

---

## Zu viel Stickstoff aus der Luft macht Böden krank Daten - Fakten - Folgerungen

OSTLUFT Medienorientierung vom 17. November 2004, Strickhof Wülflingen-Winterthur

---

Fritz Zürcher, Abteilungsleiter Luftreinhaltung und Bodenschutz, Amt für Umweltschutz Appenzell A.Rh., Leiter der OSTLUFT Projekt N-Depositionen (B1).

OSTLUFT sichert die gemeinsame Überwachung der Luftqualität für acht Ostschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein. Stickstoffverbindungen aus der Luft können Wälder und naturnahe Standorte z.B. auch Naturschutzgebiete überdüngen und schlecht gepufferte, d.h. kalkarme Böden versauern. Im Hinblick auf einen besseren Schutz empfindlicher Ökosysteme muss mehr über die regionale Belastungssituation und die Herkunft des Stickstoffs in den Niederschlägen bekannt sein. Um die regionalen Verhältnisse besser beurteilen zu können, hat sich OSTLUFT in den letzten Jahren im Rahmen des Projektes N-Depositionen um bessere Grundlagen gekümmert.

### ***Zu hohe regionale Belastung***

Die gesamten Stickstoffeinträge setzen sich zusammen aus Beiträgen, die nass und trocken abgelagert bzw. durch Aerosole und Gase gebunden werden können. Weil die Stickstoffverbindungen über verschiedene Pfade auf Vegetation und Böden abgelagert werden, mussten spezielle Probenahmeverfahren verwendet werden. Diese ermöglichten es, die wichtigsten Stickstoffkomponenten getrennt in der nassen (Regen und Schnee), trockenen (Feinstaub und Aerosole) und in der Gasphase zu erfassen. Die messtechnische Begleitung der Untersuchungen erfolgte durch die Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (FUB), Rapperswil (Abb. Z1).

Stickstoff ist unentbehrlich für das Pflanzenwachstum. Futterpflanzen sollen rasch wachsen und zeigen deshalb einen hohen Stickstoffbedarf, der nur über die Düngung gedeckt werden kann. Wälder und andere Dauervegetationen wachsen langsam und können ihren Stickstoffbedarf durch natürliche Erneuerung und Einträge aus der Luft decken. In Waldökosystemen ist der Stickstoffeintrag besonders gross, weil Bäume die gasförmigen und aerosolgebundenen Stickstoffkomponenten aus der Luft auskämmen können.

Die Stickstoffeinträge an den OSTLUFT-Messstellen überschreiten die kritische Belastungsgrenze für Wälder zum Teil massiv (Abb. Z2). Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass bereits durch eine Verdoppelung der Stickstoffeinträge die Stabilität von Schutzwäldern und naturnahen Böden empfindlich beeinträchtigt wird. Eine langfristige Destabilisierung in Waldökosystemen kann nur dann ausgeschlossen werden, wenn der Eintrag von Stickstoff aus der Luft pro Hektare und Jahr einen Wert von 10 - 20 kg N nicht übersteigt („critical load“). Wälder und andere naturnahe Ökosysteme im Gebiet OSTLUFT sind darum durch übermässige Stickstoffeinträge aus der Luft längerfristig gefährdet.

Es ist davon auszugehen, dass stickstoffempfindliche Ökosysteme wie Wälder, artenreiche Naturwiesen und Trockenrasen seit vielen Jahren mit Stickstoff massiv überlastet werden. Dadurch wird die Artenvielfalt verändert und das Wachstum der oberirdischen Pflanzenteile einseitig zu Lasten der Wurzelentwicklung gefördert. Ungenügend entwickelte bzw. schlecht verankerte Wurzeln beeinträchtigen die Nährstoffversorgung und damit die Vitalität. In der Folge nimmt die Anfälligkeit gegenüber Stressfaktoren wie Trockenheit, Windangriff und Parasiten zu. Mögliche Konsequenzen sind vermehrte Schäden durch Windwurf, Erosionen und Rutschungen und eine verstärkte Versauerung von ungenügend gepufferten Böden, was seinerseits Wurzelwachstum und Bodenlebewesen beeinträchtigt und die Auswaschung von Nitrat-Stickstoff ins Grundwasser erhöht.

## **Entlastung noch nicht in Sicht**

Die reduzierten Stickstoffverbindungen, die hauptsächlich auf landwirtschaftliche Emissionen zurück zu führen sind, spielen bei der Bodenversauerung eine entscheidende Rolle. Durch die biologische Oxidation dieser Verbindungen in der Bodenlösung (Nitrifikation) wird viel Säure freigesetzt. Die reduzierten Stickstoffverbindungen erhöhen damit das Versauerungsrisiko für schlecht gepufferte Böden (Abb. Z3).

