



UmweltWissen – Schadstoffe

## Ammoniak und Ammonium



Ammoniak und Ammonium sind Luftschadstoffe, die als Nährstoffe wirken und zur Versauerung führen. Vor allem magere Ökosysteme mit ihren vielen seltenen Arten werden dadurch langfristig oft unwiederbringlich verändert.

In den letzten Jahrzehnten war die Luftreinhaltung sehr erfolgreich, so dass natürliche oder naturnahe Ökosysteme heute viel weniger belastet sind als zum Beispiel 1990. Damals waren fast alle Flächen nährstoffüberlastet, 2015 noch gut zwei Drittel. Die Übersäuerung ging sogar auf rund ein Viertel zurück.

Trotz dieser Erfolge bleibt das Thema aktuell, zumal im Zuge der Energiewende viele Biogasanlagen entstanden, so dass wieder mehr Ammoniak freigesetzt wird. Im landwirtschaftlichen Sektor liegt also weiterhin ein großes Reduktionspotenzial. Aber wir alle können die landwirtschaftlichen Betriebe unterstützen, indem wir unsere Lebensmittel gezielt auswählen. Tipps dazu finden Sie in dieser Publikation.

### 1 Stoffeigenschaften

Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) ist eine chemische Verbindung von Stickstoff (N) und Wasserstoff (H). Es ist ein farbloses, stechend riechendes Reizgas, das sich leicht in **Wasser** löst. Dabei wandelt es sich zum Teil in Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) um, das sauer reagiert.

In der **Luft** reagiert gasförmiges Ammoniak mit Schwefeldioxid oder Stickstoffoxiden relativ schnell zu Ammoniumsalzen. Diese Partikel lagern sich zu Aerosolen, also Schwebstäuben, zusammen. Mit Regen, Nebel oder Tau gelangen sie in Gewässer und Böden.

Im **Boden** wird das Ammonium an Partikel gebunden oder von Pflanzen oder Mikroorganismen aufgenommen. Es kann mit Bodenmaterial in Gewässer geschwemmt werden oder nach der Umwandlung in Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) ins Grundwasser ausgewaschen werden. In schlecht durchlüfteten Böden entsteht Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ein starkes Treibhausgas. Ammoniak und Ammonium sind also Teil des Stickstoff-Kreislaufes.

## 2 Quellen

Insgesamt entweichen in Deutschland jährlich knapp 760.000 Tonnen Ammoniak (Stand 2015). Rund 95 Prozent stammen aus dem landwirtschaftlichen Sektor und zwar aus den verschiedensten Prozessen und sehr vielen, zum Teil kleinen Betrieben. Daher lassen sich diese Emissionen nur schwer reduzieren.

Ammoniak entsteht vor allem in der **Tierhaltung**, weil die Exkremente der Nutztiere Harnstoff und Eiweiß enthalten, die in Ammoniak umgewandelt werden. Hauptquelle ist die Rinderhaltung, insbesondere Milchvieh, aber auch Mastrinder. Der Beitrag der Schweinehaltung ist deutlich geringer.

Besonders viel Ammoniak entweicht bei der Ausbringung von **Gülle, Festmist und Gärresten**, vor allem im Sommer bei hohen Temperaturen und wenn sie nur oberflächlich verteilt werden. Bayern ist reich an Rindern und hat viele Futterflächen, so dass viel Rindermist auf Grünland, also auf Wiesen oder Weiden, ausgebracht wird. Auch im Stall und bei der Lagerung kann zum Teil viel Ammoniak entweichen.

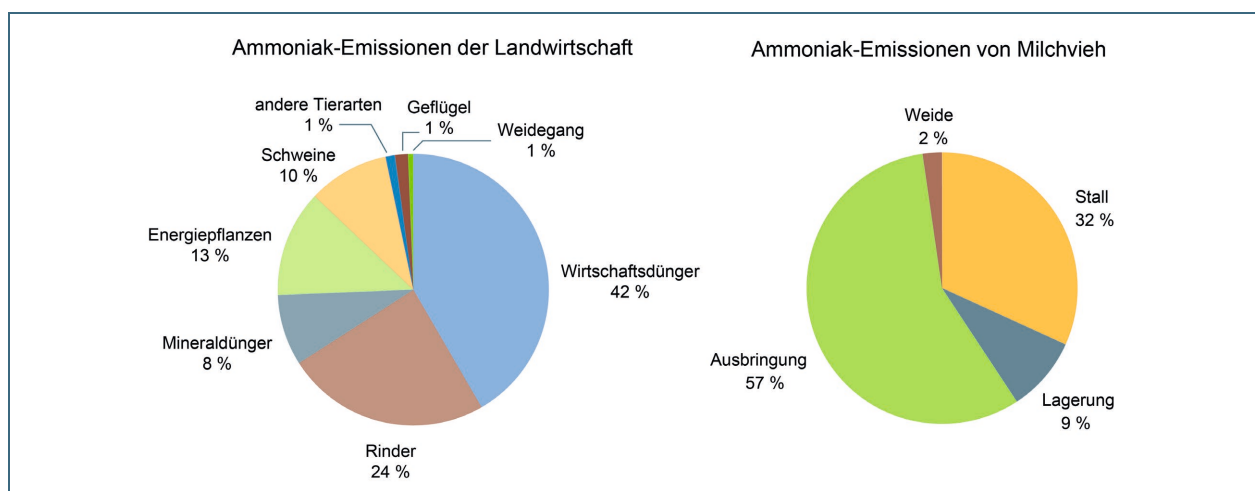


Abb. 1: Hauptquelle von Ammoniak sind landwirtschaftliche Verfahren, vor allem die Tierhaltung und die Düngung. Auch Energiepflanzen für Biogasanlagen schlagen stark zu Buche. In Bayern dominieren die Emissionen aus der Rinderhaltung, dargestellt ist das Beispiel Milchviehhaltung. Mineraldünger wird dagegen deutlich weniger ausgebracht als im Bundesdurchschnitt.

Bei der **Mineraldüngung** selbst entweicht weniger Ammoniak, bundesweit sind es nur gut ein Sechstel der Emissionen (Stand 2016). Das größere Problem stellt sich jedoch langfristig: Der Stickstoff für Mineraldünger wird aus der Luft gewonnen. Mineraldünger bringen also auf die Dauer immer mehr zusätzlichen Stickstoff in den regionalen Kreislauf. Dasselbe gilt für **zugekaufte Importfuttermittel**. Viele landwirtschaftliche Flächen haben aber bereits seit Jahren ein hohes Stickstoffpolster. Die Folge: Mehr Ammoniak entweicht in die Luft und mehr Nitrat gelangt ins Grundwasser.



