

INTEGRIERTE STRATEGIE ZUR MINDERUNG VON STICKSTOFFEMISSIONEN

Impressum

Herausgeber: Umweltbundesamt

Postfach 14 06

06844 Dessau-Roßlau

Telefon: (0340) 21 03 2122

E-Mail: pressestelle@uba.de

Internet: www.umweltbundesamt.de

KONTAKT Fachgebiet II 4.3
Wirkungen von Luftverunreinigungen
auf terrestrische Ökosysteme

Stand: April 2009

Titelbild: Fotolia_15005395_XL

INTEGRIERTE STRATEGIE ZUR MINDERUNG VON STICKSTOFFEMISSIONEN

Zuviel Stickstoff schadet der Umwelt

Die durch den Menschen verursachten und massiv veränderten Flüsse reaktiver Stickstoffverbindungen¹ sind ein Querschnittsproblem des Umweltschutzes. Die Intensivierung des Stickstoffkreislaufes ermöglicht zwar eine eiweißreiche Ernährung einer wachsenden Weltbevölkerung, entfaltet aber erhebliche nachteilige Wirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit.

Emissionen aus Landwirtschaft, Verkehr und Industrie sind in Mitteleuropa die Ursache für eine stark erhöhte Stickstoffverfügbarkeit in terrestrischen und aquatischen (hier vor allem marinen) Ökosystemen. Dies stört die natürlichen Stoffkreisläufe und Ökosystembeziehungen erheblich und weiträumig; Eutrophierung und Versauerung sind die Folge. Beide Wirkungen gehören zu den stärksten Treibern des Verlustes an Biodiversität.

Erhöhte Lachgasemissionen als Ergebnis erhöhter Stickstoffverfügbarkeit in Ökosystemen und Nebenprodukt industrieller Prozesse tragen zunehmend zum Klimawandel bei.

Auch die menschliche Gesundheit ist von reaktiven Stickstoffverbindungen bedroht: Stickstoffoxide verschmutzen die Atemluft, und gasförmige Stickstoffverbindungen sind wesentliche Vorläuferstoffe des bodennahen Ozons und sekundärer Feinstäube. Erhöhte Stickstoffemissionen in Gewässer als Folge landwirtschaftlicher Aktivitäten und des Abwassermanagements führen letztlich zu erhöhten und für die Gesundheit schädlichen Nitratkonzentrationen im Trinkwasser.

Diese und die im Folgenden ausgeführten Zusammenhänge sind in einem Hintergrundpapier des UBA ausführlich dargelegt:

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3982.pdf>

Konsequenzen für bestehende Umweltqualitäts- und -handlungsziele

Trotz langjähriger Anstrengungen, die Stickstoffeinträge in die Umwelt zu reduzieren, wurden die meisten stickstoffbezogenen Umweltqualitäts- und -handlungsziele bisher nicht erreicht:

- Wegen der anhaltenden Eutrophierung terrestrischer, mariner und limnischer Ökosysteme als Folge der Stickstoffeinträge schreitet der Verlust von Biodiversität unvermindert fort.

¹ alle Stickstoffverbindungen außer elementarem Stickstoff (N₂)

- ▶ Geltende Richt- und Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor einer Gefährdung durch Nitrat im Trinkwasser sowie durch NO₂, Feinstaub und Ozon in der Außenluft werden überschritten.
- ▶ Deutschland wird die im Multikomponentenprotokoll (UNECE-Luftreinhaltekonvention) und der NEC-Richtlinie (EU) festgelegten Emissionsminderungsziele für NO_x und Ammoniak voraussichtlich nicht ohne weitere Maßnahmen erreichen.
- ▶ Eine Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre, um eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems zu verhindern, erfordert eine deutliche Minderung der Freisetzung von Lachgas (N₂O).

Es bedarf eines integrierten Ansatzes zur Stickstoffemissionsminderung

Die Wirkungen des reaktiven Stickstoffs treten auf unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen auf. So bewirken lokal hohe Ammoniakkonzentrationen kleinräumig akute Schäden an Pflanzen, während erhöhte N₂O-Konzentrationen global und über 100 Jahre lang auf das Klima wirken. Daher sind Beiträge zur Problemlösung sowohl auf globaler und kontinentaler als auch auf nationaler und lokaler Ebene – notwendig.

