator für das aktuelle Vorkommen von Moosen und Flechten.

Die Biodiversitätsdaten von Moosen und Flechten wurden im Projekt zur Basiserhebung auf den Monitoringflächen im BPWW ermittelt (Zechmeister 2014, Türk 2014).

Methodik der Modellierung

Die Modellierung der Stickstoffdaten für das Gebiet des BPWW erfolgte im Programm ArcGIS (Esri, Version 10.1) mittels „ordinary Kriging“, basierend auf dem Modell „Spherical“. „Range“, „Nugget“, „Lag Size“, „Number of Lags“, „Search Radius“ sowie die Anzahl der in die Berechnung einbezogenen „Neighbours“ (= 12) wurden wie vom Programm vorgeschlagen übernommen.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

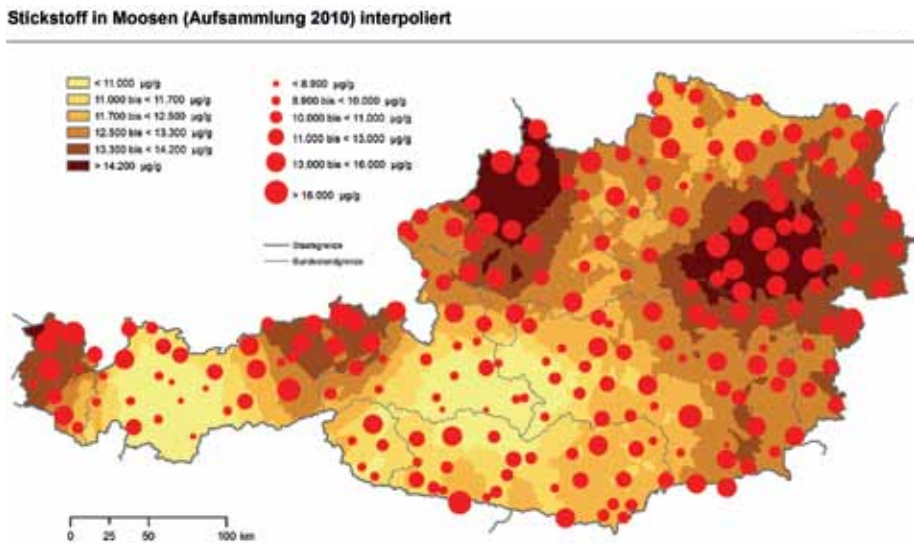

Abb. 2: Gesamtstickstoffdepositionen in Österreich auf Basis des Moosmonitorings im Rahmen eines Projektes der UNECE-ICP-Vegetation; die Aufsammlung 2010 umfasst den Depositionszeitraum 2008 - 2010 (UMWELTBUNDESAMT 2014).

Neben der flächendeckenden Darstellung der NOx- und der Gesamtstickstoffdepositionen war es auf diese Weise möglich, für die aktuell, im Rahmen der Basiserhebung des BPWW untersuchten Monitoringpunkte für Moose und Flechten einen modellierten Depositionswert für NOx zu erhalten. Diese Daten wurden verwendet, um Korrelationen mit den Artenzahlen der Organismengruppen Moose und Flechten zu berechnen.

Statistik

An statistischen Verfahren wurden die nicht-parametrischen Verfahren des Wilcoxon-Rank-Sum-Tests und die Spearman-Rank-Korrelation verwendet, um einen Zusammenhang zwischen Biodiversität und Depositionen zu berechnen. Verteilungen der Artenzahlen wurden mittels Kolmogorov-Smirnov-Test untersucht. Die Berechnungen und die grafischen Darstellungen wurden mittels Statgraphics Centurion 16 durchgeführt.

Ergebnisse

Deposition

Die modellierten NOx-Depositionsmuster für das Gebiet des BPWW sind in Abb. 3 dargestellt. Sie zeigen deutlich erhöhte Werte in den östlichen Randlagen des Gebietes. Diese erstrecken sich vor allem von den unmittelbar an den dichten

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

Siedlungsraum Wiens anschließenden Bereichen bis etwa nach Baden. Besonders von NOx betroffene Kernzonen wären die am Gießhübl gelegenen Flächen sowie die Flächen Dorotheerwald, Wassergspreng, Anninger und Kiental.