Abb. 2: Was bei der Gülleausbringung stinkt, ist unter anderem Ammoniak: Bei schönem Wetter verdunstet noch mehr.



Abb. 3: Günstig ist die Ausbringung mit dem Schleppschlauchverteiler kurz vor dem Regen. Dann sickern Gülle oder Dünger rasch ein.

## 2.1 Sonstige Quellen

Aus **industriellen Prozessen** stammen nur ein bis zwei Prozent der Emissionen, insbesondere aus der Düngemittel-, Ammoniak- und Salpetersäureproduktion und aus der Verwendung von Kühlmitteln. Auch aus Kläranlagen entweicht Ammoniak.

Die **Verbrennung fossiler Brennstoffe** trägt maximal ein Prozent zu den Emissionen bei. Ammoniak entweicht insbesondere bei der Kohle- und Ölverbrennung, in Kraftwerken (Entstickung), aus Müllverbrennungsanlagen, Zementwerken und aus Kraftfahrzeugen.

Auch aus **natürlichen Quellen** wird Ammoniak freigesetzt, wenn Mikroorganismen in Böden organisches Material abbauen. Dies geschieht vor allem, wenn viel Stickstoff und ausreichend Sauerstoff vorhanden sind.

## 3 Transport und Eintrag in Ökosysteme

Ammoniak bleibt nur einige Stunden bis wenige Tage in der Luft. Der kleinere Teil wird unmittelbar bei der Quelle abgelagert (trockene Deposition). Der größere Teil verändert sich chemisch zu Ammonium und Ammoniumsalzen. Diese Verbindungen bleiben länger in der Atmosphäre und werden daher oft vom Wind verfrachtet und weit entfernt abgelagert. Dabei überwiegt die nasse und feuchte Deposition, bei der die Verbindungen mit Niederschlägen abregnen oder von Blättern, Nadeln oder Ästen aus dem Nebel „ausgekämmt“ werden.



Abb. 4: Nahe bei Ställen wird oft sehr viel Stickstoff in Form von Ammoniak eingetragen.

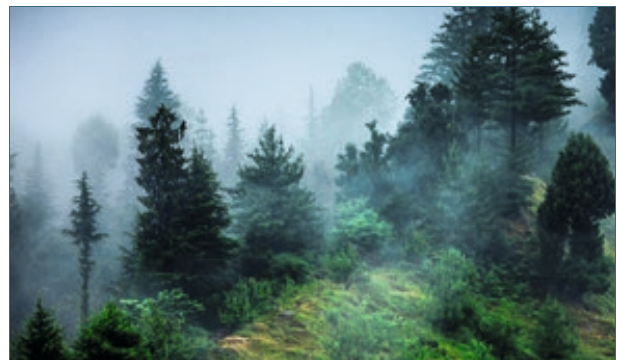


Abb. 5: In Reinluftgebieten kämten Bäume Ammonium und andere Schadstoffe aus dem Nebel.

Jährlich gelangen aus der Luft etwa 15 Kilogramm Stickstoff auf jeden Hektar (Gesamt-Stickstoff aus Ammoniak, Ammonium und Stickstoffoxiden). Diesen Mittelwert hat das Umweltbundesamt für Deutschland errechnet (2013 bis 2015). In der norddeutschen Tiefebene und im Alpenvorland waren die Einträge deutlich höher. Der Durchschnitt für Bayern lag knapp darunter bei 14,5 Kilogramm pro Hektar und Jahr.

Tab. 1: Ammoniak findet man europaweit in der Luft, sogar in Reinluftgebieten. Am höchsten sind die Konzentrationen in Gebieten mit intensiver Tierhaltung (angegeben sind jeweils die Jahresmittel,  $\mu\text{g}$ : Mikrogramm,  $\text{NH}_3$ : Ammoniak,  $\text{m}^3$ : Kubikmeter. Quelle: LfU 2015, aktualisiert).

Gebiet	
naturnah	1 – 3
verkehrsnah	4 – 11
feldnah	2 – 10
stallnah	3 – 18



## 4 Verlust seltener Pflanzen und Insekten durch Nährstoffanreicherung

Durch Ammoniak und Ammonium gelangt sehr viel Stickstoff (N) in naturnahe Böden: Über 50 Prozent gehen auf ihr Konto, der Rest stammt aus Stickstoffoxiden ( $\text{NO}_x$ ) und Nitraten ( $\text{NO}_3$ ).

Pflanzen benötigen Stickstoff für den Aufbau von Aminosäuren und Eiweißen. Meist genügt sehr wenig, die Individuen bleiben klein und die Bestände schütter. Da keiner zu groß wird, bleibt Platz für viele – magere Bestände sind daher oft sehr artenreich.

Stickstoff düngt die Bestände, so dass Hochgräser und Hochstauden sehr üppig wachsen, meist Allerweltsarten wie Quecke, Brennnessel oder Mädesüß. Bäume bilden mehr Blattmasse und verholzen weniger. Daher können Trockenheit, Windbruch und Schädlinge mehr Schaden anrichten.

In den üppigen Beständen können kleinwüchsige Arten nicht gedeihen. Viele Arten nährstoffarmer Standorte stehen daher auf der Roten Liste. Nicht nur Pflanzen sind gefährdet, sondern vor allem auch Insekten. Ein Beispiel sind die seltenen Wiesenknopf-Ameisenbläulinge, die ihre Eier nur an die Blüten des Wiesenknopfs legen. Der Wiesenknopf wächst auf extensiven Feuchtwiesen.

Darüber hinaus hat die Nährstoffanreicherung (Eutrophierung) weitere langfristige Folgen: Aus überdüngten Böden wird mehr Nitrat ausgewaschen. Hauptverursacher sind die Mineraldüngung und die Ausbringung der Gülle, aber ein beachtlicher Teil kann auch von Ammoniak und Ammonium stammen, die aus der Luft eingetragen werden. Bislang ist vor allem das oberflächennahe Grundwasser betroffen, denn bis das Tiefenwasser erreicht ist, dauert es oft sehr lange.



Abb. 6: Die Küchenschelle wächst in Beständen, in denen sie genug Licht bekommt. Sie steht auf der Roten Liste.



Abb. 7: Pfeifengraswiese mit Sibirischer Schwertlilie. In dem wenig dichten Bestand findet man sehr viele Pflanzen- und Insektenarten.



