

NATIONALES STICKSTOFFBUDGET (2015–2019) GEMÄß EPNB-LEITFADEN

Reaktive Stickstoffflüsse

Carina Broneder
Thomas Dirnböck
Ika Djukic
Oliver Gabriel
Helga Lindinger
Harald Loishandl-Weisz
Nicole Mandl
Simone Mayer
Christian Nagl
Stephan Poupa
Bettina Schwarzl
Julia Tanzer (Proman Management GmbH)
Peter Weiss

BARRIEREFREIE ZUSAMMENFASSUNG
REP-0897

ZUSAMMENFASSUNG

Reaktiver Stickstoff (N_r) ist ein essenzieller Nährstoff, der im natürlichen Stoffhaushalt ein knappes Gut darstellt. Durch die Verbrennung fossiler Energieträger und die Entwicklung und Anwendung des Haber-Bosch-Verfahrens zur synthetischen Herstellung von Ammoniak (z. B. für Dünger) wurden die natürlichen Stickstoffkreisläufe erheblich verändert. Entstehung und Abbau von reaktivem Stickstoff halten sich dadurch nicht mehr die Waage, da mehr Stickstoff in die Umwelt eingetragen wird, als Organismen verwerten können. Das führt zur Überschreitung der planetaren Belastbarkeitsgrenzen (planetary boundaries) für reaktiven Stickstoff. Dadurch werden Veränderungen in den Bereichen Klima, Ökosysteme, Biodiversität und menschliche Gesundheit ausgelöst.

Eine sektorenübergreifende und integrierte Betrachtungsweise von reaktiven Stickstoffflüssen ist notwendig, um Risikobereiche zu erkennen, Minderungsstrategien zu definieren und in weiterer Folge die Maßnahmen evaluieren zu können. Einige Staaten haben bereits nationale Stickstoffbudgets ermittelt, dennoch erwies sich der Ergebnisvergleich als schwierig wegen der unterschiedlichen Methodenansätze.

Das Ziel dieser Studie war, (i) den Ist-Zustand (Quantität) der sektorenübergreifenden Quellen und Senken von reaktiven Stickstoffflüssen in Österreich standardisiert zu erfassen, (ii) direkte Zuflüsse des N_r in die Umwelt und die verantwortlichen Sektoren zu identifizieren, (iii) Datenlücken zur Herkunft und Verbleib von N_r -Spezies (Bindungsformen) aufzuzeigen, sowie (iv) bestehende N-Teilindikatoren für ausgewählte Schutzgüter zu überprüfen. Dafür wurde das Stickstoffbudget (N-Budget) für Österreich entsprechend dem EPNB Guidance Document on National Nitrogen Budgets (EPNB-Leitfaden) und unter Verwendung verfügbarer Statistiken, Datensätze und Literatur für den Zeitraum 2015 bis 2019 quantifiziert und mittels der Stoffflussmodellierungssoftware STAN visualisiert. Weiteres erfolgte eine Überprüfung der bestehenden N-Teilindikatoren für ausgewählte Schutzgüter und deren Datengrundlage für eine potenzielle zukünftige Ermittlung des integrierten nationalen Stickstoffindikators.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die größten Zu- und Abflüsse von Stickstoff in Österreich die Importe und Exporte für die Konsumgüterindustrie und die Chemische Industrie darstellen. Ein weiterer großer Zufluss erfolgt durch den Import von Energieträgern. Der Saldo aus Import-Export beträgt +393,5 kt N/a. Dabei ist zu beachten, dass ein Teil des Stickstoffs auch temporär gespeichert sein kann (z. B. in Produkten) und Transfers zwischen den einzelnen Bereichen stattfinden.

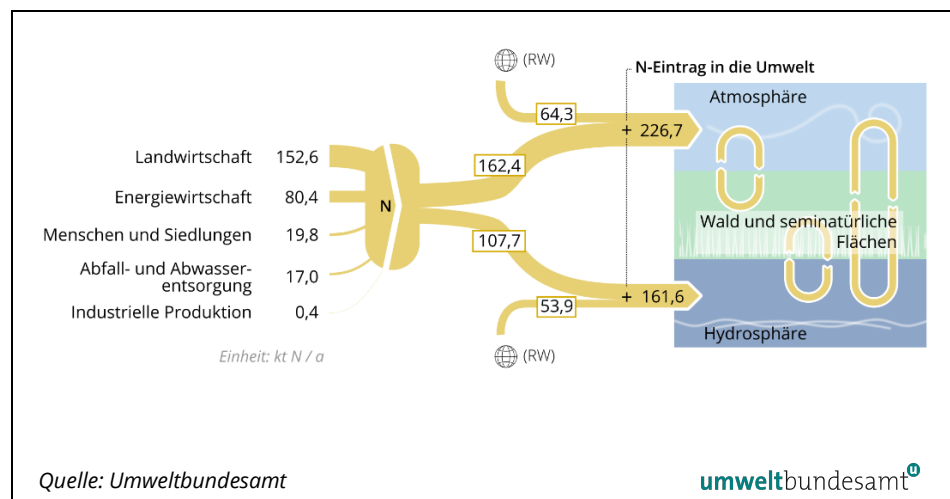
Rechnerische Lageränderungen durch Landnutzungsänderungen, werden nicht als N-Flüsse mitbilanziert mit Ausnahme von damit verbundenen Emissionen in die Atmosphäre.

