

Stickstoffdepositionen im Münsterland – ein persistentes Umweltproblem

Im Münsterland sind sie an Ästen und Stämmen vieler Bäume kaum zu übersehen, die breittlippigen, gelblichen „Flecken“ mit den orangefarbenen Gebilden im Zentrum (Abb. 1). Es sind Laubflechten, der Färbung nach als Wand-Gelbflechten bezeichnet: *Xanthoria parietina* (gr. *xanthos* = gelb; lat. *paries* = Wand). Ihr Trivialname „**Gülleflechten**“ erklärt ihre Ausbreitung im Münsterland, einer durch Intensivtierhaltung und Güllewirtschaft geprägten Region mit hoher Ammoniakemission. Die Emissionsdichte ist hier mit ca. 28 kg Ammoniakstickstoff ($\text{NH}_3\text{-N}$) pro Hektar und Jahr doppelt so hoch wie der Bundes- bzw. Landeswert. Ammoniak entweicht als Gas aus Viehställen, Güllebehältern und während der Gülleaufbringung. Es reagiert schon unweit seiner Entstehung schnell mit anderen Stoffen wie Nitrat und Sulfat zu Ammoniumnitrat und Ammoniumsulfat. Diese Ammoniumsalze bilden heute 20 – 70 % des Feinstaubes PM 10 (*particulate matter* < 10 μm), sie gelangen als **trockene Deposition** in die Biosphäre und wirken hier als Düngesalze. Gelbflechten sind Bioindikator dieser Luftdüngung.

Einträge von Stickstoffverbindungen aus der Luft in Ökosysteme (**Stickstoffdepositionen**) lassen sich als **nasse Deposition** mit dem Niederschlag erfassen. Dazu werden offene Regensammler an verschiedenen Messstationen aufgestellt. Ein Sammler besteht aus zwei 10-L-Kunststoffflaschen, die am Gewinde miteinander verschraubt sind. Das untere Gefäß dient als Sammelgefäß und wird senkrecht in ein Standrohr mit Licht- und Verdunstungsschutz gestellt; die obere Flasche, deren Boden abgeschnitten wurde, dient als Auffanggefäß mit einer Oberfläche von 320 cm^2 . Die Regensammler werden wöchentlich oder 14-tägig beprobt, die Regenmenge protokolliert und das Regenwasser später nach einschlägigen hydrochemischen Parametern, insbesondere den Stickstoffverbindungen Ammonium (NH_4^+), Nitrit (NO_2^-), Nitrat (NO_3^-) und organischer Stickstoff (N_{org}), analysiert. Die gemessenen Konzentrationen in mg ergeben, multipliziert mit der Niederschlagshöhe in mm, die Deposition in



Abb. 1: Die „Gülleflechte“ *Xanthoria parietina* mit ihren orangefarbenen Fruchtscheiben (Foto: J. LETHIMATE)

$\text{kg ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ (= kg pro Hektar und Jahr) als flächen- und zeitbezogene ökologische Kontrollgröße.

Solche Untersuchungen aus den Jahren 2004/05 an zehn Stationen des Münsterlandes ergaben Stickstoffdepositionen von ca. 20 – 81 $\text{kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ (Abb. 2), eine Größenordnung, die das Westfälische Münsterland neben dem zweiten Zentrum der deutschen **Intensivtierhaltung**, dem Oldenburger Münsterland, zum „Spitzenreiter“ in Deutschland macht. Zum Vergleich: Die vorindustriellen Stickstoffeinträge lagen bei ca. 1 – 2 $\text{kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$, Stickstoff war über Jahrmillionen ein ökologischer Minimumfaktor. Die derzeitige anorganische Stickstoffdeposition ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$) in Deutschland liegt im Mittel bei ca. 18 $\text{kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$. Wie an allen Messstationen schwanken auch im Münsterland die Depositionen stark je nach Lage der Station und den damit gegebenen unterschiedlichen lokalklimatischen Gegebenheiten. Die beiden Stationen Nordwalde West/Ost, nur einige 100 m voneinander entfernt, belegen den Einfluss des Ammoniaks sehr markant: Die östliche Station erreicht fast das Vierfache an N-Einträgen der westlichen Station, da sie in der Abluft einer Schweinemastanlage mit 1200 Tieren liegt. Auch der zeitliche Effekt der Gülleauf-