Abb. 8: Stickstoff fördert stark wachsende Arten, meist Allerweltsarten. Die Bestände werden dicht und hoch, kleinere Arten halten da nicht mit.



Abb. 9: Der Wiesenknopf-Ameisenbläuling legt seine Eier nur am Wiesenknopf ab, einer mittlerweile seltenen Art der extensiven Feuchtwiesen.

## 5 Schädigung des Bodens durch Versauerung

Ammoniak und Ammonium wirken im Boden als Säure, weil bei ihrer chemischen Umsetzung Protonen entstehen. Ammoniak allein ist für knapp 40 Prozent der Säureeinträge verantwortlich. Der Rest entfällt auf Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ) und Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), die ebenfalls als Säure reagieren.

### pH-Wert: Maß für den Säuregrad

Der Säuregrad ist eine wichtige Kennzahl für Böden, denn er bestimmt viele chemische Gleichgewichte. Je saurer der Boden, desto mehr Protonen ( $\text{H}^+$ ) sind vorhanden. Der Säuregrad wird als pH-Wert angegeben:

- pH 1 bis 7 = sauer
- pH 7 = neutral
- pH 7 bis 14 = basisch

Mehrere **Puffersysteme** halten den pH-Wert im Boden konstant. Säureeinträge machen sich daher oft erst nach Jahrzehnten bemerkbar, wenn ein **Puffersystem** erschöpft ist und der pH-Wert stark sinkt. Dieser Prozess ist unumkehrbar. Wichtige Puffersysteme sind:

- Kalk (Carbonat) puffert in Böden mit neutraler Reaktion (pH-Wert nahe 7). Der Kalk wird dabei zersetzt und Calcium wird ausgewaschen. Die Bodenstruktur verschlechtert sich, die Böden sind dichter und weniger durchlüftet, die Bodenlebewesen weniger aktiv.
- Calcium, Magnesium, Kalium oder Natrium puffern bei geringer Versauerung. Sie werden dabei freigesetzt. Wenn sie ausgewaschen werden, gehen sie als Nährstoff verloren.
- Säuren und toxische Metalle werden erst bei stärkerer Versauerung freigesetzt und können ausgewaschen werden. Ein Beispiel ist Aluminium, das Bodenlebewesen und Feinwurzeln schädigt.

Die **Pufferkapazität** der Böden ist so unterschiedlich wie ihre Zusammensetzung. Dies hängt stark vom Ausgangsgestein ab. Auch der Vegetationstyp und die klimatischen Bedingungen beeinflussen das Ausgleichsvermögen. Die Empfindlichkeit der Böden ist daher unterschiedlich.

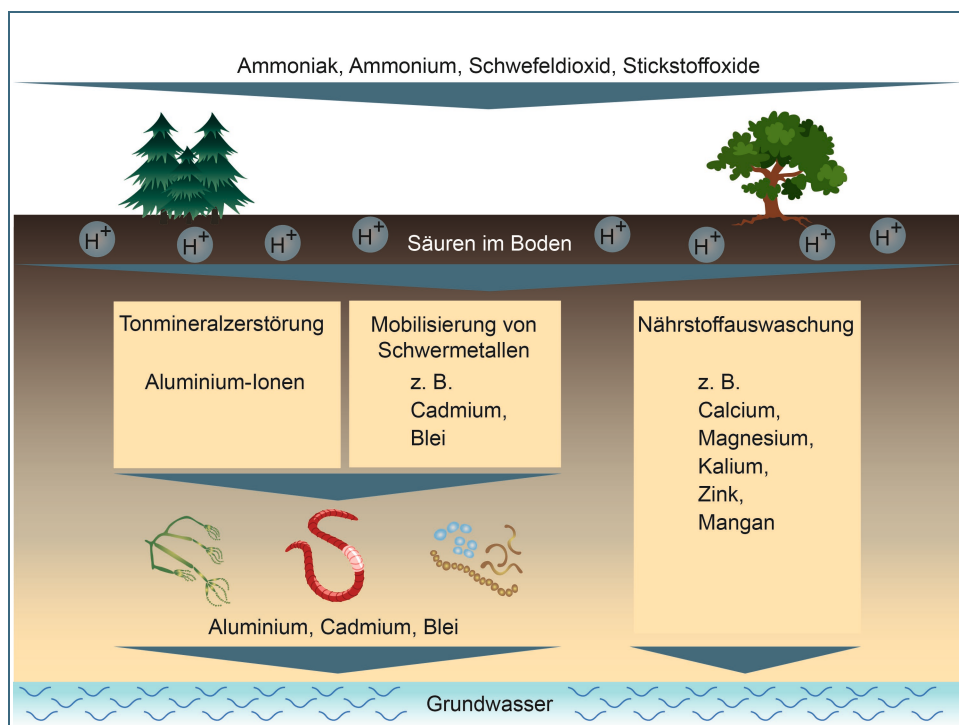


Abb. 10: Der Regen bringt Ammoniak, Stickstoffoxide und Schwefeldioxid in alle Ökosysteme. Vor allem empfindliche Gewässer-Bewohner leiden darunter. Langfristig verändert sich sogar der Boden: Schwermetalle werden freigesetzt und schädigen Bodenorganismen und Grundwasser. Auch Nährstoffe gelangen ins Grundwasser. Die Artenzusammensetzung der Ökosysteme verändert sich.

## 6 Schädigung der Vegetation durch Säurewirkungen

Säureeinträge machen viele Pflanzen empfindlicher gegen Schädlinge oder Trockenheit, indem sie die Wachstumsbedingungen verschlechtern: Zum einen sind saure Böden dichter und damit weniger durchlüftet, weil die Bodenlebewesen weniger aktiv sind. Zum anderen fehlen den Pflanzen die Nähr- und Spurenstoffe, die aus Boden und Blättern ausgewaschen werden.

Saure Luftschadstoffe schädigen Pflanzen auch direkt, denn sie stören den Zellstoffwechsel: Blätter oder Nadeln vergilben, verbraunen oder sterben ab. In extremen Fällen geht die ganze Pflanze oder sogar der Pflanzenbestand ein. Baumarten unterscheiden sich dabei sehr stark in ihrer Empfindlichkeit: Waldbäume reagieren oft besonders stark, weil der Wald die Schadstoffe mit seiner großen Blatt- oder Nadelfläche großflächig aus der Luft auskämmt.