Die anthropogenen Emissionen erfolgen überwiegend aus der Landwirtschaft und in zweiter Linie aus Verbrennungsprozessen (Verkehr, Energie, Industrie). Die Emissionen in die Luft übersteigen dabei die ins Wasser.

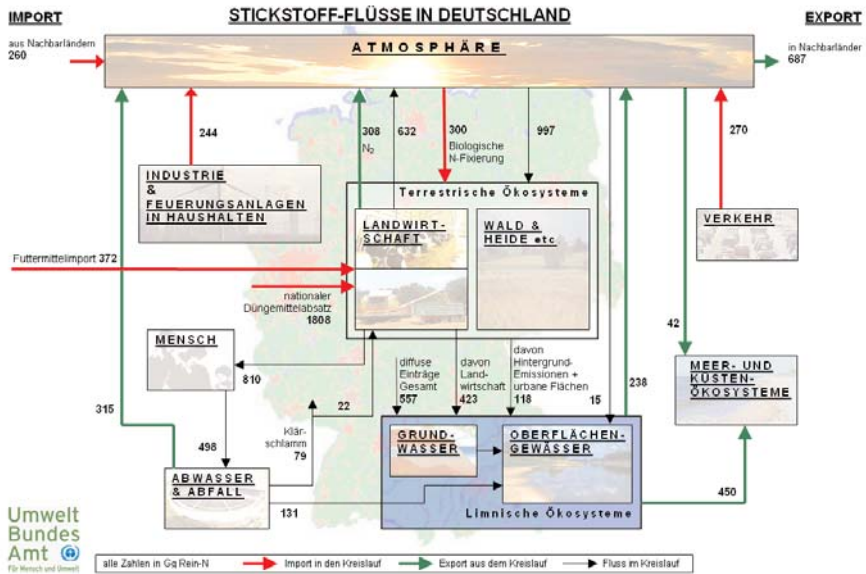
Reaktive Stickstoffverbindungen sind sehr mobil. Über die so genannte Stickstoff-Kaskade können reaktive Stickstoffverbindungen nacheinander an verschiedenen Orten und nach chemischen Reaktionen verschiedene Wirkungen entfalten. Einzel-Regelungen für einen Emittententyp, für ein Umweltmedium oder zur Minderung nur einer Wirkung können daher wenig effektiv sein, falls sie mögliche Synergie-Effekte nicht nutzen oder sogar eine Verlagerung von Problemen in andere Umweltmedien verursachen („Pollution Swapping“). Umweltpolitische Ziele und Maßnahmen sind somit sowohl räumlich als auch über die Stickstoff-Kaskade eng miteinander verknüpft.

Ein wirkungs- und kostenoptimiertes Vorgehen erfordert daher eine integrierte Maßnahmenbewertung, die die Stickstoffflüsse zwischen den Medien berücksichtigt.

Versuch einer Quantifizierung des Stickstoffkreislaufs

Die Bilanzierung der Emissionsquellen und Flüsse reaktiver Stickstoffverbindungen ist Grundlage der Entwicklung, Bewertung und Auswahl für Maßnahmen und Instrumente im Hinblick auf Emissionsminderungspotentiale und

mögliche Nebeneffekte in anderen Umweltmedien. Die Quantifizierung des Imports und Exports reaktiver Stickstoffverbindungen erlaubt eine Schätzung ihrer Akkumulation und des damit einhergehenden Schadpotentials in Deutschland. Die folgenden Daten beziehen sich auf die Jahre 2000 2004 und basieren auf diversen, öffentlich verfügbaren Datensätzen (vgl. nachstehende Abbildung sowie Hintergrundpapier Kapitel 2 und Anhang 1).



Bilanz der wichtigsten Stickstoff-Flüsse in Deutschland in kT Rein-N pro Jahr

Der Eintrag reaktiver Stickstoffverbindungen (rote Pfeile) in den Stickstoffkreislauf Deutschlands beträgt jährlich etwa 3200 kT Stickstoff. Wichtigste Flüsse sind der Absatz mineralischer Düngemittel in Deutschland (1808 kT N/a), der Import von Futtermitteln (372 kT N/a), die biologische Stickstofffixierung in der Landwirtschaft und in terrestrischen Ökosystemen (300 kT N/a), der grenzüberschreitende Import atmosphärischer Stickstoffverbindungen (260 kT N/a) und Emissionen reaktiven Stickstoffs aus Verbrennungsprozessen in stationären und mobilen Quellen (514 kT N/a).

