

# Zu viel Stickstoff aus der Luft



## Bedeutung für die Landwirtschaft

Eine Publikation von



## **Impressum**

### **Herausgeber:**

OSTLUFT

(Gemeinsame Überwachung der Luftqualität der Ostschweizer Kantone  
und des Fürstentums Liechtenstein)

### **Sachbearbeitung Projekt N-Deposition:**

- Fritz Zürcher (AfU AR, Leitung)
- Jürg Hertz (AfU TG)
- Markus Meier (AWEL ZH)

Text und Grafik: Fritz Zürcher  
Foto: siehe Quellennachweis  
Layout/Titelbild: Werner Lieberherr

*Bezug bei [www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch)*

Copyright OSTLUFT

1. Auflage, 300 Ex. / 11.2004

# Inhalt

## Fazit

1	Stickstoff, ein regionales Problem.....	4
2	Zu viel düngewirksamer Stickstoff aus der Luft.....	5
2.1	Herkunft der Stickstoffverbindungen	
2.2	Wie kommt der Stickstoff in den Wald	
2.3	Wirkung auf die naturnahe Vegetation	
3	Situation in der Ostschweiz.....	7
3.1	Belastung	
3.1.1	Feldmessung	
3.1.2	Erhöhte Belastung in Quellennähe	
3.1.3	Keine Trendwende erkennbar	
4	Perspektiven.....	8
4.1	Entwicklung mit/ohne Massnahmen	
4.2	Erfolgskontrolle	
5	Handlungsbedarf.....	10
5.1	Stickstoffverluste vermeiden	
5.1.1	Betriebliche Möglichkeiten nutzen	
5.1.2	Ansprechpersonen	
5.2	Umwelt schützen	
5.2.1	Nachweis der Entlastung in gefährdeten Ökosystemen	
5.2.2	Betriebliche N-Verfügbarkeit verbessern	
6	Unterlagen.....	11

## Fazit

In der Ostschweiz sind Wälder und andere naturnahe Ökosysteme durch übermässige Stickstoffeinträge aus der Luft längerfristig gefährdet. Das Ausmass der regionalen Stickstoff-Überlastung verlangt wirksame Entlastungsmassnahmen.

Für eine nachhaltige Entlastung muss der Ausstoss von kritischen Stickstoffverbindungen gegenüber heute etwa halbiert werden. Weil rund drei Viertel der regionalen Stickstofflast auf Ammoniak-Emissionen der Nutztierhaltung zurückgeführt werden können, stehen Minderungsmassnahmen in diesem Bereich im Vordergrund. Der effiziente Umgang mit dem Düngerstickstoff verbessert die Wirtschaftlichkeit bei der ökologischen Tierhaltung und hilft gleichzeitig, empfindliche Vegetation und sensible Nasen zu schützen.

Zur Unterstützung der betrieblichen Anpassungen sind moderne Instrumente zu nutzen. Die effiziente Stickstoffverwaltung auf dem Betrieb soll mit einem flexiblen Stickstoff-Bilanzwerkzeug unterstützt werden. Zusätzlich zur Information und Weiterbildung sollen die betrieblich-technischen Anforderungen im Rahmen der geltenden Gesetzgebung durch den Vollzug der Luftreinhaltung sichergestellt werden.

Die längerfristige Entwicklung der regionalen Belastung und der Wirkungsnachweis der eingeleiteten Minderungsmassnahmen soll im Rahmen von OSTLUFT weiterverfolgt werden.



### **Wälder und Böden bekommen zu viel Stickstoff**

Stickstoffverbindungen aus der Luft überdüngen empfindliche Pflanzen und versauern schlecht gepufferte Böden. Bis zu drei Viertel dieser Stickstoffverbindungen stammen von der landwirtschaftlichen Tierhaltung. Quellen sind die tierischen Ausscheidungen aus denen entlang der Hofdüngerkette rund die Hälfte des Stickstoffs als Ammoniak verloren geht.

## 1. Stickstoff, ein regionales Problem

In der Ostschweiz besteht im Vergleich zum Schweizer Durchschnitt eine erhöhte Gefahr der Überdüngung mit düngewirksamem Stickstoff aus der Luft. Grund ist die hohe Nutztierdichte mit grossen Ammoniak-Verlusten. Untersuchungen zeigen, dass die Stickstoffeinträge in der Ostschweiz an vielen Waldstandorten die kritische Schwelle überschreiten.