Tab. 2: Einige Baumarten reagieren empfindlicher auf direkte Schädigungen durch Ammoniak als andere (Zusammenstellung: Dietrich, 2003).

Empfindlichkeit gegen Ammoniak	Baumart
Sehr empfindlich	Winterlinde, Schwarzerle, Weymouthskiefer, Fichte, Eibe, Grauerle, Hainbuche
Mäßig empfindlich	Rotbuche, Esche, Lärchenarten, Rotfichten, Douglasie, Buche, Bergahorn, Birke, Waldkiefer
Wenig empfindlich	Kiefer, Bergkiefer, Rot- und Stieleiche, Robinie, Spitzahorn

## 7 Gesundheitliche Wirkungen

**Ammoniak** hat erst bei höheren Konzentrationen gesundheitliche Wirkungen: Er reizt die Augen und die Schleimhäute des oberen Atemtraktes, so dass Augen, Nase und Rachen brennen. Atembeschwerden, Tränenfluss, Husten und die Steigerung der Atemfrequenz sind möglich. In der Regel gewöhnt man sich an geringe Konzentrationen, so dass keine Reizerscheinungen mehr auftreten.

An der Quelle, also im Stall, sollen daher im Durchschnitt 20 ppm Ammoniak nicht überschritten werden (parts per million, ein Teil auf eine Million). Dieser Grenzwert dient dem Schutz der Tiere und der arbeitenden Menschen. Er gilt auch für industrielle Arbeitsplätze. Im Umfeld der Tierhaltungsanlage verdünnt die Luft die Konzentration, so dass keine Gesundheitsschäden zu erwarten sind. Allerdings kann es in der Nähe großer Anlagen unangenehm riechen.

**Nitrat** kann im menschlichen Körper zu Nitrit umgewandelt werden und hemmt dann den roten Blutfarbstoff (Hämoglobin) bei der Übertragung von Sauerstoff. Besonders Säuglinge reagieren darauf sehr empfindlich. Die Trinkwasserverordnung legt daher einen Grenzwert von 50 Milligramm pro Liter (mg/l) fest, mit dem auch Säuglinge geschützt sind. Erwachsene können für eine begrenzte Zeitspanne sogar höhere Werte aufnehmen, wenn sie das durch eine nitratarme Kost ausgleichen (LGL 2012).

Weitere Informationen: BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT  
 UMWELTWISSEN ► [Gerüche und Geruchsbelästigungen](#)  
 LFU ► [Nitrat im Grundwasser](#)

## 8 Bewertung der Umweltaspekte

Ammoniakeinträge werden unter zwei Gesichtspunkten bewertet: Zum einen kommt es auf die Düngewirkung und damit auf die Menge an Stickstoff an, die im Laufe eines Jahres in ein Ökosystem eingetragen wird. Zum anderen darf die Konzentration in der Luft nur kurzfristig hoch sein, um eine direkte Schädigung der Pflanzen zu vermeiden.

### 8.1 Düngewirkung durch hohe Nährstoffmengen

Ökosysteme reagieren sehr unterschiedlich auf den Eintrag von Stickstoff: Zum Beispiel verändern sich magere Pflanzenbestände schneller und grundlegender als ohnehin nährstoffreiche. Die Belastungsgrenzen sind also unterschiedlich. Daher definiert man **spezifische, jährliche Belastungsraten**, die nicht überschritten werden dürfen (Critical Loads: Menge an Stickstoff pro Fläche und Zeitabschnitt). Ziel ist, das Schutzgut – also ganze Ökosysteme, Teile davon oder einzelne Organismen – weder akut noch langfristig zu schädigen. Da auch Stickstoffoxide zum Düngeeffekt beitragen, werden sie in die Abschätzung einbezogen.

Weitere Informationen:

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT ► [Critical Loads stickstoffempfindlicher Lebensraumtypen in Bayern](#)

Tab. 3: Beispiele für empirische Belastungsgrenzen (Critical Loads) und Veränderungen in ausgewählten Ökosystemen (N – Stickstoff, ha – Hektar. Quelle: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz 2012).

Ökosysteme	Critical Loads [kg N/ha*Jahr]	Veränderungen im Ökosystem, z. B.
<b>Bäume und Waldökosysteme</b>		
Buchenwälder	10 – 20	Nährstoffungleichgewichte, Veränderung der Bodenvegetation
Nadelwälder	5 – 15	Nährstoffungleichgewichte, Veränderung der Bodenvegetation
Tannen- und Fichtenwald	10 – 15	Geringere Wurzelmasse, Nährstoffungleichgewichte, Veränderungen der Bodenvegetation
Mischwald aus Tanne, Fichte, Buche	10 – 20	
<b>Moore</b>		
Hoch- und Deckenmoore	5 – 10	Zunahme Gefäßpflanzen, veränderte Artenzusammensetzung
Niedermoore, nährstoffarm	10 – 15	Zunahme von Riedgräsern und anderen Gefäßpflanzen, negative Wirkung auf Moose
<b>Grasland</b>		
Halbtrockenrasen, kalkreich	15 – 25	Zunahme von Hochgräsern, Abnahme der Artenvielfalt
Mähwiesen, tiefe bis mittlere Lage	20 – 30	Zunahme von Hochgräsern, Abnahme der Artenvielfalt
Bergmähwiesen	10 – 20	Zunahme stickstoffliebender Gräser, Abnahme der Artenvielfalt
Pfeifengraswiesen (Streuwiesen)	15 – 25	Zunahme von Hochgräsern, Abnahme der Artenvielfalt, Rückgang der Moose



## 8.2 Pflanzenschäden durch Konzentrationsspitzen

In hoher Konzentration kann Ammoniak direkt pflanzentoxisch wirken. Die Schädigung ist dabei umso stärker, je höher die Konzentration ist und je länger sie einwirkt. Daher definiert man die **Belastungsgrenzen für Konzentrationen in der Luft** für unterschiedlich lange Zeiträume (Critical Levels). Bei Einhaltung dieser Werte werden 95 Prozent der Pflanzenarten vor direkten Schäden geschützt.

Dauer der Einwirkung	Critical Level [µg NH <sub>3</sub> /m <sup>3</sup> ]
1 Stunde	3.300
1 Tag	270
1 Monat	23
1 Jahr	8

Tab. 4:  
Schwellenwerte für Ammoniak-Einträge zum Schutz der Vegetation vor direkten Schäden (µg – Mikrogramm, NH<sub>3</sub> – Ammoniak, m<sup>3</sup> – Kubikmeter (Quelle: UNECE 1996).