In Österreich werden mittels Ammoniaksynthese jährlich 417,3 kt N erzeugt und in Umlauf gebracht. Die direkten Zuflüsse von reaktivem Stickstoff (ohne N_2 -Flüsse) in die Umwelt stammen aus den Sektoren Landwirtschaft (152,6 kt N/a),

Energiewirtschaft und Verkehr (80,4 kt N/a), Menschen und Siedlungen (19,8 kt N/a), Abfall- und Abwasserentsorgung (17,0 kt N/a), sowie Industrielle Produktion (0,4 kt N/a) und verteilen sich zunächst auf die Atmosphäre (162,4 kt N/a) und Gewässer (107,7 kt N/a). Detaillierte Informationen zu den Zu- und Abflüssen der einzelnen Sektoren und der N-Transfers zwischen Umweltbereichen sind im jeweiligen Berichtskapitel beschrieben.

Die nationalen sowie grenzüberschreitenden Einträge in die Umwelt sind in der nachstehenden Abbildung dargestellt. Die Outputgrößen aus den einzelnen Bereichen geben Rückschluss auf die Verlagerung innerhalb der Umweltbereiche. Hierfür wurden lediglich reaktive Stickstoffverbindungen und Flüsse mit N-Gesamtgehalten berücksichtigt. Emissionen in Form von molekularen Stickstoff sind nicht enthalten.

Abbildung:
Einträge von reaktivem Stickstoff in die Umweltbereiche (inklusive grenzüberschreitende Stickstoffflüsse/rest of the world (RW) und Anteile der anthropogenen Emittentensektoren in Österreich



Da einige N_r-Flüsse mit unzureichenden Datengrundlagen bzw. auch mit großen Unsicherheiten verbunden sind, muss die Datenbasis für einige N-Flüsse (insbesondere Denitrifikation und biologische N-Fixierung, Rolle von Mooren, oder N-Gehalte in Warenströmen) in weiterführenden Studien verbessert werden. Ein rechnerischer Überschuss in den Poolbilanzen ist nicht zwangsläufig mit einer Anreicherung gleichzusetzen, sondern kann auch auf unvollständig quantifizierte N-Flüsse bzw. Lageränderungen hinweisen.

Das nationale Stickstoffbudget stellt dennoch ein wertvolles Werkzeug dar, um die Lebenszyklen von diversen stickstoffhaltigen Verbindungen und die damit verbundenen Emissionen zu identifizieren und zu berechnen. Die daraus gewonnenen Kenntnisse können z. B. als politischer Hebel für nachhaltige Düngemittelproduktion und -einsatz verwendet werden. Das nationale Stickstoffbudget bietet auch eine gute Grundlage für die zukünftige Ermittlung eines nationalen integrierten N-Indikators in Bezug auf Zielvorgaben in diversen Richtlinien und den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (SDGs) sowie dem EU Green Deal (Integrated Nutrient Management Action Plan, Zero Pollution Action Plan, Air Quality Directive, Farm to Fork Strategy). Auf der Basis der erhobe-

nen Daten kann z. B. ein Stickstoff-Fußabdruck oder eine Kosten-Nutzen-Analyse ausgearbeitet werden, um die Öffentlichkeit für die Risiken von erhöhtem N_r in der Umwelt zu sensibilisieren. Diese Studie weist auf die Komplexität und den Umfang der Wechselwirkungen von N_r hin und akzentuiert die Notwendigkeit einer übersektoralen Steuerung in Umweltfragen.

SUMMARY

Reactive nitrogen (N_r) is an essential but scarce nutrient in nature. The combustion of fossil fuels and the development of the Haber-Bosch process for the synthetic production of ammonia (e. g. for fertilizers) have changed the natural nitrogen cycles considerably. As a result, formation and depletion of N_r are no longer in balance, since more nitrogen is released into the environment than organisms can utilize. This leads to the exceedance of the planetary boundary for N_r , which in turn leads to changes in climate, ecosystems, biodiversity, and human health.

An integrated approach (across sectors and disciplines to N_r flows is required in order to identify risk areas, stipulate reduction strategies, and subsequently evaluate the measures adopted. Some countries have already calculated national nitrogen budgets, however a cross-country comparison remains difficult due to the different methods applied.