Waldökosysteme werden längerfristig durch zu viel Stickstoff gefährdet. Wichtige Funktionen, wie z.B. der Wasserrückhalt oder die Hangstabilisierung, werden dadurch geschwächt. Im Hinblick auf einen besseren Schutz stickstoffempfindlicher Ökosysteme haben sich die Verantwortlichen von OSTLUFT dafür eingesetzt, dass die regionale Belastungssituation und deren Konsequenzen besser abgeschätzt werden können. Aus diesem Grund wurden die Einträge an ausgewählten Stellen untersucht und zusätzlich räumlich übergreifende Abschätzungen der N-Einträge vorgenommen (OSTLUFT Belastungskarten 2000).

Die Einträge von luftgetragenen Stickstoffverbindungen in den Wald haben sich seit den fünfziger Jahren nahezu verdreifacht und liegen heute im Mittel im Ostschweizer Wald bei  $40 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$  (gesamtschweizerisch  $30 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ). Rund 90 % der Schweizer Waldflächen zeigen eine Überschreitung der kritischen Stickstoffbelastung, für 60 % ist zusätzlich eine Überschreitung der kritischen Säurebelastung zu befürchten.

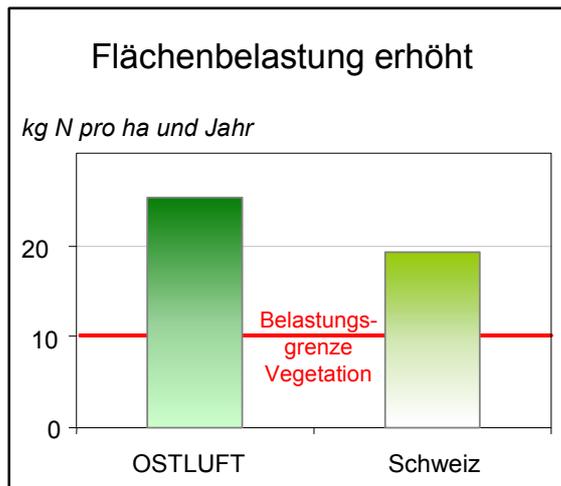


Abb. 1

**Regionale Mehrbelastung durch Eintrag von Stickstoff-Verbindungen aus der Luft**

Die durchschnittliche Flächenbelastung mit Stickstoffverbindungen aus der Luft liegt im Gebiet OSTLUFT rund 25 % über den Vergleichswerten für die Schweiz. Die Mehrbelastung bei Wald-Ökosystemen liegt sogar bei rund 30 %.

## 2. Zu viel düngewirksamer Stickstoff aus der Luft

### 2.1 Herkunft der Stickstoffverbindungen

Über 70 % der Stickstoffverbindungen, die aus der Luft abgelagert werden, bestehen aus Ammoniak und dessen Verbindungen. Die überwiegende Mehrheit davon stammt aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung. Bei der Nutztierhaltung geht rund die Hälfte des ausgeschiedenen Stickstoffs als Ammoniak verloren. Ammoniak-Stickstoff entweicht vor allem im Stall- bzw. Freilaufbereich, bei der Hofdüngerlagerung und beim Ausbringen des Düngers. Die hohen Ammoniak-Verluste sind nicht zuletzt auch Ausdruck unserer Ernährungsgewohnheiten mit einem hohen Anteil an tierischen Proteinen.

Ökologisch orientierte Betriebe sind deshalb daran interessiert, den wertvollen Pflanzennährstoff Stickstoff auf dem Betrieb zu behalten. Am effizientesten erfolgt dies über Stickstoff optimierte Fütterung und betrieblich/technische Massnahmen zur Minderung der Ammoniak-Verluste.

Eine geringere Menge von Ammoniak wird von Kat-Fahrzeugen<sup>1</sup> und biologischen Abbauprozessen beigesteuert (Kompostierung, Kanalisation/ARA, überdüngte Böden). Mit der bevorstehenden Verschärfung der Abgasnormen für Kat-Fahrzeuge und der damit verbundenen besseren Systemregelung kann dieser Teil der Ammoniakemissionen deutlich vermindert werden.