Die Entfernung reaktiven Stickstoffs (grüne Pfeile) aus dem Kreislauf in Deutschland ist bisher weniger genau quantifizierbar. Vor allem die Umwandlung reaktiven Stickstoffs in elementaren, unschädlichen Luftstickstoff (N₂) in terrestrischen und aquatischen Ökosystemen ist schwierig bestimmbar. Bisher quantifiziert sind etwa 2000 kT N/a: Grenzüberschreitender atmosphärischer Transport

entfernt jährlich fast 700 kT N reaktive Stickstoffverbindungen; Fließgewässersysteme entlassen nach Denitrifikation etwa 230 kT N als elementares N_2 an die Atmosphäre und exportieren etwa 450 kT gelöste Stickstoffverbindungen pro Jahr in angrenzende Meeres- und Küstenökosysteme. Zusätzlich entfernen die Abwasserbehandlung und mikrobiologische Prozesse in landwirtschaftlichen Systemen jeweils geschätzte 300 kT N/a als elementares N_2 .

Verschiedene Bilanzgrößen sind mit Unsicherheiten behaftet. Dies gilt sowohl für Speichergrößen als auch für wichtige Flussgrößen, z. B. die Differenz zwischen Überschüssen in der Landwirtschaft und den in Emissionsinventaren berechneten Stickstoffausträgen.

Trotz dieser Unsicherheiten ist von einer erheblichen Akkumulation reaktiver Stickstoffverbindungen in Deutschland auszugehen. Ein Gesamt-Import nach Deutschland von ca. 3200 kT/a und ein Export von ca. 2000 kT/a bedeuten einen Verbleib von ca. 40 % aller eingetragenen reaktiven Stickstoffverbindungen in den Ökosystemen und damit ein Jahr für Jahr wachsendes Risiko, dass negative Wirkungen auf die Umwelt entstehen. Der wesentliche Teil der Akkumulation findet in terrestrischen Ökosystemen statt.

Der landwirtschaftliche Sektor ist mit mehr als 50 % oder ca. 1060 kT/a Hauptverursacher reaktiver Stickstoffemissionen in alle Umweltmedien. Emissionen aus dem Verkehr, aus Industrie und Energiegewinnung sowie in Abwässern und nicht landwirtschaftlichen Oberflächenabläufen tragen mit jeweils knapp 15 % bei.

Emissionsminderungspotentiale und Handlungsempfehlungen

Eine integrierte Betrachtung der Maßnahmen und Instrumente zur Stickstoffminderung muss sowohl das Emissionsminderungspotential als auch die Kostenwirksamkeit sowie potentielle Synergien und Verlagerungseffekte als Kriterien heranziehen. Ein solcher Ansatz zeigt im ersten Schritt folgendes (vgl. Hintergrundpapier Kapitel 3 und Anhang 2):

- ▶ Das größte Emissionsminderungspotential liegt in der Landwirtschaft. Vor allem optionale Instrumente oder bisher noch freiwillige Maßnahmen in diesem Sektor fallen durch ein hohes Reduktionspotential und eine hohe Kosteneffizienz auf. Zu nennen sind hier Management-, Beratungs- oder Anpassungsmaßnahmen und -instrumente zur Verbesserung der Düngeeffizienz sowie ökonomische Steuerungsinstrumente, wie eine Abgabe auf Stickstoffüberschüsse. Über das tatsächliche Emissionsminderungspotential lässt sich noch keine Aussage treffen, da es vom künftigen Umsetzungsgrad solcher Emissionsminderungsmaßnahmen abhängt.
- ▶ Demgegenüber stellen rechtlich verbindliche Regelungen – bei einem wirkungsvollem Vollzug eine quantifizierbare Verringerung der Stickstoffeinträ-

ge sicher. Bestehende Regelungen könnten um eine Flächenbindung in der Tierhaltung ergänzt werden.