Stickstoffliebende Arten können dagegen Ammoniak für ihr Wachstum nutzen und Schäden entstehen erst bei höheren Konzentrationen. Daher liegen die Werte zum Schutz landwirtschaftlicher Kulturen deutlich höher als die Werte für naturnahe Ökosysteme (TA Luft, LAI 1995).

## 8.3 Entwicklung der Gesamtsituation

Insgesamt hat sich die Situation deutlich verbessert: 1990 waren in Deutschland noch mehr als 50 Prozent der natürlichen oder naturnahen Ökosysteme übersäuert und sogar 99 Prozent mit Nährstoffen überversorgt. Seither hat sich einiges getan – eine Zwischenbilanz:

- Die versauernden Einträge haben stark abgenommen: Die kritischen Belastungsraten für Versauerung wurden 2015 auf drei Viertel der Flächen eingehalten (UBA 2017b).
- Sensible Ökosysteme sind nicht mehr flächendeckend nährstoffüberlastet: 2015 waren auf 32 Prozent der Flächen keine Überschreitung der kritischen Belastungsraten für Stickstoff mehr zu messen. Das heißt umgekehrt aber auch: In 68 Prozent der Flächen wird immer noch zu viel Stickstoff eingetragen – bis 2030 sollen es nur noch 37 Prozent sein.
- Extrem hohe Überschreitungen der Belastungsschwellen kommen nur noch vereinzelt vor: Zum Beispiel wurden 2015 die kritischen Belastungsraten für Stickstoff nur noch auf drei Prozent der Fläche um mehr als 30 Kilogramm pro Hektar und Jahr überschritten. In den 1990er-Jahren waren es noch über 50 Prozent.

Diese unbestreitbaren Erfolge wurden möglich durch technische Maßnahmen zur Luftreinhaltung, die die Stickstoffoxid-Emissionen an großen Industrieanlagen deutlich verringert haben. Dies ist jedoch allenfalls ein Zwischenschritt, denn nach wie vor trägt der Eintrag von Stickstoffverbindungen stark dazu bei, dass die Belastungsgrenzen großflächig überschritten werden. Die stickstoffbezogenen Umweltqualitätsziele wurden bislang nicht erreicht (UBA 2009b).

Ein wichtiger Faktor sind die Biogasanlagen, die im Zuge der Energiewende überall gebaut wurden: Zum einen tragen die Gärreste bei der Ausbringung erheblich zu den Ammoniak-Emissionen bei. Zum zweiten werden für die Biogasanlagen großflächig nachwachsende Rohstoffe angebaut, oft anstelle von Futtermitteln. Dann müssen noch mehr Futtermittel importiert werden – mit den bekannten Folgen für den regionalen Stickstoffkreislauf. Eine Verbesserung der Situation ist daher ohne deutliche Minderungsmaßnahmen nicht zu erwarten.

Auch die Emissionsziele für Ammoniak konnten bisher nicht eingehalten werden (Ziel der NEC-Richtlinie für 2010), für 2020/2030 wurden neue Zielwerte definiert. Daher sind weitere Maßnahmen zur Verringerung der versauernd und eutrophierend wirkenden Stoffe erforderlich.



## 9 Zielkonflikte und weitere Problemstellungen

Die Ammoniak-Emissionen sind schwer zu mindern, weil die Maßnahmen nicht nur eine überschaubare Zahl von Industrieanlagen betreffen, die ihr Abgas sehr effizient reinigen können. Vielmehr müssen sehr viele, zum Teil kleine landwirtschaftliche Betriebe die Stellschrauben an zahlreichen Teilprozessen neu justieren. Diese Anpassungen werden weiter erschwert durch Zielkonflikte und durch die aktuelle Marktsituation, der sich die Betriebe stellen müssen:

- **Tierwohl:** In den neuen Laufställen laufen zum Beispiel die Milchkühe frei umher. Meist sind nicht alle Wände geschlossen, so dass das Stallklima für die Tiere sehr günstig ist. Diese Maßnahmen für mehr Tierwohl erhöhen jedoch die Emissionen: Zum einen werden die Exkremente auf größeren Flächen verteilt, so dass pro Tier dreimal mehr ausgast. Zum anderen ist in diesen sogenannten Offenställen keine Abgasreinigung möglich und das Einsparpotenzial ist eher gering. Ob die niedrigeren Stalltemperaturen die Emissionen abschwächen, wurde noch nicht untersucht.
- **Erhaltung der Kulturlandschaft:** Insbesondere im Voralpenland gibt es traditionell viele Milchviehbetriebe, Mehrschnittwiesen zur Futtergewinnung dominieren. Würden die Betriebe aufgeben, wäre eine alte Kulturlandschaft bedroht, die nicht nur für den Tourismus sehr attraktiv ist. Großflächige Extensivierung der Wiesen und naturschutzgerechte Beweidung würde sich dagegen langfristig sehr positiv für den Artenschutz auswirken, da extensives Grünland heute eine Seltenheit ist.
- **Agrarstruktur:** Auf Wiesen und Weiden ist die Einarbeitung der Gülle nicht möglich, weil der Boden stark durchwurzelt ist. Da es in Bayern sehr viel Rinder und große Flächen an sogenanntem Dauergrünland gibt, entstehen also strukturbedingt höhere Emissionen. Abhilfe bietet der Weidegang, da die Tiere die Ausscheidungen eintreten und schneller pflanzenverfügbar machen.
- **Preisdruck:** In großen Ställen sind die Produktionskosten oft extrem niedrig. Kleinere Betriebe haben höhere Kosten und können daher Abgasreinigungsanlagen kaum finanzieren und selbst bei Großbetrieben sind diese Anlagen aus wirtschaftlichen Gründen immer noch nicht Stand der Technik. Mehr Umweltschutz ist also nur bei höheren Preisen möglich.

Wie bei allen Kreislaufsystemen muss man auch hier die Gesamtemissionen im Auge behalten: Das Problem wird lediglich in ein anderes Umweltmedium verschoben, wenn der Stickstoff zwar aus der Abluft entfernt, aber auf bereits überdüngte Felder ausgebracht wird. Zum Beispiel haben moderne Schweine- und Hühnerställe eine Abgasreinigungsanlage, in der die Abluft gewaschen wird. Der Stickstoff gelangt dann mit dem Waschwasser auf die Felder, zusätzlich zur Gülle. Das Problem verschärft sich weiter, wenn die neuen Ställe sehr groß sind. Dann wird mehr Soja verfüttert und mehr Gülle produziert und der Stickstoffüberschuss steigt noch einmal. Die Lösung – weniger Tiere pro Fläche und weniger Stickstoff-Importe durch Futtermittel – ist für die Betriebe nur bei höheren Verkaufspreisen rentabel.