bringung lässt sich in der Region zeigen: Zu Hauptzeiten der Gülledüngung im Frühjahr und Herbst hat die Stickstofftrendkurve aller Stationen ein Maximum. Ammonium bildet an allen Stationen den höchsten Anteil an den Stickstoffdepositionen (Abb. 2). Es entsteht luftchemisch aus Ammoniak und Wasserstoff-Ionen nach der vereinfachten Formel $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$. Damit ist die Intensivtierhaltung als zentraler Verursacher eines spezifischen chemischen Klimas, des „**Ammoniumklimas**“, für das Münsterland belegt. Zwei Drittel des deponierten Stickstoffs lassen sich auf die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung zurückführen, ein Drittel stammt aus Emissionen des Verkehrs und der Industrie.

Schon in den 1980er Jahren war das Münsterland durch hohe N-Einträge belastet (Tab. 1). Bei üblicher zeitlicher und räumlicher Streubreite ergab sich ein durchschnittlicher Eintrag von ca. 18 $\text{kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$. Da nur Ammonium und Nitrat gemessen wurden, lag die tatsächliche Deposition um mindestens 6,5 kg (Mittelwert des 2004/05 ermittelten organischen Stickstoffs) höher, das heißt im Mittel bei ca. 24,5 $\text{kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$. Die heutigen Einträge liegen mit durchschnittlich ca. 32 kg N noch höher als in den 1980er Jahren, Indiz