Die Bodenversauerung ist besonders kritisch, weil die Auswirkungen durch die natürliche Pufferung verzögert wird und in der Regel erst dann in Erscheinung tritt, wenn es schon zu spät ist. Zudem ist die natürliche Regeneration versauerter Böden sehr langsam, sie dauert mehrere Baumgenerationen.

## **Emissionen aus der Landwirtschaft**

Je ausgeprägter die landwirtschaftliche Bewirtschaftung, umso bedeutender wird der Beitrag der reduzierten Stickstoffverbindungen (Ammoniak und Ammonium-Salze) an der Gesamtbelastung (Abb. Z4). Ammoniak und Ammonium stammen im Wesentlichen von Ausscheidungen der landwirtschaftlichen Tierhaltung (rötliche Flächen). Der Rest der Stickstoffablagerungen besteht aus oxidierten Verbindungen (bläuliche Flächen), welche hauptsächlich den Verbrennungsabgasen (Verkehr, Wärmeerzeugung) zuzuordnen sind.

Im Umfeld intensiver Tierhaltung waren 90 % der Stickstoffablagerungen auf landwirtschaftliche Aktivitäten zurückzuführen, Beispiel Appenzell-Steinegg im Jahre 2003 (APS). Am Bachtel (BA) mit halbintensiver Bewirtschaftung lag dieser Anteil noch bei 73 %. Die Stickstoffbelastung im Naturschutzgebiet Lengwiler-Weiher TG (LEN) war im Jahre 2000 noch zu 63 % mit Beiträgen aus der Landwirtschaft geprägt. In Wallisellen (WAL), am Rande der Agglomeration Zürich, lag die Belastung mit reduzierten Stickstoffverbindungen noch bei 62 %.

## **Stickstoffemissionen längerfristig halbieren**

Das Ausmass der regionalen Stickstoffbelastung verlangt wirksame Entlastungsmassnahmen. Für einen nachhaltigen Schutz empfindlicher Ökosysteme muss der Ausstoss von Stickstoffverbindungen gegenüber heute etwa halbiert werden. Weil rund zwei Drittel bis drei Viertel der regionalen Stickstofflast auf Ammoniak-Emissionen von Ausscheidungen der Nutztierhaltung zurückgeführt werden können, stehen Minderungsmassnahmen in diesem Bereich im Vordergrund. Die rechtlichen Grundlagen dazu sind seit mehr als 15 Jahren in der Luftreinhalte-Verordnung LRV festgehalten. Die Minderung der Stickoxidemissionen von Verbrennungssystemen wird durch laufende Anpassung der Abgasvorschriften für Fahrzeuge und Feuerungsanlagen sichergestellt.

Es gibt eine Reihe von technischen und betrieblichen Möglichkeiten Ammoniak-Verluste beim Umgang mit Hofdünger gering zu halten. Eine Bewertung von solchen Massnahmen aus umweltrechtlicher Sicht hat die Vereinigung der Lufthygiene-Fachleute der Schweiz in ihrem Positionspapier vom Januar 2002 vorgenommen.

Bei der Rindviehhaltung bietet die Abdeckung von offenen Lageranlagen, der Einsatz eines Schleppschlauchverteilers sowie die rasche Ableitung der Ausscheidungen im Aufenthaltsbereich eine wirksame Minderung der  $\text{NH}_3$ -Verluste zu vertretbaren Kosten. Bei der Schweinehaltung kann zusätzlich zur emissionsarmen Haltung, Lagerung und Ausbringung auch eine optimale Fassung der Abluft gekoppelt mit einer Abluftbehandlung ( $\text{NH}_3$ -Absorption) massgeblich zur Minderung der  $\text{NH}_3$ -Verluste beitragen.

Jedes Kilo Stickstoff, das zurückgehalten werden kann, steht den Nutzpflanzen zur Verfügung und hilft so, das Betriebsergebnis zu verbessern und gleichzeitig die Umgebung vor lästigen Gerüchen und zuviel Stickstoff zu schützen. Der betriebswirtschaftliche Anreiz zur Vermeidung von Ammoniak-Verlusten wird auch durch die ökologische Ausrichtung in der Landwirtschaft unterstützt.

## **Erfolgskontrolle und Beratung weiterführen**

Mit der Untersuchung über das Ausmass und die Herkunft der regionalen Stickstoff-Einträge sowie der Risikoabschätzung bietet das OSTLUFT-Projekt N-Depositionen wichtige Grundlagen für den Vollzug

Luftreinhaltung. Die künftigen Anstrengungen sind darauf auszurichten, die Stickstoff-Verluste am Ort der Entstehung zu minimieren.