Beim Rest der Stickstoffverbindungen aus der Luft handelt es sich um Nebenprodukte von Verbrennungsprozessen, den Stickoxiden und deren Folgeprodukte. Dank Katalysatortechnik konnte der Ausstoss von diesen oxidierten Stickstoffverbindungen in den letzten Jahren bereits massiv vermindert werden. Durch die Einführung von verschärften Abgasnormen bei Diesel-Fahrzeugen soll der Stickstoffoxid-Ausstoss aus dem Verkehr noch einmal deutlich gesenkt werden.

### 2.2 Wie kommt der Stickstoff in den Wald?

Luftschadstoffe sind leicht verfrachtbar, reagieren mit Begleitstoffen und werden schliesslich wieder abgelagert, zum Teil sogar fernab der Quellgebiete. Stickstoffverbindungen werden mehrheitlich mit Niederschlägen (nass und trocken) abgelagert und als gas- und aerosolförmige Verbindungen ausgekämmt. Für stickstoffempfindliche Ökosysteme, wie Wälder, artenreiche Naturwiesen und Trockenrasen, alpine Heiden, Hoch- und Flachmoore, ist der übermässige Eintrag von Stickstoffverbindungen aus der Luft langfristig eine Gefahr.

<sup>1</sup> Die Kat-Technik wurde aber eingeführt, um die Stickoxide, insbesondere das NO<sub>2</sub>, als Vorläufer von Salpetersäure und Ozon zu reduzieren. Bei gewissen Betriebszuständen kann der Katalysator übersteuern und z.T. Ammoniak bilden.

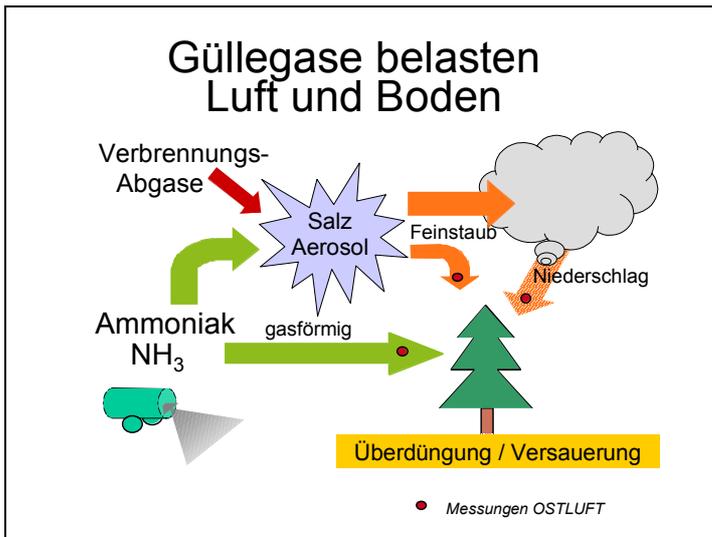


Abb. 2

**Gülle-gase belasten Luft und Boden**  
 Ammoniak ist gasförmig und verteilt sich rasch in der Luft. Aufgrund seiner Reaktivität wird er direkt von der Vegetation aufgenommen oder bindet saure Verbrennungsabgase (Salpetersäure, Schwefeldioxid u.a.) unter Bildung von Salzen. Die fein verteilten salzhaltigen Luftpartikel, sog. Aerosole, werden weit-räumig verfrachtet und schliesslich bevorzugt in nasser Form mit Niederschlägen bzw. Nebel oder trocken als feiner Staub auf Vegetationsoberflächen und Böden abgelagert. Die Stickstoff-einträge sind heute nachweislich so hoch, dass Waldböden überdüngt werden, zunehmend versauern und Nährstoffe ausgewaschen werden.

## 2.3 Wirkung auf die naturnahe Vegetation

Stickstoff ist unentbehrlich für das Pflanzenwachstum. Wälder und andere Dauergrünflächen wachsen langsam und können ihren Stickstoffbedarf über natürliche Erneuerung und geringe Einträge aus der Luft decken. Die heute von Waldbäumen aus der Luft ausgekämmten Stickstoff-Verbindungen übersteigen den natürlichen Bedarf massiv. Die Ablagerung von Stickstoffverbindungen auf dem freien Feld ist nur etwa halb so gross, zudem benötigen die rasch wachsenden Futterpflanzen mehr Stickstoff, der nur über zusätzliche Düngung gedeckt werden kann.