Die Gesamtstickstoffdepositionen aus dem österreichweiten Moosprojekt zeigen eine starke Belastung im SW des Gebietes, die sich weit bis in die NÖ Kalkalpen hinein erstreckt (Abb. 2). Die in Abb. 2 gezeigten Depositionsmengen gehören zu den höchsten in ganz Österreich, vergleichbar hohe Werte zeigen sich nur im NW Österreichs, welche sich dort auf tschechischer und deutscher Seite fortsetzen (Umweltbundesamt 2014).

Die gegenüber dem österreichweiten Projekt deutlich verfeinerten Modellierungen derselben Moosdaten in der aktuellen Studie zeigen ein differenzierteres Bild. Wie in Abb. 4 ersichtlich, gibt es geringere N-Depositionen in den zentralen Teilen des BPWW (Kernzonen Troppberg, Wolfsgraben, Hengstlberg, Klausen-Leopoldsdorf). Außerordentlich hohe N-Depositionen zeigen sich hingegen im SW des BPWW, vor allem in den Bereichen um die höchste Erhebung des Gebietes, am Schöpfl. Die Massenerhebung des Schöpfls stellt einen ersten größeren Prallhang für Niederschläge und Windanflug sowohl aus aus dem Osten als auch aus dem Westen dar. Aber auch der SO des BPWW weist hohe Gesamtstickstoffdepositionen auf, davon sind wiederum die Kernzonen Anninger und Kiental besonders betroffen, teilweise auch die östlichen Bereiche am Hohen Lindkogel. Auch hier kann von einer Prallhangsituation ausgegangen werden.

Da im Projekt, aus dem die Gesamtstickstoffdaten stammen, nur Sammelpunkte gewählt wurden, die keinen lokalen N-Einfluss aufweisen, lagen nahe an Wien keine Sammelpunkte. Dadurch fallen in der aktuellen Modellierung die extrem hohen Werte, wie sie bei NOx im Osten und NO des BPWW auftreten, weitgehend aus.
Statistisch gesehen gibt es keinen Zusammenhang zwischen den NOx-Daten und den Gesamtstickstoffdepositionen aus dem österreichweiten Moosprojekt (Spearman-Rank-Korrelation = 0,058; p = 0,652; n = 60).

Korrelationen der N-Daten mit der Biodiversität von Moosen und Flechten

Moos- und Flechtenartenzahlen haben eine vergleichbare Verteilung (Kolmogorov-Smirnov-Test: p = 0,181). Zwischen den epiphytischen Artenzahlen von Moosen und Flechten liegen keine signifikanten Korrelationen vor, sehr wohl aber zwischen den epiphytischen Flechten und der Gesamtartenzahl der Moose (p = 0,023; n = 60).

Moose

Es gibt keine signifikanten Korrelationen zwischen den Moosartenzahlen und den NOx-Depositionen (Spearman-Rank-Korrelation = 0,059; p = 0,651; n = 60). Zwischen