Die längerfristige Entwicklung der regionalen Stickstoffbelastung und der Nachweis der Wirkung von Minderungsmaßnahmen soll im Rahmen von OSTLUFT weiterverfolgt werden. Zu diesem Zweck ist eine Aktualisierung der Belastungskarten nach 2006 geplant. Der Eintrag der verschiedenen Stickstoffverbindungen soll an Referenzstandorten später wieder erneut gemessen werden. Neben der Luftüberwachung soll auch ein Bilanzierungsinstrument für die praktische Umsetzung von Massnahmen an der Quelle unterstützt werden. Als Hintergrundinformation für die Beratung wurden die Ergebnisse des OSTLUFT-Projektes Stickstoffdeposition in einer leicht verständlichen Farbbroschüre zusammengefasst. Damit sollen Landwirte, Nutztierhalter, Berater, Fachschulen und landwirtschaftliche Funktionsträger angeregt werden, die betriebliche Stickstoffeffizienz zu verbessern und die Belastung der Umwelt zu minimieren.

## Referenzen

- Belastungskarten (2000): Stickstoff-Eintrag im Voralpenraum, Gebiet OSTLUFT – Kurzbericht Meteotest im Auftrag von OSTLUFT, Dezember 2000
- Vorhersagequalität (2002): Messungen und Modellresultate - Vorhersagequalität N-Depositionen Bericht Meteotest im Auftrag von OSTLUFT, Mai 2002
- OSTLUFT Messungen (2004): Stickstoffdepositionen in der Ostschweiz 1994 - 2003, Zusammenfassung Messbericht, Oktober 2004
- OSTLUFT-Bericht (2004): Zu viel Stickstoff aus der Luft - Bedeutung für die Landwirtschaft, OSTLUFT-Bericht, November 2004.
- BUWAL (2002): Mitteilungen zur Luftreinhalte-Verordnung LRV Nr. 13: Ammoniak-(NH<sub>3</sub>)-Minderung bei der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, BUWAL 2002
- Positionspapier (2002): Minderung der Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft - Grundlagen zur Luftreinhaltung, Cerc'l'Air Fachgruppe NH<sub>3</sub>-Emissionen, Januar 2002, [www.cerclair.ch](http://www.cerclair.ch)
- Cerc'l'Air Empfehlung Nr. 21-A (2003): Minderung der Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft - Abdeckung neuer Güllelager vom 16. April 2003, [www.cerclair.ch](http://www.cerclair.ch)

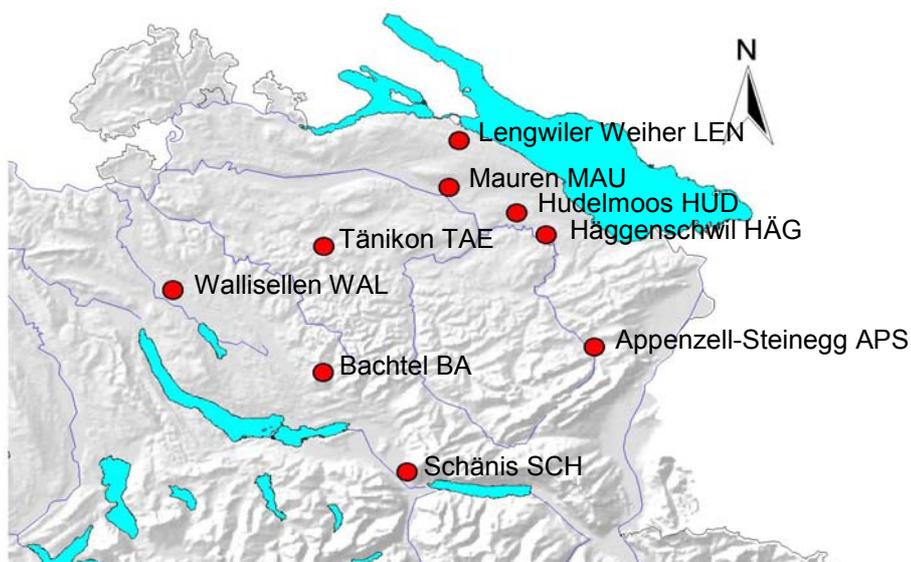


Abb. Z1 Standorte im OSTLUFT-Gebiet, an denen die Stickstoff-Depositionen gemessen wurden.