Abb. 3

**Zu viel düngerwirksamer Stickstoff lässt die feinen Wurzeln von Bäumen verkümmern**

Je höher der Stickstoffeintrag umso geringer ist der Längenanteil der Feinstwurzeln. Dadurch wird die Bodenverankerung verschlechtert und in der Folge die Gefahr des Windwurfs und der Bodenerosion erhöht.  
 (Foto: Bodenökologie WSL)

Zuviel reduzierter Stickstoff (Ammoniak/Ammonium-Stickstoff) überdüngt empfindliche Böden und kann zudem Säure freisetzen. Feinwurzeln reagieren auf die Versauerung mit Wachstumshemmungen oder sterben gar ab. Von der Versauerung betroffen ist besonders der mineralische Unterboden. In der Folge wurzelt der Baum nur noch im humus- und basenreichen Oberboden. Er verliert an Stabilität und wird empfindlicher gegenüber Trockenheit und Windwurf. Auch Bodentiere reagieren auf eine fortschreitende Bodenversauerung negativ.

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 einen Wert von 10 - 20 kg pro Hektare und Jahr nicht übersteigt.

### 3. Situation in der Ostschweiz

In der Region Frauenfeld - St. Gallen - Appenzell ist die Dichte der Nutztierbestände und damit der Ammoniak-Quellen besonders hoch. Im Einflussbereich dieser Quellen finden sich auch die höchsten Stickstoffbelastungen, die aus der Luft abgelagert werden (Karte Abb. 4). Nach Abschätzungen von OSTLUFT werden die kritischen Stickstoff-Einträge (Critical Loads<sup>2</sup>) in praktisch allen Waldgebieten der Ostschweiz überschritten (OSTLUFT Belastungskarten 2000).

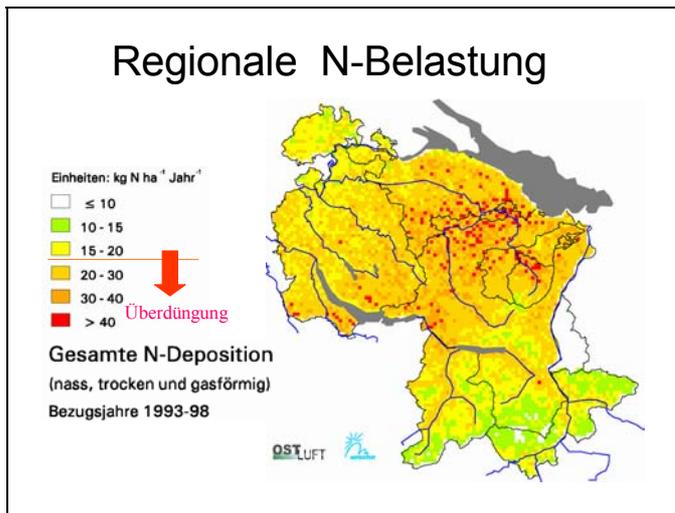


Abb. 4:  
**Die regionale Stickstoffbelastung aus der Luft ist zu hoch**

In vielen Gebieten, namentlich im Einflussbereich von Ammoniakemissionen der Nutztierhaltung, sind die Stickstoffeinträge kritisch hoch (OSTLUFT Belastungskarten 2000).

#### 3.1 Belastung

##### 3.1.1 Feldmessungen

Im OSTLUFT-Gebiet wurde die Belastung mit gasförmigen Stickstoffverbindungen seit dem Jahr 2000 an neun Standorten erfasst. Die langjährigen Messungen der N-Deposition auf dem Bachtel wurden im Jahre 2002 durch Messungen am Standort Tänikon mit intensiver Landwirtschaft ergänzt. Mit der Erfassung der N-Einträge in Schänis wurden im selben Jahr auch Daten für einen extensiv bewirtschafteten Standort zugänglich (Kooperation mit Messstation des Landesforstinventars). Im Jahr 2003 wurde das Messnetz noch um zwei weitere Stationen in Gebieten mit hoher Belastung erweitert (AI, SG).

Aus den Konzentrationen und Frachten der verschiedenen Stickstoff-Komponenten in der Deposition und in der Luft wurde mit Hilfe von mittleren Depositionsgeschwindigkeiten der Eintrag von atmosphärischem Stickstoff geschätzt. Aus den Messungen kann für Wiesen ein totaler N-Eintrag von 15 bis 45 und für Waldstandorte von 20 bis 75 kg N pro Hektare und Jahr abgeleitet werden.