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

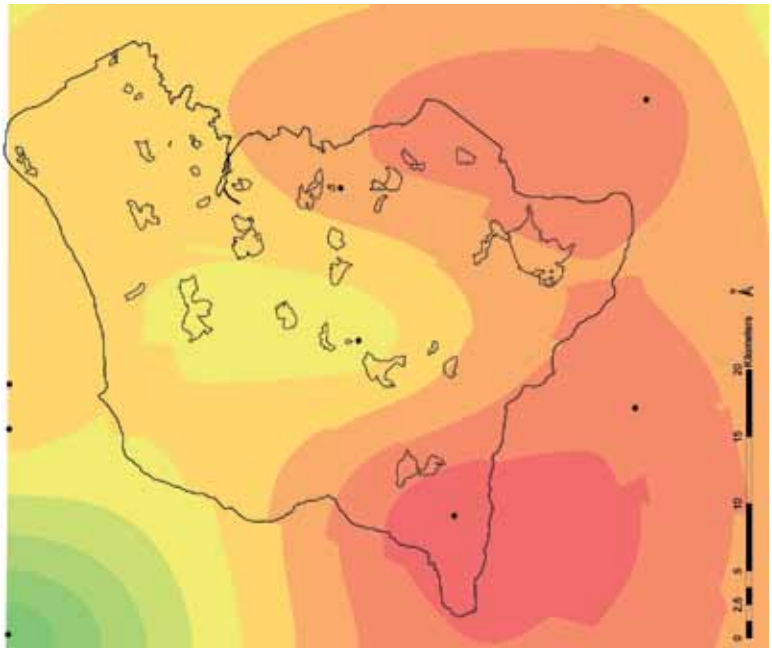

Abb. 4: Modellierte Gesamtstickstoffdepositionen für das Gebiet des Biosphärenparks Wienerwald; Datengrundlage sind die N-Konzentrationen in Moosen von 16 Sammelpunkten, die im Rahmen eines Projektes der UNECE-ICP-Vegetation erhoben wurden.

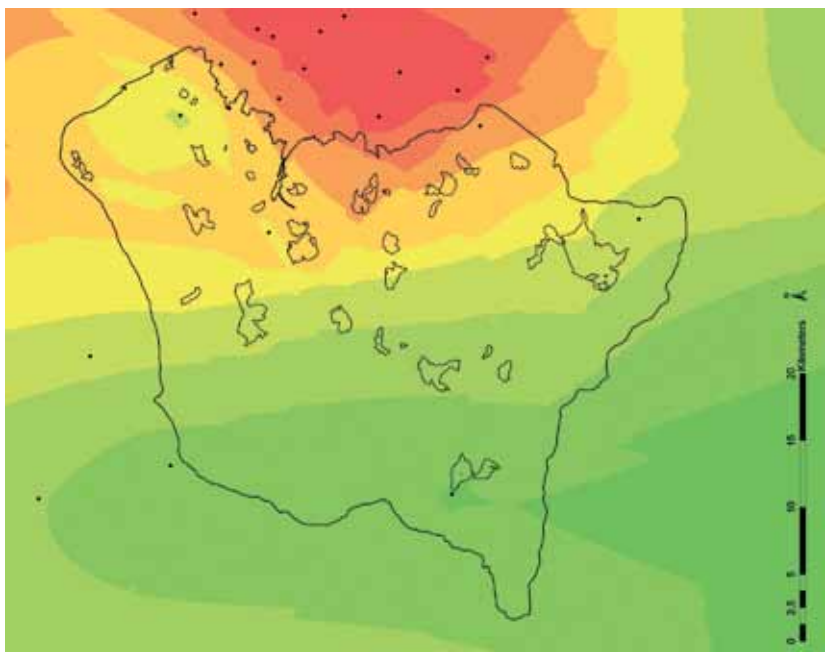

Abb. 3: Modellierte NOx-Depositionen für das Gebiet des Biosphärenparks Wienerwald; Datengrundlage sind die NOx-Messungen des Jahres 2012 von 35 Messstationen in und außerhalb des Gebietes des BPWW.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

der N-Gesamtdeposition und den Moosartenzahlen gibt es sowohl eine positive Korrelation zu der Anzahl der Epiphyten (p = 0,045) als auch zur Gesamtartenzahl der Moose auf den Monitoringflächen (p = 0,009).

Flechten

Es liegen keine signifikanten Korrelationen zwischen den Nox-Konzentrationen und der Artenzahl epiphytischer Flechten vor (Spearman-Rank-Korrelation = 0,011; p = 0,938; n = 60). Etwas besser, aber gleichfalls nicht signifikant ist die Korrelation mit der N-Gesamtdeposition.

Diskussion

Als Basis der NOx-Modellierungen wurden die Messwerte von 2012 verwendet. Diese sind etwas niedriger als jene vorangegangener Jahre. Für die vorliegende Arbeit dienten diese Werte aber nur als Stellvertreter von Depositionsmustern. Die absoluten Werte sind demnach nur von untergeordneter Bedeutung, da keine Zusammenhänge zwischen Artenvielfalt und absoluter Höhe der Deposition gezogen wurden.