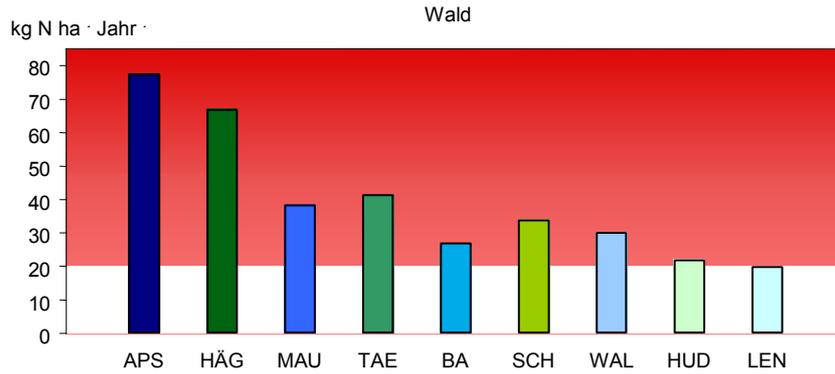


Abb. Z2 Vergleich der Gesamtstickstoffeinträge an neun Standorten (vgl. Abb. Z1) mit der Belastbarkeitsschwelle „critical loads“ für Wald. Die Messungen stammen aus den Jahren 2000 und 2003.

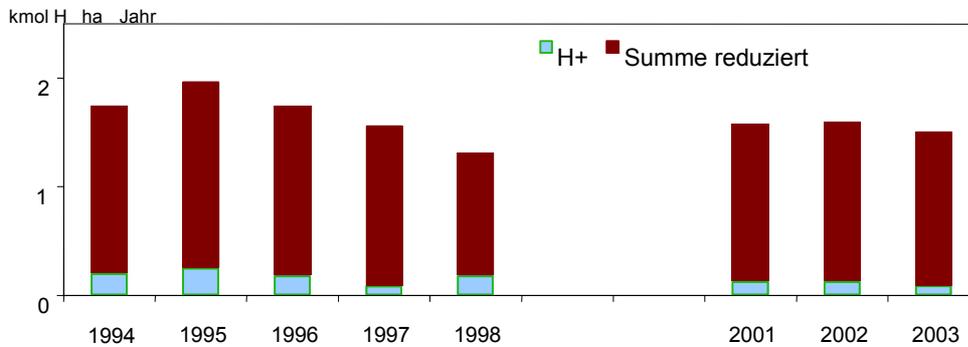


Abb. Z3 Entwicklung des Säure-Eintrages und des Potentials der Bodenversauerung für Waldökosysteme im Umfeld der Station Bachtel in den Jahren 1994 - 2003. (Protonenfracht H = Saurer Niederschlag berechnet aus pH und Niederschlagsmenge; Summe reduziert = Versauerungspotential, als Gesamtfracht bestehend aus NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Fracht von Niederschlägen und Aerosolen sowie deponiertem NH<sub>3</sub>-Gas.

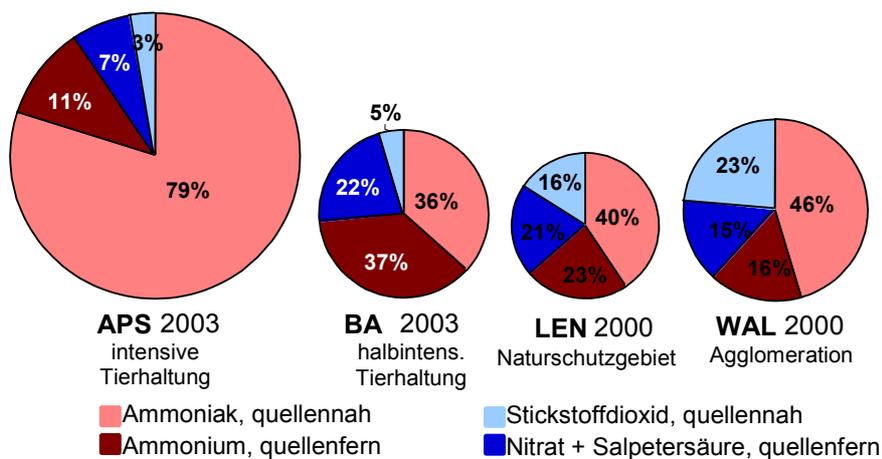


Abb. Z4 Unterscheidung von Quellenbeiträgen aus "Landwirtschaft" (reduzierte Verbindungen - rot) und „Verkehr“ (oxidierte Verbindungen - blau) bzw. quellenahen (hell) und quellenfernen (dunkel) Anteilen an vier verschiedenen Standorttypen für das Ökosystem "Wald". Von links nach rechts Abnahme der nutztierhaltungsbedingten Anteile und Zunahme der verkehrsbedingten Beiträge. Mengenbezogene Darstellung: Fläche ist proportional zu Gesamtstickstoffeintrag. Stationsnamen siehe Abb. Z1.