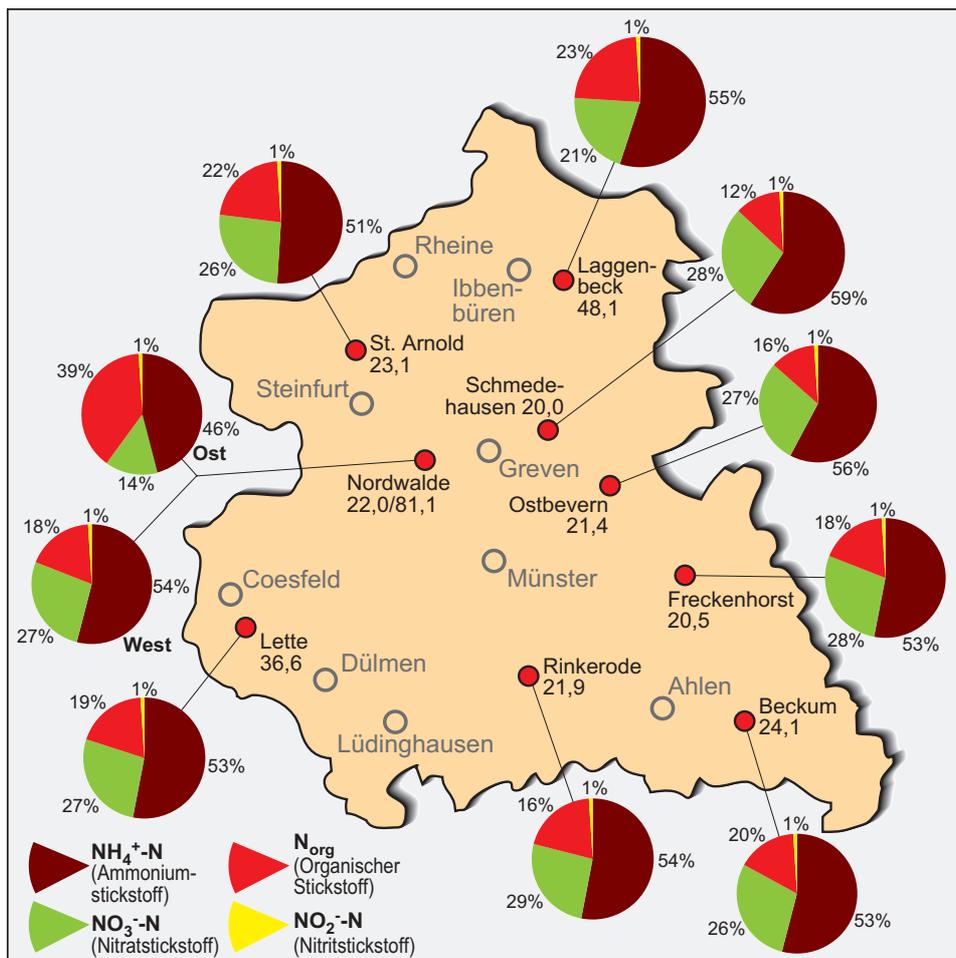


Abb. 2: Stickstoffdeposition in kg pro ha und Jahr an Standorten des Dienstbezirks des Staatlichen Umweltamtes Münster mit relativen Anteilen der Stickstoffformen (Quelle: BARTELS/StUA Münster 2005)

Station	Jahr	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	N _{anorg}	NH ₄ ⁺ -N/NO ₃ ⁻ -N
Ibbenbüren	1986/87	26,3	12,8	39,1	2,1
Reken	1988	6,6	7,2	13,8	0,9
Saerbeck	1986/87	10,4	2,9	13,3	3,6
	1987/88	7,7	1,5	9,2	5,1
	1988	7,8	6,1	13,9	1,3
St. Arnold/Rheine	1982	8,6	6,7	15,2	1,3
	1983	17,8	8,3	26,1	2,2
Westerkappeln	1988	6,8	6,1	12,9	1,1

Tab. 1: Anorganische Stickstoffdeposition in kg pro ha und Jahr und Ammoniumstickstoff/Nitratstickstoff-Verhältnisse im Freilandniederschlag verschiedener Messstationen des Münsterlandes in den 1980er Jahren

(Quellen: SCHOLTEN 1990, SCHRÖDER 1985 und VON RUVILLE-JACKELEN 1996)

für eine Zunahme der Intensivtierhaltung, die heute nicht nur bäuerlich, sondern auch als „gewerbliche Tierhaltung“ betrieben wird.

Die Ammoniumstickstoff/Nitratstickstoff-Verhältnisse NH₄⁺-N/NO₃⁻-N belegen auch für die 1980er Jahre den dominanten Einfluss der Intensivtierhaltung:

Sie überschreiten deren Schwellenwert von 1,5 teilweise deutlich (Tab. 1). Die Werte von Reken (0,9) und Westerkappeln (1,1) sind auf hohe Nitratkonzentrationen aus Stickoxidemissionen zurückzuführen, in Reken bedingt durch die Nähe des Verdichtungsraumes Rhein-Ruhr, in Westerkappeln wahrscheinlich verursacht durch die Abluftfahne des Ibbenbürener Steinkohlekraftwerkes. Insgesamt ist der Einfluss der Intensivtierhaltung auf die Region aber unverkennbar, das mittlere NH₄⁺-N/NO₃⁻-N-Verhältnis liegt bei 2,2.

Die anhaltend hohen Stickstoffdepositionen entsprechen der Definition für „persistente Umweltprobleme“, bei denen staatliche Maßnahmen über einen längeren Zeitraum hinweg keine signifikanten Trendverbesserungen herbeizuführen vermochten. Nach Daten des Umweltbundesamtes nehmen Schwefeldioxid- und Stickoxidemissionen seit 1990 deutlich ab, Ammoniak dagegen bleibt bis heute auf einem gleich hohen Emissionsniveau.

Dies führt zu versauernden und eutrophierenden Effekten auf Ökosysteme. Waldökosysteme vertragen je nach Baumart zwischen 10 und 20 kg N ha⁻¹a⁻¹. Bäume filtern aber mit ihren großen Blatt- und Nadeloberflächen Schadstoffe aus der Luft. Waldniederschläge sind daher mit Luftschadstoffen angereichert, die Eintragsraten in den Waldboden können bis zu 60 kg N ha⁻¹a⁻¹ betragen. Empfindlich reagieren auch die im Münsterland noch vorkommenden nährstoffarmen Heiden und Moore. Die letztlich aus unseren Ernährungsgewohnheiten, besonders unserem Fleischkonsum, resultierenden hohen Stickstoffeinträge bleiben aus Biosphärensicht ein unfreiwilliges Großexperiment mit ungewissem Ausgang.

JÜRGEN LETHMATE