Stickstoff – ein Nährstoff aus dem Gleichgewicht

U. Franko, R. Russow, M. Puhlmann und H. Schulz
UFZ Leipzig-Halle GmbH, Sektion Bodenforschung, Halle/Saale

Der diffuse Austrag von Stickstoff aus Agrarlandschaften in die Umwelt ist wesentlich höher als es das Prinzip einer nachhaltigen Landnutzung zulassen würde. Ursache dafür ist die mangelnde Balance zwischen dem Stickstoffentzug durch den Ertrag und der gesamten Stickstoffzufuhr, die sich aus einer Reihe verschiedener Quellen zusammensetzt. Eine dieser Quellen ist die atmogene Stickstoffdeposition, d.h. der Eintrag von gebundenem Stickstoff aus der Atmosphäre in das System Boden/Pflanze. Über deren Bedeutung im Stickstoffkreislauf besteht zwar ein allgemeiner Konsens, jedoch gibt es bisher keine allgemein anerkannte Methode zur Bestimmung und damit auch sehr verschiedene Angaben zur Größe der N-Deposition.

Um das vorhandene Wissen auf diesem Gebiet zusammenzufassen, Schwachstellen zu analysieren und gemeinsame Wege für die weitere Forschung zu identifizieren, fand am UFZ in Halle am 2. und 3. Mai 2002 ein Workshop zum Thema „N-Deposition in Agrarökosystemen" statt. Der vorliegende Bericht enthält eine Reihe von Vorträge zu unterschiedlichen methodischen Ansätzen und den damit erzielten Ergebnissen.

In den folgenden Thesen sind die wichtigsten Erkenntnisse des Workshops kurz zusammengefaßt:

- Die atmogene N-Deposition besteht aus partikulären, gasförmigen (NH_y, NO_x) und flüssigen Komponenten, wobei letztere im Niederschlag (Schnee, Regen und Nebel) gelöste N-Verbindungen darstellen. Insbesondere für die gasförmige Komponente spielt die Pflanze in ihrer Wechselwirkung mit der Atmosphäre eine wichtige Rolle.

- Neben den konventionellen Methoden der Depositionsmessung z. B. Bulksammler, die jedoch nur einen Teil der oben genannten Komponenten erfassen, gibt es eine Reihe von Methoden die zur Quantifizierung der totalen atmogenen N-Deposition geeignet sind.
  - Dauerversuche: Nach Erreichen des Fließgleichgewichtes können die Einträge aus der Nettomineralisierung vernachlässigt werden. Für die N-Entzüge auf Parzellen ohne

Zufuhr von Stickstoff aus der Düngung (Nullparzelle), bleibt der atmosphärische Eintrag die einzige Quelle. Alle europäischen Dauerversuche weisen auf den Nullparzellen jährliche N-Entzüge von mehr als 40 kg/ha aus.

- ITNI- System (**I**ntegrated **T**otal **N**-**I**nput): Bestimmt den gesamten N-Eintrag aus der Atmosphäre in ein Boden/Pflanzensystem auf der Basis der ^{15}N-Isotopenverdünnungs-analyse.
- Bestimmung der Deposition mit Baumborken als natürliche Passivsammler: Baumborken akkumulieren atmogene N-Verbindungen, die als nasse Depositionen über die Kronentraufe und den Stammabfluss sowie als trockene gasförmige und partikuläre Depositionen direkt auf ihren Oberflächen sorbiert werden. Zwischen den N-Konzentrationen auf den Borkenoberflächen und dem Bestandesniederschlag bestehen gesicherte Regressionen. Damit lässt sich der N-Gesamteintrag auch als Depositionsrate angeben. Das Verfahren *Babodia*® ist besonders für die flächendeckende Erfassung von Stoffeinträgen in regionalen Räumen mit unterschiedlicher Landnutzung geeignet.
- Modelle: Ein deutschlandweit angewandtes Modelle beschreibt den Zusammenhang zwischen Emission, atmosphärischem Transport und Deposition von Stickstoffverbindungen. Wobei die gasförmige Deposition über ein Widerstandsmodell abgeschätzt wird. Weitere Modelle bilanzieren alle meßbaren Stickstoffflüsse und erlauben so ebenfalls Rückschlüsse auf die Größe der N-Deposition.

- In Abhängigkeit von der verwendeten Methode und von der Landnutzung (Acker oder Forst) kommt man zu verschiedenen Aussagen zur Größe der N-Deposition. Dauerversuchsergebnisse und ITNI-Messungen weisen für Ackerland im mitteldeutschen Raum auf eine atmogene N-Deposition im Bereich von 40-70 kg/ha/a hin. Durch die übrigen Methoden kann diese Größenordnung bisher nicht bestätigt werden (ca. 15 kg/ha/a). Für Forsten wird allgemein eine wesentlich höhere N-Deposition erwartet als bei Ackerland.

Eine genauere Quantifizierung der N-Deposition würde bei der Bemessung der Düngergaben in der Landwirtschaft und der Aufstellung regionaler Stoffbilanzen wesentliche Fortschritte ermöglichen, welche wiederum Voraussetzung für Minderungsstrategien zur N-Entlastung

unserer Umwelt sind. Dabei werden folgende Schwachstellen als Schwerpunkt für weitere Forschungsarbeiten gesehen:

- Untersuchungen in integralen Bilanzräumen, z.B. in kleinen Einzugsgebieten, sind zu intensivieren, um bessere experimentelle Ergebnisse zum Landschaftshaushalt gewinnen zu können.

- Die Möglichkeit der direkten Aufnahme von Stickstoff aus der Atmosphäre über oberirdische Pflanzenteile (z.B. Blatt) ist zwar bekannt, unklar ist allerdings, wie diese Aufnahme reguliert wird und mit welchen Dimensionen gerechnet werden kann. Entgegen früheren Einschätzungen zur Bedeutung der N-Aufnahme über oberirdische Pflanzenteile, deuten die Ergebnisse aus dem ITNI-System und die Berechnungen aus Dauerversuchen auf einen vergleichsweise hohen Anteil dieser Art der Aufnahme hin. Dies zeigt, dass das vorhandene Prozessverständnis hierzu noch unzureichend ist und der Aufklärung durch weitere Forschungsarbeiten bedarf. Offene Fragen bestehen beim Einfluß des Ernährungszustandes der Pflanze, der Pflanzenart, des Pflanzenalters und der Umweltbedingungen (Temperatur, Strahlung, Luftfeuchte, Konzentration der gasförmigen N-Verbindungen, etc.) auf den Kompensationspunkt und damit die oberirdische N-Aufnahme.

- Bisherige Prozessvorstellungen zur N-Aufnahme aus der Atmosphäre könnten anhand eines zu entwickelnden Prozessmodells untersucht werden und wichtige Hinweise für die detaillierte Untersuchung der physiologischen Prozesse geben, können letztere jedoch nicht ersetzen. Die Kombination von Prozessuntersuchungen und deren Umsetzung in einem Prozessmodell kann zur Verbesserung der Genauigkeit regionaler Stoffbilanzen beitragen. Für die Landwirtschaft ermöglicht die mittels Modell quantifizierbare N-Aufnahme der oberirdischen Pflanzenteile eine Reduzierung der N-Düngermengen und der Gefahr der N-Auswaschung.

UFZ-UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM LEIPZIG-HALLE GMBH

UFZ-Bericht

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