Ursache für die erhöhten NOx-Konzentrationen im Osten des Untersuchungsgebietes sind in erster Linie Verbrennungsprozesse aus dem Ballungsraum Wien. Die Entstehung von NOx steht vielfach in direktem Zusammenhang mit Hochtemperaturprozessen bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen. Im Gebiet sind die Quellen dafür vor allem der Verkehr (50 %) und in geringerem Ausmaß Kleinverbraucher (Öl-, Kohle- und Gasheizungen) – Kleinverbraucher sind immerhin noch für 25 % der Emissionen verantwortlich (MA22 2014). Ferntransport aus dem Osten, im Besonderen aus dem Großraum Bratislava, ist gleichfalls zu berücksichtigen. Neben ähnlichen Quellen wie in Wien sind um Bratislava auch Großbetriebe wie die dort ansässige Raffinerie als Emittenten in Betracht zu ziehen (z. B. Krommer et al. 2007).

Die Gesamtstickstoffdaten aus den Moosen bestätigen diese regionale aber auch grenzüberschreitende Fernverfrachtung. Wie in Abb. 2 ersichtlich und weiters durch entsprechende Karten in Harmens et al. (2012) bestätigt, schließen Regionen mit hohen N-Depositionen im O und NO von Österreich an. Krommer et al. (2007) bestätigen dies gleichfalls aufgrund des PAH- und Schwermetalldepositionsmusters.

Die Modellierungen der Gesamtstickstoffdaten für das aktuelle Projekt zeigen ein etwas anderes Bild als jene von NOx. Die Gesamtstickstoffdaten aus Moosen dürften generell die Situation der N-Deposition im Gebiet besser abbilden als dies durch die Stickoxide möglich war.

Kritisch gesehen werden muss, dass für die aktuellen Modellierungen nur Messdaten für Stickoxide zur Verfügung standen. Ammoniumdaten oder technische

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

Messungen zur Gesamtstickstoffdeposition lagen nicht vor. Die fehlende Korrelation zwischen NOx und der N-Gesamtdeposition in Moosen bestätigt aber die Bedeutung von Ammonium und DON als Stickstoffquelle im Gebiet. Diese N-Verbindungen spielen allerdings eine nicht zu unterschätzende Rolle auf die Vitalität, Verteilung und Vielfalt von Arten im Gebiet des Biosphärenparks. Die Agrarindustrie im Tullner- und Marchfeld als auch lokale Viehzucht sind als lokale Quellen für Ammonium und DON in Betracht zu ziehen (z. B. Cui et al. 2014). Dazu kommen noch die zweifelsfrei bedeutenden Einträge aus dem Ferntransport (z. B. Harmens et al. 2012).

Aktuelle Messdaten zur Gesamtstickstoffdeposition für das Untersuchungsgebiet liegen nicht vor. Smidt & Obersteiner (2007) geben im Zeitraum 1995 - 2005 für den Standort Klausen-Leopoldsdorf die Depositionsmenge von 7 kg N/ha an. Bei Leder (2008) liegen die Gesamstickstoffdepositionen im Zeitraum 1983 - 2007 für den Standort Lainzer Tiergarten zwischen 2,7 kg und 22,8 kg N/ha (Mittelwert etwa 10 kg). Bei beiden Arbeiten wurde für die Ermittlung der N-Gesamtdeposition aber nur die nasse Deposition von Nitrat und Ammonium in Betracht gezogen. Es fehlen in diesen Messungen (wie fast in allen anderen Arbeiten auch) die Werte der trockenen Deposition sowie für DON. Beides macht aber im Gebiet sicherlich einen beträchtlichen Anteil des Gesamteintrages aus (siehe auch Einleitung). Beachtet man die jüngstens in Harmens et al. (2014) ermittelten Umrechnungsfaktoren der N-Konzentrationen in Moosen in flächenbezogene Depositionsdaten und wendet man sie auf die projektbezogenen Moosdaten an, käme man für das Untersuchungsgebiet auf N-Depositionswerte zwischen 10 und 18 kg N/ha. Auch diese Werte beinhalten möglicherweise eine Unterschätzung, weil die Arbeit von Harmens et al. (2014) darauf hinweist, dass der Umrechnungsfaktor ab ca. 20 kg N-Deposition nicht mehr anzuwenden ist. Zusätzlich ist mit einer partiellen Auswaschung der trockenen Deposition zu rechnen. An einer Verbesserung der Umrechnungsfaktoren wird gearbeitet. Die reellen Gesamstickstoffdepositionen dürften demnach in einem Großteil des Biosphärenparks über 20 kg N/ha betragen.