##### 3.1.2 Erhöhte Belastung in Quellennähe

Die Ammoniakkonzentrationen reagieren deutlich auf die landwirtschaftliche Tätigkeit im Umfeld der Messstationen. Bei Gülleausstrag stiegen die Konzentrationswerte auf dem Bachtel sofort an, bei Weidegang war dieser Effekt etwas weniger deutlich. Perioden mit und ohne Hofdüngerausstrag unterscheiden sich deutlich bei der Ammoniakbelastung. In einer Vier-Wochen-Periode mit Gülleausstrag und Weidegang stieg der Ammoniak-Anteil in der Gesamt-N-Deposition im Wald von 27 % auf 83 % gegenüber einer Vergleichsperiode ohne Weidegang und Hofdüngerausstrag im näheren Umfeld (im "Feld" von 12 % auf 69 %).

<sup>2</sup> "Critical Loads" stützen sich auf internationale wissenschaftliche Erkenntnisse und beziehen sich auf kritische Eintragsraten von Schadstoffen in ein bestimmtes Ökosystem.

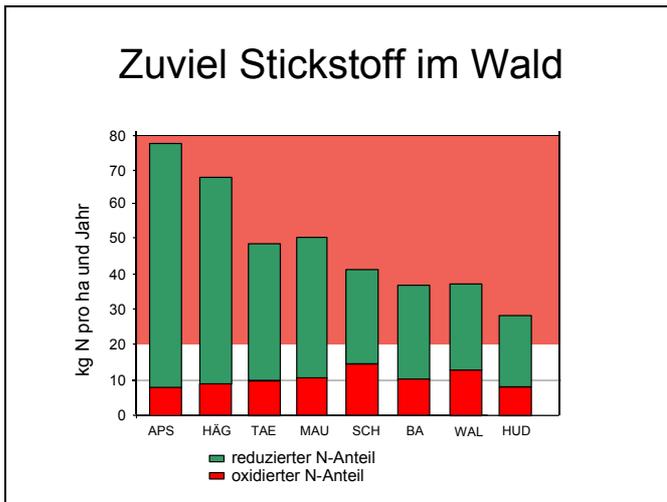


Abb. 5  
**Im Gebiet OSTLUFT erhalten Wälder zu viel düngerwirksamen Stickstoff aus der Luft**

Mehr als drei Viertel der Stickstoffeinträge stammen von Ammoniakemissionen der Nutztierhaltung (grün = reduzierte N-Verbindungen), meist weniger als ein Viertel ist auf die Stickoxide von Verbrennungsprozessen zurückzuführen (rot = oxidierte N-Verbindungen). Wälder ertragen langfristig nur 10 - 20 kg Stickstoff pro Hektare und Jahr (Kritischer Belastungswert.)

APS = Appenzell (AI)  
HÄG = Häggenschwil (SG)  
MAU = Mauren und TAE = Tänikon (TG) intensiv bewirtschaftet  
BA = Bachtel (ZH)  
SCH = Schänis (SG) halbintensiv bewirtschaftet  
HUD = Hudelmoos Naturschutzgebiet

### 3.1.3 Keine Trendwende erkennbar

An der Station Bachtel mit mässig landwirtschaftlicher Aktivität schwankten die Stickstoff-Einträge aus der Luft über die Jahre zum Teil beträchtlich. Im langjährigen Mittel ist kein Belastungsrückgang zu erkennen. Der vorübergehende Rückgang bis zum Jahr 2000 ist auf die erfolgreiche Minderung der NOx-Emissionen durch Katalysatoren bei benzinbetriebenen Fahrzeugen zurückzuführen.