Abb. 11: Moderner Stall mit Liegeboxen, Laufflächen und Futterplätzen für Milchkühe. Die Seitenwände sind offen, so dass das Stallklima für die Tiere optimal ist.

## 10 Gesetzliche Regelungen

Die Emissionen müssten in etwa halbiert werden, um die Einträge versauernder und eutrophierender Stoffe unter die kritischen Belastungsraten zu senken. Diese enorme Reduktion kann nur durch ein abgestimmtes Vorgehen und nur schrittweise erreicht werden (UBA 2009b). Zudem lassen sich nachhaltige Erfolge nicht allein durch nationale Regelungen erzielen, denn die Luftverschmutzung mit Ammoniak stellt auch ein grenzüberschreitendes Problem dar. Im Folgenden sind daher sowohl Regelungen auf EU-Ebene als auch Regelungen auf Bundesebene aufgeführt.

Die **NEC-Richtlinie** (National Emission Ceilings, 2001) der EU bezieht sich auf „Nationale Emissionshöchstmengen für Ammoniak, flüchtige organische Kohlenwasserstoffe, Schwefeldioxid und Stickstoffoxide“. Zwischenziel war bis 2010 europaweit die Fläche um 30 Prozent zu reduzieren, auf denen die kritischen Belastungsraten überschritten werden (Bezugsjahr 1990). Dazu hätten allein die Ammoniak-Emissionen in Deutschland um 28 Prozent auf 550.000 Tonnen pro Jahr gesenkt werden müssen. Dieses Ziel wurde nicht dauerhaft erreicht. Die Reduzierung der Stickstoffoxide war dagegen erfolgreich.

Seit der **Novellierung** der NEC-Richtlinie 2016 gelten neue Minderungsziele: Deutschland muss die Ammoniak-Emissionen ab 2020 um mindestens fünf Prozent jährlich im Vergleich zu 2005 mindern, das entspricht 696 Tonnen pro Jahr. Ab 2030 beträgt die Reduktionsverpflichtung sogar 29 Prozent.

Ein erster Schritt, um diese neuen Ziele zu erreichen, ist die Neufassung der deutschen **Düngeverordnung** 2017. Sie verlangt eine Vielzahl von emissionsmindernden Maßnahmen, zum Beispiel die emissionsarme Ausbringung, schnelle Einarbeitung und eine umfassende Stickstoffbilanzierung. Die bodennahe Düngeausbringung ist erst ab 2025 verbindlich vorgeschrieben.

Das **Bundes-Immissionsschutzgesetz** (BImSchG) fordert, genehmigungsbedürftige Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und für die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können. Auch große landwirtschaftliche Anlagen der Tierhaltung sind immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig, zum Beispiel Anlagen für mehr als 15.000 Hennen, 1.500 Mastschweine, 600 Rinder oder 560 Sauen. Noch größere Anlagen unterliegen der Industrieemissions-Richtlinie und müssen europaweit die „Bestverfügbaren Techniken“ zur Emissionsminderung anwenden.

Die **Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft** (TA Luft) konkretisiert die Vorgaben des BImSchG. Sie schreibt bestimmte Mindestabstände zu empfindlichen Pflanzen und Ökosystemen vor. Die Mindestabstände richten sich nach der Größe der Anlage. Dabei können die Ställe näher an den Schutzgütern gebaut werden, wenn die Emissionen vermindert werden, zum Beispiel durch emissionsarme Haltungsverfahren, eine proteinangepasste Fütterung oder durch Abgasreinigung.

Aufgrund dieser Regelungen werden die Auswirkungen zusätzlicher Stickstoffeinträge auf die Vegetation immer häufiger ermittelt und bewertet. Dabei wird auch die bisherige Belastung berücksichtigt. Unter besonderem Schutz stehen europaweit die stickstoffempfindlichen NATURA 2000-Gebiete: Hier können in der Regel keine weiteren Erhöhungen der Stickstoffbelastungen toleriert werden.

Derzeit steht eine **Anpassung** der TA Luft an. Insbesondere ist in der Diskussion, die Anforderungen zur Ammoniakminderung über einen neuen Stand der Technik festzuschreiben. Dies würde bedeuten, dass immissionsschutzrechtliche Anlagen diesen Stand der Technik einsetzen und ihre Ammoniakemissionen begrenzen. Dazu gehört auch eine Dokumentationspflicht, zum Beispiel für die Stickstoffmengen in den eingesetzten Futtermitteln.

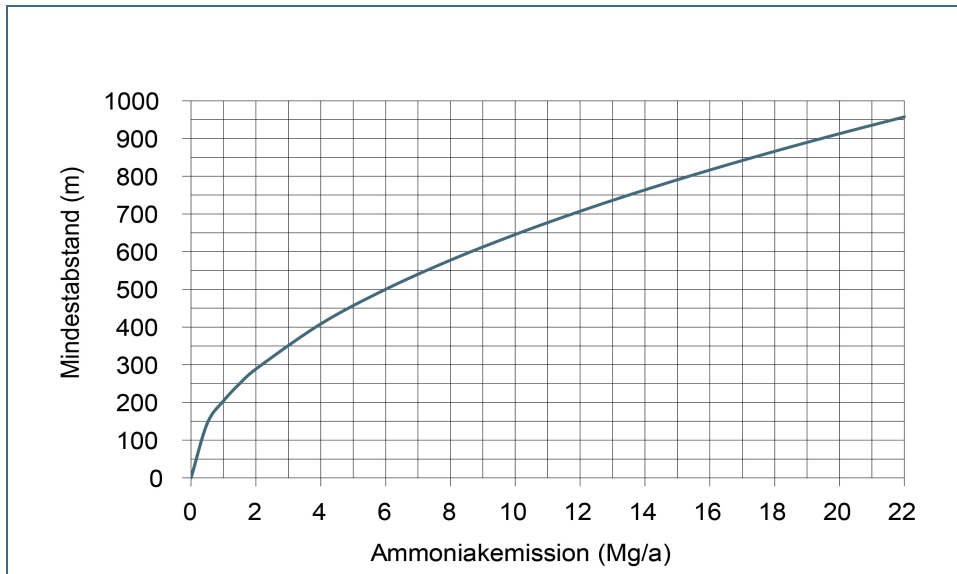


Abb. 12:  
Je mehr Ammoniak eine Tierhaltungsanlage emittiert, desto weiter muss sie von Mooren, Heiden, Wäldern und anderen empfindlichen Ökosystemen entfernt sein – in der Regel mindestens 150 Meter. Umgekehrt bedeutet dies: Je sauberer die Anlage, desto geringer ist der Abstand und desto mehr Tiere können gehalten werden (m: Meter, Mg: Megagramm, 1.000.000 Gramm, 1 Tonne), a: Jahr).