Die Sensibilität von Flechten gegenüber Luftschadstoffen ist vielfach nachgewiesen und die äußerst geringen Artenzahlen epiphytischer Flechten im Gebiet lassen auf einen solchen Einfluss schließen (Türk 2014). Die in Summe fehlenden Korrelationen zwischen den Artenzahlen epiphytischer Flechten und den NOx- bzw. N-Gesamtdepositionsdaten zeigen besonders deutlich die Bedeutung der nicht als Messdaten vorliegenden Ammoniumdepositionen und Ammoniumumwandlungsprodukte auf. Andererseits werden die Ergebnisse der Modellierungen zumindest punktuell durch die Befunde der Erfassung von Flechten bestätigt. In den Monitoringflächen am Schöpfl, im Dorotheerwald oder im Kiental wurden keine epiphytischen Flechten gefunden, gleichzeitig handelt es sich aber um jene Gebiete mit den höchsten Gesamtstickstoffdepositionen.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

Die positive Korrelation zwischen den Gesamtstickstoffeinträgen und den Moosartenzahlen widerspricht gängigen Vorstellungen. Eher wäre eine negative Korrelation zu erwarten gewesen. Allerdings muss betont werden, dass bislang diesbezügliche Untersuchungen primär aus kühl-gemäßigten Regionen stammen (z. B. Jägerbrand et al. 2011) und dass es praktisch keine vergleichbaren Daten aus (sub)kontinentalen Klimabedingungen gibt. Wie bei den Flechten sind auch bei den Moosen von den Modellierungen abweichende Schadstofffaktoren (Ammonium etc.) nicht auszuschließen.

Die nicht vorliegende Korrelation zwischen den NOx-Daten und der Moos- bzw. Flechtenartenvielfalt könnte aber auch bedeuten, dass die bei Zechmeister (2014), aber auch Urban et al. (2014) angesprochene Trockenheit im Gebiet ein maßgeblicher, beschränkender Faktor der Biodiversität wechselfeuchter Organismen ist.

Die aufgezeigten Unsicherheiten in der Dateninterpretation machen deutlich, wie dringend diesbezüglich weiterführende Untersuchungen notwendig sind.

Schlussfolgerungen

Abschließend muss festgestellt werden, dass zu einer vollständigen Beweissicherung der Entwicklungen im BPWW eine kontinuierliche Messung von Luftschadstoffen, vor allem aber der wichtigsten N-Verbindungen, dringend notwendig wäre. Der negative Einfluss dieser Substanzen ist vielfach belegt (siehe auch Einleitung). Nur durch Wissen um die Größenordnung dieser Einträge kann festgestellt werden, ob positive oder negative Entwicklungen in der Biodiversität von Organismengruppen tatsächlich auf gesetzte Maßnahmen (Außernutzungstellung, Beweidung etc.) zurückzuführen sind, oder ob diese durch Schadstoffdepositionen konterkariert werden. Ergänzungen der laufenden Messungen um Ammonium bzw. DON wären notwendig. Wie europaweite Erfahrungen gezeigt haben, müssen die Messungen aber nicht zwangsläufig über teure technische Messungen erfolgen, sondern können kostengünstiger und in einem dichteren Netz auch über Biomonitoring (z. B. Akkumulationsmonitoring mit Moosen) durchgeführt werden (z. B. Markert et al. 2003, Krommer et al. 2007, Zechmeister et al. 2008, Harmens et al. 2011). Basierend auf internationalen Erfahrungen schlagen die Autoren ein Netz mit einem Probepunkt pro 5.000 ha vor. Unter Einbeziehung von Randlagen würde das etwa 25 Monitoringpunkten entsprechen.