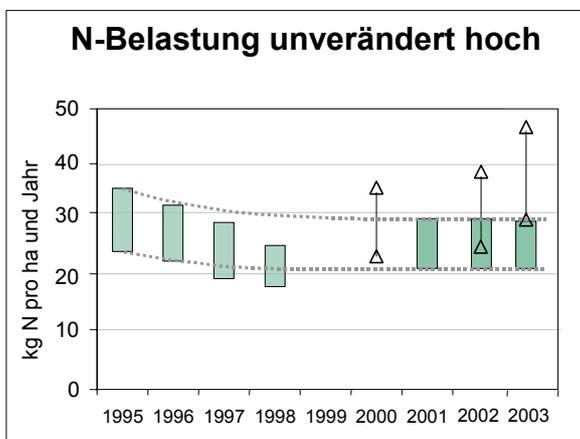


Abb. 6:  
**Entwicklung der Stickstoffdeposition in der Ostschweiz**

Säulen beziehen sich auf Messungen am Bachtel (halbintensive Bewirtschaftung), Dreiecke repräsentieren Werte von Tänikon (intensive Bewirtschaftung). Das untere Niveau bezieht sich auf Belastungen im freien Feld, das obere auf Belastung von schadstofffiltrierenden Waldökosystemen. Die anfängliche Absenkung im langfristigen Trend ist durch den Rückgang beim Eintrag von oxidierten Stickstoffverbindungen erklärbar (NOx-Minderung).

## 4. Perspektiven

### 4.1 Entwicklung mit/ohne Massnahmen

Im Hinblick auf den längerfristigen Schutz naturnaher Standorte ist der Entwicklung der Luftbelastung durch N-Verbindungen besondere Beachtung zu schenken. Rund 75 % der Stickstoffverbindungen, die in der Ostschweiz aus der Luft abgelagert werden, stammen aus der Landwirtschaft. Der Rest wird von Verbrennungssystemen, hauptsächlich Motoren, ausgestossen. Für die letzten 10 Jahre ist ein Rückgang erkennbar, der im Wesentlichen auf einen Rückgang bei den Verbrennungsabgasen zurück zu führen ist. Der Ausstoss der Stickoxide (NOx) konnte in dieser Zeit dank Einführung der Katalysatoren bei Benzinmotoren um rund 50 % vermindert werden.

Der Rückgang des NO<sub>x</sub>-Anteils ist aber nicht so deutlich ausgefallen, weil der Benzinverbrauch sowie der Anteil an stark emittierenden Dieselfahrzeugen immer noch steigt.

Um die Belastung in der Ostschweiz unter die kritische Belastungsgrenze abzusenken, müssen neben den Massnahmen zur Senkung der oxidierten Stickstoffverbindungen auch wirksame Massnahmen zur Reduktion der Ammoniak-Emissionen getroffen werden.

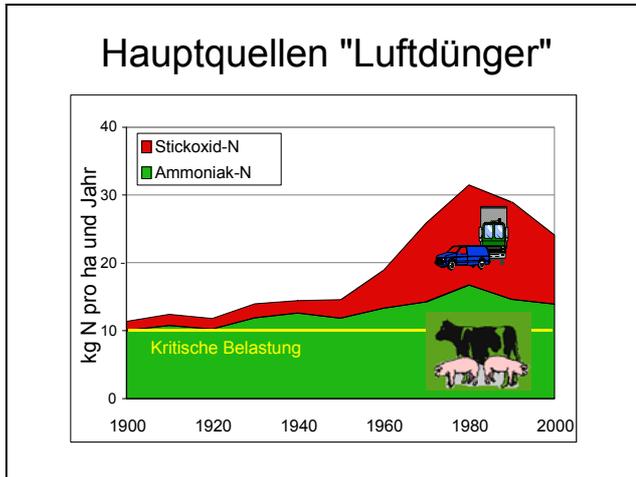


Abb. 7:  
**Quellen der N-Düngung aus der Luft**  
Entwicklung bezieht sich auf die durchschnittliche Belastung in der ganzen Schweiz. Seit den fünfziger Jahren hat sich die Belastung mit Stickstoffverbindungen aus der Luft nahezu verdreifacht. Bezogen auf das Jahr 2000 liefert die Landwirtschaft etwa 75 % der Gesamtbelastung durch Stickstoff. Die kritische Belastungsgrenze ist gelb markiert. Zum Schutz ist die Gesamtbelastung in der Ostschweiz längerfristig um rund 50 % abzusenken.

## 4.2 Erfolgskontrolle

Der Eintrag von Stickstoff in den Voralpenraum kann mit einfachen Methoden recht zuverlässig ermittelt werden. Erforderlich sind dazu z.B. Sammelproben der nassen und trockenen Deposition (Ammonium und Nitrat mit Bulk-Niederschlagssammler) kombiniert mit einfachen Gassammlern (Ammoniak, Stickstoffdioxid mit Passivsammler). Dank günstigen Sammeltechniken ist auch eine bessere räumliche Abdeckung möglich.