## 11 Maßnahmen rund um die Tierhaltung

Ammoniak-Emissionen entstehen vor allem in natürlichen Prozessen der Tierhaltung. Sie können daher nicht ohne weiteres vermindert werden. Die wichtigsten und günstigsten Maßnahmen setzen an der Ausbringung der Gülle an. Dabei sind Synergien zu erwarten, zum Beispiel senkt ein effizienter Stickstoffeinsatz zugleich die Kosten und den Eintrag in Ökosysteme. Der Klimaschutz profitiert ebenfalls davon. Möglichkeiten sind zum Beispiel:

- Lagerung: Abdeckungen der Güllelager, Erhöhung der Lagerkapazität für eine bedarfsgerechte Ausbringung, keine unnötige Herbstdüngung.
- Ausbringung: Rasches Eindringen der Gülle in den Boden ermöglichen, zum Beispiel durch bodennahe Ausbringung, rasche Einarbeitung, Ausbringung vor Niederschlägen, Wasserzusatz oder Vergärung zur Verflüssigung. Auch das Eintreten durch Weidetiere bringt die Exkrememente rasch in den Boden.
- Stallbau: Niedrigere Stalltemperaturen zum Beispiel in Außenklimaställen mit wärmegeprägten Dächern oder mit Zuluftkühlung. Verringerung der mit Exkrementen verunreinigten Flächen. Rasche Umlagerung der Gülle in einen geschlossenen Lagerbehälter. Rückhaltung von Ammoniak durch Abgasreinigungsanlagen bei Intensivtierhaltungen.
- Produktionsstrategie: Ausgeglichene Stickstoffbilanz. Umstellung auf ökologische Tierhaltung mit Flächenbindung. Extensive Weidewirtschaft mit Schafen, Mutterkühen und Milchvieh.
- Stickstoffkreislauf: Bedarfsgerechte Düngung, verringerter Einsatz von zusätzlichem Mineraldünger. Effizienter Einsatz der Futter-Eiweiße besonders in der Schweine- und Geflügelmast. Verminderung der Sojaimporte. Bilanzierung der Stickstoffflüsse in der Hoftorbilanz. Strengere Obergrenzen für regionale Viehdichten zum Beispiel auf 1,5 Großvieheinheiten pro Hektar landwirtschaftlicher Fläche (eine Großvieheinheit entspricht 500 kg Lebendgewicht, zum Vergleich: Fleckvieh-Kühe wiegen 600 bis 800 kg, Stiere 1.100 bis 1.300 kg).
- Reduktion der Tierbestände: Erzeugung von Qualitätsfleisch in der Hochpreisschiene, Mutterkuhhaltung, Nischenprodukte, ökologischer Landbau mit Flächenbindung der Tierhaltung.

## 12 Umweltschutz im Alltag

Im Alltag können wir die Ammoniak-Emissionen nur indirekt beeinflussen, indem wir Lebensmittel kaufen, die mit weniger Ammoniak-Emissionen und Stickstoff-Überschüssen produziert wurden. Das lohnt sich mehr als man denkt, zumal auch Grundwasser und Klima davon profitieren.

Weitere Informationen:

BAYERISCHES LANDWIRTSCHAFTSMINISTERIUM ► [Lebensmittel – Wir haben die Wahl](#)

Der erste und einfachste Schritt ist das **Vermeiden von Abfällen**, denn auch zu viel gekaufte und verdorbene Lebensmittel wurden mit großem Aufwand produziert. Deutschlandweit summiert sich das jedes Jahr auf sieben Millionen Tonnen, rund 80 Kilogramm pro Person. Fast die Hälfte wäre vermeidbar, knapp ein Fünftel teilweise vermeidbar. Etwa 14 Prozent sind tierische Produkte (Kranert et al. 2012). Das Bundeslandwirtschaftsministerium will die Lebensmittelabfälle bis 2030 um die Hälfte reduzieren.

---

### Einfach weniger Lebensmittel wegwerfen



Abb. 13: Weniger Lebensmittel wegzuerwerfen ist ein sehr einfacher Weg zu mehr Umweltschutz.

Wer weniger kauft, dem verdirbt auch weniger. Also ist es ein erster, simpler Schritt, nur gezielt mit Einkaufszettel einzukaufen, statt nach Gefühl und sich nicht von Großpackungen im Sonderangebot verführen zu lassen – besonders wenn man hungrig ist.

Als zweites prüft man seine Vorräte: Empfindliche Lebensmittel sollte man öfter frisch besorgen, insbesondere Fleisch- und Milchprodukte, die aufwendig produziert werden. Auch bei haltbaren Produkten sollte man maßvoll einkaufen, die Vorräte gut lagern und regelmäßig kontrollieren. Die meisten Lebensmittel sind nach dem Mindesthaltbarkeitsdatum noch genießbar: Prüfen lohnt sich daher immer, nur Fleisch und Fisch sollte man auf jeden Fall wegwerfen (Achtung Lebensmittelvergiftungen). Reste stellt man am besten gleich kühl oder friert sie ein – dann geht auch das Kochen beim nächsten Mal schneller.

Und nicht zuletzt: Heute werden fast nur noch die „Filetstücke“ gekauft. Genauso gut kann man aber auch mal Chicken Wings statt Hühnerbrustfilets probieren oder aus Suppenhuhn und Gemüseresten eine Suppe zubereiten. Auch krumme Gurken und dreibeinige Möhren lassen sich gut verwenden, ebenso überreife Produkte, aus denen man zum Beispiel Tomatensauce oder Apfelmus kochen kann.