Danksagung

Wir danken dem Team des Biosphärenpark-Managements für die Möglichkeit zur Publikation dieses Artikels im Sammelband und für die wunderbare Zusammenarbeit im Projekt.

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

Literatur

Augustyn, R., Bachl, R., Blank, R. Riess, P. (2013): Jahresbericht 2012. Luftgütemessungen der Umweltschutzabteilung der Stadt Wien. – MA 22: Wien, 57 pp.

Bobbink, R., Hicks, K., Galloway, J. (2010): Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis. – Ecological Applications 20: 30-59

Cui, J., Zhou, J., Peng, Y., He, Y.Q., Yang, H., Xu, L.J., Chan, A. (2014): Long-term atmospheric wet deposition of dissolved organic nitrogen in a typical red-soil agro-ecosystem, Southeastern China. – Environmental science-processes and impacts 16: 1050-1058

Dise, N.B., Ashmore, M., Belyazid, S. (2011): Nitrogen as a threat to European terrestrial biodiversity. – In: M.A. Sutton, C.M. Howard, J.W. Erisman (eds.), The European Nitrogen Assessment, 463-494, Cambridge University Press: New York

Erisman, J.W., Galloway, J.N., Seitzinger, S., Bleeker, A., Dise, N.B., Petrescu, A.M.R., Leach, A.M., de Vries, W. (2013): Consequences of human modification of the global nitrogen cycle. – Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences 368. DOI: 10.1098 / rstb.2013.0116

Fercsak, M., Szewald, P., Wieger, G. (2013): Luftgüte Burgenland. Jahresbericht 2012. – Amt der Burgenländischen Landesregierung: Eisenstadt, 51 pp.

Fowler, D., Coyle, M., Skiba, U., Sutton, M.A., Cape, J.N., Reis, S., Sheppard, L.J., Jenkins, A., Grizzetti, B., Galloway, J.N. (2013): The global nitrogen cycle in the twenty-first century. – Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences 368, Article Number: 20130164

Harmens, H., Norris, D.A., Cooper, D.M., Mills, G., Steinnes, E., Kubin, E., Thöni, L., Aboal, J.R., Alber, R., Carballeira, A., Coşkun, M., De Temmerman, L., Frolova, M., Frontasevya, M., González-Miqueo, L., Jeran, Z., Leblond, S., Liiv, S., Maňkovská, B., Pesch, R., Poikolainen, J., Rühling, A., Santamaría, J., Simoneie, P., Schröder, W., Suchara, I., Yurukova, L., Zechmeister, H.G. (2011): Nitrogen concentrations in mosses indicate the spatial distribution of atmospheric nitrogen deposition in Europe. – Environmental Pollution 159: 2852-2860

Harmens, H., Norris, D., Mills, G. (2012): Air Pollution and Vegetation. ICP vegetation Annual Report 2011/2012. – ICP Vegetation Programme Coordination Centre: Bangor (UK), 63 pp.

Harmens, H., Norris, D., Mills, G. (2013): Heavy metals and nitrogen in mosses: spatial patterns in 2010/2011 and long term temporal trends in Europe. – ICP Vegetation Programme Coordination Centre: Bangor (UK), 63 pp.

Harmens, H., Schnyder, E., Thöni, L., Cooper, D.M., Mills, G., Leblond, S., Mohr, K., Poikolainen, J., Santamaria, J., Skudnik, M., Zechmeister, H.G., Lindroos, A.J., Hanus-Illnar, A. (2014): Relationship between site-specific nitrogen concentrations in mosses and bulk atmospheric nitrogen deposition in selected European countries. – Environmental Pollution (in Druck)

Jägerbrand, A.K., Björk, R.G., Callaghan, T., Seppelt, R.D. (2011): Effects of climate change on Tundra bryophytes. – In: Z. Tuba, N. Slack, L. Stark (Eds.), Bryophyte ecology and climate change, 211-236, Cambridge University Press: Cambridge

Johnson, D.W. & Turner, J. (2014): Nitrogen budgets of forest ecosystems: A review. – Forest Ecology and Management 318: 370-379

Krommer, V., Zechmeister, H.G, Roder, I., Hanus-Illnar, A. (2007): Monitoring atmospheric pollutants in the Biosphere Reserve Wienerwald by a combined approach of biomonitoring methods and technical measurements. – Chemosphere 67: 1956-1966

©Amt der Niederösterreichischen Landesregierung,, download unter www.zobodat.at

Leder, K. (2008): Trend und Jahresverlauf von Niederschlagsdaten in Österreich von 1983 - 2007. – Diplomarbeit, TU Wien, 99 pp.