Für eine räumlich differenzierte Darstellung der Belastungssituation wurden Emissions- und Immissionskarten verwendet (OSTLUFT Belastungskarten 2000). Die von OSTLUFT an ausgewählten Standorten gemessenen Belastungsverhältnisse bestätigen die Ergebnisse der Modellrechnungen, die sich auf Emissionsinventare abstützen. Die Kombination von gezielten Messungen mit Modellrechnungen bietet eine verlässliche Basis für die Darstellung der grossräumigen Belastungssituation (OSTLUFT Vorhersagequalität 2002 und Messbericht 2004).

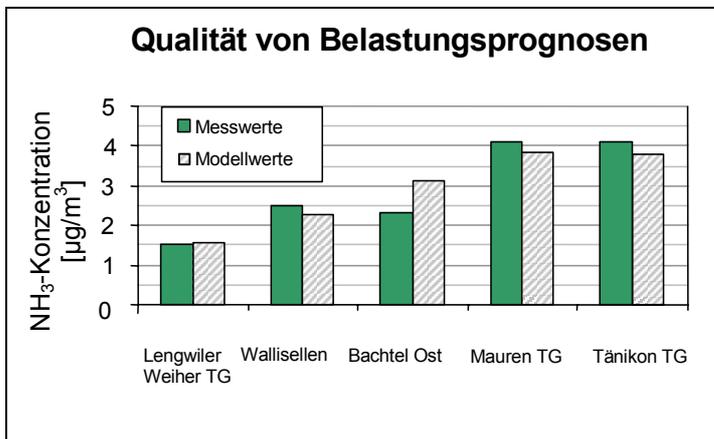


Abb. 8:  
**Überprüfung der Modellwerte**  
Die für ein Jahr hochgerechneten NH<sub>3</sub>-Konzentrationen stimmen recht gut mit den gemessenen Jahresmittelwerten überein.

Die nach dem Modell des BUWAL berechneten Werte eignen sich gut für die grossräumige Abschätzung der N-Belastung. Stichprobenmessungen überprüft.

## 5. Handlungsbedarf

### 5.1 Stickstoffverluste vermeiden

#### 5.1.1 Betriebliche Möglichkeiten nutzen

Rund die Hälfte des Stickstoffs, der von Tieren ausgeschieden wird, geht im Stall, während der Hofdüngerlagerung, nach dem Ausbringen von Hofdüngern oder auf der Weide als Ammoniak verloren.

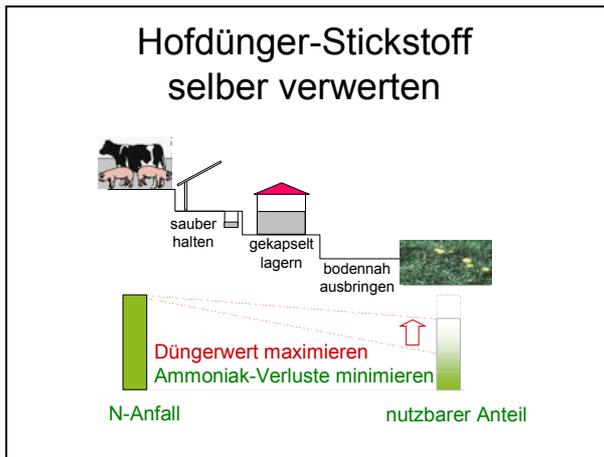


Abb. 9:

#### **Betriebliche Optimierung**

Ammoniak-Verluste schmälern die Hofdüngerqualität und verursachen einen Minderertrag. Jedes verlorene kg Stickstoff schmälert das Betriebsergebnis. Der verlustarme Umgang mit Hofdünger und der effiziente N-Einsatz sind Ausdruck von zukunftsorientierten Nutztierbetrieben.

Die Ammoniakverluste werden massgeblich bestimmt durch die Zusammensetzung der Fütterungsrationen, die Wahl und Ausgestaltung des Aufstallungssystems sowie die Güllelager- und Ausbringtechnik. Insbesondere lassen sich Ammoniak-Verluste vermeiden, wenn beim Umgang mit Hofdünger auf möglichst wenig Luftkontakt geachtet wird.

Die Lagerung von Hofdünger soll darum von freiem Luftzutritt abgeschirmt werden, z.B. in Gruben mit Spaltenboden oder freistehenden Siloanlagen mit Abdeckung. Auch beim Austrag von flüssigem Hofdünger kann der Austausch mit der Luft minimiert werden, z.B. durch bodennahe Verteilung (Schleppschlauchverteiler) oder direkte Einarbeitung in den Boden (nachträgliche Einarbeitung im Ackerbau bzw. Injektion).