The aim of this study was (i) to record the current status (quantity) of the cross-sectoral sources/flows and sinks of N_r in Austria, (ii) to identify the direct inflows of N_r into the environment and their sectors of origin, (iii) to highlight the gaps in the data availability for N_r species (chemical bonding forms), and (iv) to review existing N sub-indicators for selected protected assets. For this, we quantified the nitrogen budget for Austria following the “EPNB-Guidance Document on National Nitrogen Budgets” by using available statistics, and other publications for the period 2015 to 2019, and visualized it using the substance flow modelling software STAN. Additionally, we carried out a review on existing N-sub-indicators for selected protected goods and their data basis relevant for the future calculation of the integrated national N-indicator.

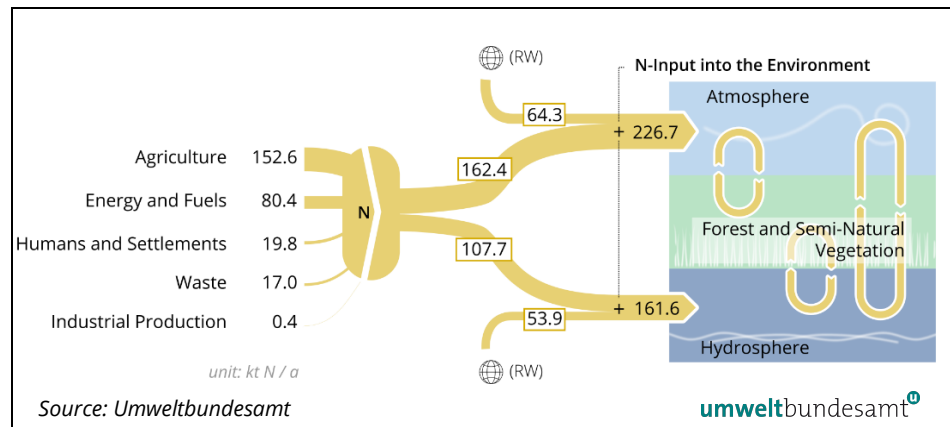
The results of this study show that the largest inflows and outflows of nitrogen in Austria are imports and exports for the consumer goods and chemical industries. Another large inflow is the import of energy sources. The import-export balance is 393.5 kt N/a. It should be noted that some of the nitrogen can also be stored temporarily (e.g. in products) and that transfers take place between the individual sectors.

Calculated stock changes due to land use changes are not included as N flows, with the exception of associated emissions to the atmosphere.

In Austria, annually 417.3 kt N are generated by ammonia synthesis and put into circulation. Total inputs of N_r (without N_2 flows) into the environment are distributed between the atmosphere (162.4 kt N/a) and the hydrosphere (117.3 kt N/a). These inputs are mainly due to activities in the sectors agriculture (152.6 kt N/a), energy and transport (80.4 kt N/a), humans and settlements (19.8 kt N/a), waste and sewage management (17.0 kt N/a), and industrial production (0.4 kt N/a). Detailed information on the inflows and outflows of the individual sectors and the N transfers between environmental sectors can be found in the respective chapters of report.

The national and transboundary inputs into the environment are shown in the figure below. The output values from the individual sectors give an indication of the shift within the environmental sectors. For this purpose, only reactive nitrogen flows as well as total nitrogen were taken into account. Emissions in the form of molecular nitrogen were not included.

Figure:
Total inputs of reactive nitrogen into the environment (including transboundary nitrogen flows/rest of the world (RW) as well as the shares of the anthropogenic emission sectors in Austria



Since for some N_r-flows the database is insufficient and there are also major uncertainties, it needs to be improved (in particular for processes of denitrification and biological N-fixation, the role of peatlands, N-contents of goods) by further studies. A calculated surplus in the pool balances does not necessarily imply that there is an enrichment but can also indicate incompletely quantified N-flows or stock-changes.

Nevertheless, the national nitrogen budget represents a valuable tool for the identification and calculation of the life cycles of various nitrogenous compounds and associated emissions. The knowledge gained in the project can be used, for example, as a political lever for sustainable fertilizer production and use. The national nitrogen budget also provides a good basis for the potential determination of a national integrated N indicator that is linked with targets in various guidelines and UN Strategic Development Goals (SDGs) as well as the EU Green Deal (Integrated Nutrient Management Action Plan, Zero Pollution Action Plan, Air Quality Directive, Farm to Fork Strategy). Based on the data collected in the project, a nitrogen footprint or a cost-benefit analysis can be elaborated in order to raise public awareness of the risks of increased N_r in the environment. This study points out the complexity and scope of N_r interactions and emphasizes the need for cross-sectoral governance on environmental issues.

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <https://www.umweltbundesamt.at/>.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2024
Alle Rechte vorbehalten