MA 22 (2014): Stickstoffoxide. – https://www.wien.gv.at/umweltschutz/luft/stickoxide.html (17.06.2014)

Markert, B. A., Breure, A. M., Zechmeister H. G. (eds.) (2003): Bioindicators / Biomonitors (principles, assessment, concepts). – Elsevier: Amsterdam, 1040 pp

Numbis (2014): Jahresbericht der Luftgütemessungen in NÖ 2012. – Amt der NÖ Landesregierung: Baden, 45 pp.

Robinson, D. P., Lloyd, C. D., McKinley, J. M. (2013): Increasing the accuracy of nitrogen dioxide (NO_2) pollution mapping using geographically weighted regression (GWR) and geostatistics. – International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 21: 374-383

Smidt, S. & Obersteiner, E. (2007): 10 Jahre Depositionsmessung im Rahmen des europäischen Waldschadensmonitorings. – Centralblatt für das gesamte Forstwesen 124: 83-106

Türk, R. (2014): Die Flechten in Wäldern des Biosphärenparks Wienerwald. – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 25: 191-208

Umweltbundesamt (2014): Moos-Monitoring. – http://www.umweltbundesamt.at/moose1/ (17.06.2014)

Urban, A., Bardorf, T., Kohl, G., Calleja, S. M., Krisai-Greilhuber, I. (2014): Großpilze und corticioide Pilze in den Kernzonen des Biosphärenparks Wienerwald - Diversitätsmuster und Umweltfaktoren – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 25: 157-190

Zechmeister, H. G. (2014): Moose in den Wäldern des Biosphärenparks Wienerwald - eine Basiserhebung. – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 25: 209-236

Zechmeister, H. G., Krommer V., Hanus-Illnar, A., Scharf, S. Roder, I. (2007): Monitoring von Luftschadstoffen (NO_x und SO_2, Schwermetall-, Stickstoff-, Schwefel- und PAH-Depositionen) mittels Moosen im „Biosphärenpark Wienerwald“ – Bericht, Umweltbundesamt: Wien, Doi: http://dx.doi.org/10.1553/luft

Zechmeister, H. G., Hohenwallner, D., Smidt, S., Roder, I., Maringer, S., Richter, A., Wanek, W. (2008): %N and $\delta^{15}N$ signatures in moss tissue - reliable indicators for N deposition patterns and source allocation on a nation-wide scale? – Environmental Science and Technology 42: 8661-8667

Zechmeister, H. G., Hohenwallner, D., Hanus-Illnar; A., Roder, I., Riss, A. (2009): Schwermetalldepositionen in Österreich - erfasst durch Biomonitoring mit Moosen. (Aufsammlung 2005). – Report des Umweltbundesamtes Wien 0201

Anschrift der Verfasser:

Harald G. Zechmeister (harald.zechmeister@univie.ac.at), Universität Wien, Department für Botanik und Biodiversitätsforschung, Rennweg 14, A-1030 Wien

Roman Türk (roman.tuerk@sbg.ac.at) Universität Salzburg, Fachbereich Organismische Biologie, Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg

Michaela Kropik (michaela.kropik@univie.ac.at), Vorstudienlehrgang der Wiener Universitäten, Sechshauserstraße 33A, A-1150 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wissenschaftliche Mitteilungen Niederösterreichisches Landesmuseum

Jahr/Year: 2014

Band/Volume: 25

Autor(en)/Author(s): Zechmeister Harald Gustav, Türk Roman, Kropik Michaela

Artikel/Article: Atmosphärische Stickstoffdepositionen im Gebiet des BiosphärenparksWienerwald 237-248