Der Schutz der Umwelt vor Stickstoff-Überlastung ist eine überregionale, sogar internationale Aufgabe. Die rechtlichen Grundlagen dazu sind in der LRV und den internationalen Abkommen festgehalten. Zur Minderung der Ammoniak-Verluste sind also keine neuen gesetzlichen Rahmenbedingungen notwendig. Für den Vollzug Luftreinhaltung in der Landwirtschaft sind die Kantone zuständig.

#### 5.1.2 Ansprechpersonen

Die Minderung der Ammoniak-Verluste lohnt sich für den Betrieb, denn jedes Kilo Stickstoff, das nicht verloren geht, steht den Pflanzen zur Verfügung und hilft so das Betriebsergebnis zu verbessern. Der betriebswirtschaftliche Anreiz ist überall vorhanden und wird durch die ökologische Ausrichtung der Landwirtschaft verstärkt.

Emissionsarm wirtschaften kann gelernt werden. Unabdingbar sind fachlich kompetente Beratungs-, Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten sowie regional abgestimmte Informationskampagnen. Der Bund und die Kantone können die ökologische Weiterbildung und Beratung über ihre Beratungsdienste tatkräftig unterstützen (Bundesfachstellen SRVA Lausanne und LBL Lindau). Die Ziele einer optimierten Stickstoffverwertung sollen vorab auf dem "sanften Weg", das heisst mittels Überzeugung angegangen werden. Die notwendigen Kontrollen der umweltschutzrechtlichen Leistungen auf den Betrieben sind von der Beratung zu trennen. Dafür ist besonders geschultes Personal erforderlich.

## 5.2 Umwelt schützen

### 5.2.1 Nachweis der Entlastung in gefährdeten Ökosystemen

Mit den langjährigen Messreihen von Bachtel (ZH) und Wallisellen (ZH) sowie den ergänzenden Messstellen in Tänikon (TG), Häggenschwil (SG) und Appenzell (AI) verfügt OSTLUFT über ausgezeichnete Referenzpunkte im Einzugsgebiet. Je mehr gesicherte Messungen vorliegen, umso besser kann die tatsächliche Belastung eingeordnet werden. Um den Messaufwand in Grenzen zu halten, bieten sich Modellrechnungen an, die auf Emissionsdaten zurückgreifen und durch Messungen gestützt werden.

Die längerfristige Entwicklung der regionalen Belastung und damit der Erfolg von Minderungsmaßnahmen wird von OSTLUFT weiter verfolgt. Zu diesem Zweck ist eine Aktualisierung der Belastungskarten nach rund 5 Jahren geplant. Der Eintrag der verschiedenen Stickstoffverbindungen an den Referenzstandorten soll später erneut differenziert erfasst werden.

### 5.2.2 Betriebliche N-Verfügbarkeit verbessern

Eine betriebswirtschaftlich sinnvolle Stickstoffnutzung erfordert eine zweckmässige Kombination von Massnahmen auf allen Produktionsstufen. Dazu sind gute Kenntnisse über die tatsächlichen Verluste notwendig. Im Rahmen eines überregionalen Projektes soll zusammen mit landwirtschaftlichen Fachkreisen ein Werkzeug erarbeitet werden, welches eine Abschätzung der Ammoniak-Verluste auf einzelnen Betrieben zulässt. Dieses Instrument soll für die betriebliche Bilanzierung, die Sensibilisierung und die Auswahl wirksamer und kostengünstiger Minderungsmaßnahmen eingesetzt werden.

## 6. Unterlagen

Projektbeschreibung 2000	Stickstoffdeposition im Voralpenraum – Skizze OSTLUFT-Projekt
Belastungskarten 2000	Stickstoff-Eintrag im Voralpenraum, Gebiet OSTLUFT – Kurzbericht mit Karten-Anhang Dezember 2000
Vorhersagequalität 2002	Messungen und Modellresultate – Vorhersagequalität N-Depositionen OSTLUFT B1 Mai 2002 (Meteotest im Auftrag von OSTLUFT)
Messbericht 2004	Stickstoffdepositionen in der Ostschweiz 1994 - 2003, OSTLUFT in Zusammenarbeit mit FUB, Oktober 2004