- ▶ Daneben birgt die Konkretisierung und Verschärfung einiger Regelungen ein kosteneffizientes Emissionsminderungspotential. Dies betrifft insbesondere die heute mögliche Auflage im Genehmigungsverfahren, abgedeckte Güllebehälter zu verwenden, die Forderung des Nachweises einer angepassten stickstoffreduzierten Fütterung sowie eine Verschärfung der Düngeverordnung, z. B. hinsichtlich der Anrechnung pflanzlicher Anteile in Gärrückständen auf die maximale Ausbringungsmenge für organischen Stickstoff mit Wirtschaftsdüngern.
- ▶ Maßnahmen und Instrumente im Bereich der Landwirtschaft zeigen zudem die größten Synergieeffekte: Die Steigerung der Stickstoffeffizienz (Düngung und Fütterung) führt zu einem reduzierten Eintrag reaktiver Stickstoffverbindungen in den N-Kreislauf. Viele Maßnahmen der Nitratrichtlinie sind als besonders effektiv zu werten, da sie zusätzlich NH_3 und N_2O Emissionen reduzieren und dadurch auch im Sinne der Luftreinhaltung und der Klimaschutzziele wirken.
- ▶ Weitere nennenswerte Synergieeffekte weisen Instrumente auf, die eine Einsparung und bessere Nutzung der Energie bewirken, um Ziele des Klimaschutzes zu erreichen. Sie lassen grundsätzlich zusätzliche und deutlich positive Effekte, wie eine Reduktion von NO_x -Emissionen im Bereich der Energieumwandlung, erwarten.
- ▶ Im Verkehrsbereich sind die meisten Maßnahmen, die sowohl ein hohes Emissionsminderungspotential als auch eine hohe Kosteneffizienz aufweisen, bereits verbindlich eingeführt. Als neue Regelung ist die bevorstehende Verabschiedung der EURO VI Emissionswerte für schwere Nutzfahrzeuge zu nennen. Die Marktdurchdringung der Flotte mit EURO VI Nutzfahrzeugen ließe sich mit steuerlichen Anreizen und einer Ausweitung der Maut auf LKW zwischen 3,5 und 12 Tonnen beschleunigen.
- ▶ Auch in den Sektoren Industrie, Energieumwandlung, Abwasser- und Abfallbehandlung sind viele kosteneffiziente Minderungspotentiale ausgeschöpft. Eine Ausnahme bilden etwa die kleinen Feuerungsanlagen, deren NO_x -Emissionen sich im Rahmen der Novellierung der 1.BImSchV reduzieren lassen.
- ▶ Der Eintrag reaktiven Stickstoffs in die Umwelt hängt stark vom Konsumverhalten ab. Daher kann sich ein verändertes Konsumentenverhalten, z. B. verminderter Konsum von tierischem Eiweiß oder die Einhaltung von Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Bundesautobahnen, reduzierend auf Emissionen reaktiven Stickstoffs auswirken. Eine hierauf zielende Kommunikationsstrategie ist daher als wirksame Maßnahme anzusehen.

Entwicklungs- und Forschungsbedarf, internationale Zusammenarbeit

Der Wissensstand vor allem zu Wirkungen, Stickstoffflüssen, Technik, Kosten sowie zu Prognosen und Szenarien ist kontinuierlich zu verbessern. Erforderlich sind:

- ▶ genauere Analyse der Wirkungen erhöhter Stickstoffemissionen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit sowie der Wechselwirkungen mit Klimaänderungen;
- ▶ Schließen der relevanten Erkenntnislücken über den Stickstoffkreislauf in Deutschland, insbesondere Quantifizierung und Bewertung globaler Handelsströme im Hinblick auf Stickstoffwirkungen;
- ▶ verbesserte Quantifizierung der Nebenwirkungen und Synergieeffekte auf andere Umweltmedien oder Regelungsregime;
- ▶ Prognosen der Entwicklung der Stickstoffflüsse und -wirkungen;
- ▶ Quantifizierung der Kosteneffekte soweit methodisch möglich, insbesondere der synergetisch und antagonistisch („Pollution Swapping“) wirkenden Maßnahmen und Instrumente;
- ▶ fortlaufende Quantifizierung des Erreichungsgrades der Umweltqualitäts- und Umwelthandlungsziele in verschiedenen Umweltbereichen;
- ▶ Beteiligung an und Austausch mit internationalen Aktivitäten, z. B.
 - internationale Zusammenarbeit im Rahmen der globalen International Nitrogen Initiative (INI) und europäischer Foren; Mitarbeit am European Nitrogen Assessment,
 - inationale Koordinationsstelle für umweltpolitische Gremien (Task Force on Reactive Nitrogen der UNECE-Luftreinhaltekonvention) und EU-geförderte Projekte und Aktivitäten (COST729, ESF Nitrogen in Europe) zum Thema.

Kontakt:
Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06844 Dessau-Roßlau
Telefax: (0340) 21 03 22 85
E-Mail: info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de
© 2009 Umweltbundesamt