Weitere Informationen:

BUNDESLANDWIRTSCHAFTSMINISTERIUM ► [Rezepte-App für Reste](#) und viele Infos von ► [Zu gut für die Tonne](#)

DIE VERBRAUCHERINITIATIVE ► [Resterechner](#), berechnet Energiegehalt und Kosten von Abfällen

ETEPETETE ► [Wer is\(s\)t schon gerne normal?](#) Abokiste aus München

RÜBENRETTER ► [Gemüse mit Charakter & Geschmack](#), Abokiste aus Franken

TOOGOODTOGO ► [App zum Kauf überproduzierter Gerichte](#) in Restaurants, Bäckereien, Supermärkten

---



Wer mehr für den Umweltschutz tun will, isst **reichlich Gemüse und Obst** und macht Fleisch, Milch, Käse und Eier zu etwas Besonderem. Milchprodukte werden hier gerne vergessen, obwohl sie ebenfalls zu den Ammoniak-Emissionen beitragen, denn Kühe geben ohne Kalb keine Milch. Soll also die Tierzahl nicht steigen, müssen insbesondere die männlichen Jungtiere geschlachtet werden – ohne Fleisch keine Milch. Außerdem entspricht eine gemüsereiche Kost den Empfehlungen der Ernährungsberatung. Und das Beste daran: Auf Genuss muss dabei niemand verzichten!

Weitere Informationen:

BUNDESZENTRUM FÜR ERNÄHRUNG ► [Ernährung, Lebensmittel, Nachhaltiger Konsum](#)

5 AM TAG E. V. ► [Rezepte, Wissen, Aktionen](#) für fünf Portionen Gemüse und Obst pro Tag

### Reichlich Gemüse und Obst: Mehr Genuss mit mediterraner Küche



Abb. 14: Zurück zum Sonntagsbraten – und unter der Woche lieber mehr Gemüse.

Viel Gemüse mit etwas hochwertigem Fleisch und Käse als Würze – eine eher mediterrane Küche also – erlaubt vielfältige, gesunde Gerichte. Auch eiweißreiche Bohnen und Linsen sollten öfter auf den Speiseplan: Selbst wenn sie nicht jedermanns Sache sind – richtig gewürzt, verträgt sie doch so mancher. Und last, but not least: Die mediterrane Küche gilt als sehr gesund.

Weitere Informationen:

DEUTSCHE HERZSTIFTUNG ► [Mediterrane Küche](#)

Ein vollständiger Verzicht auf **Fleisch und Milchprodukte** ist aus Umweltsicht nicht notwendig. Die Erzeugung sollte jedoch nachhaltig sein. Besonders umweltfreundlich ist die extensive Beweidung: Zum einen ist extensives Grünland von hohem Wert für den Artenschutz. Außerdem hält Beweidung die Landschaft offen und trägt zum Erhalt der Kulturlandschaft bei. Zum anderen setzen die Tiere ihre Exkremente zeitlich versetzt ab und treten sie in den Boden ein, so dass wenig Ammoniak entweicht.

Der **Kauf regionaler Produkte** hilft dem Umweltschutz ebenfalls, denn vor allem bei der Direktvermarktung verdienen die landwirtschaftlichen Betriebe besser und können umweltfreundlichere, aber teurere Verfahren anwenden. In Bayern gibt es viele regionale Angebote, zum Beispiel Hofläden und Wochenmärkte, regionale Vermarktungssiegel und die solidarische Landwirtschaft. Besonders günstig für die Ammoniak- und Stickstoffbilanz sind zum Beispiel Öko-Produkte oder das sogenannte Wasserschutzbrot, bei dem die letzte Stickstoffgabe kurz vor der Ernte entfällt.

Weitere Informationen:

AKTION GRUNDWASSERSCHUTZ ► [Wasserschutzbrot](#)

NETZWERK MARKTSCHWÄRMER ► [Regionales einfach online bestellen](#)

BAYERISCHES LANDWIRTSCHAFTSMINISTERIUM ► [Regionalportal mit Adressen von Bauernmärkten](#)

LANDESVEREINIGUNG FÜR ÖKOLOGISCHEN LANDBAU E. V. ► [Bio-Einkaufsführer Bayern](#)

NETZWERK SOLIDARISCHE LANDWIRTSCHAFT ► [Solawis und Initiativen](#)

## Fleisch, Milch und Käse aus extensiver Beweidung

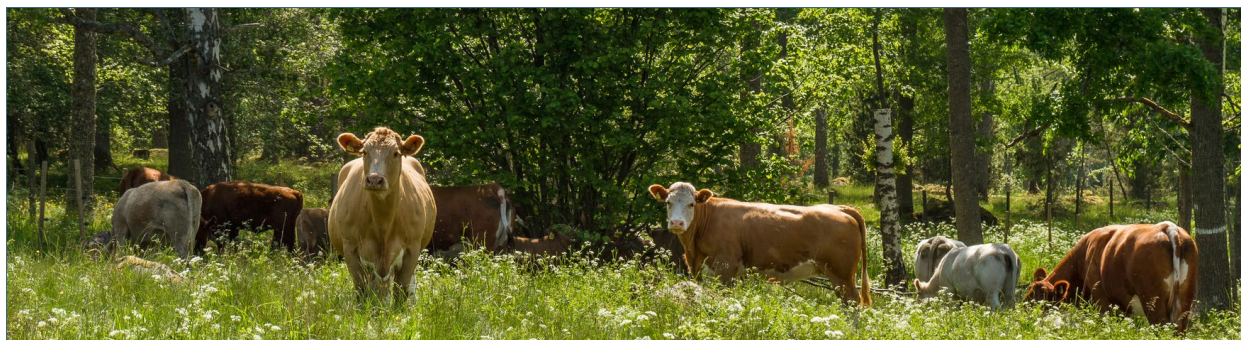


Abb. 15: Fast eine Seltenheit: Weidegang tut den Tieren gut. In extensiver Form fördert er artenreiches Grünland.

Lieber weniger, dafür besseres Fleisch kaufen, das dann auch teurer sein kann: Wer Fleisch und Milchprodukte von extensiv gehaltenen Weidetieren oder von Öko-Betrieben kauft, unterstützt Produktionsverfahren, die keinen Mineraldünger oder Sojafutter verwenden. Da die Tiere bei extensiven Verfahren jedoch weniger Fleisch und Milch liefern, ist das nur bei höheren Preisen rentabel.

Weitere Informationen:

LANDESBUND FÜR VOGELSCHUTZ ► [Tännesberger Rotvieh](#)

STIFTUNG KULTURLANDSCHAFT GÜNZTAL ► [Günztal Weiderind](#)

LANDESVERBAND BAYERISCHER SCHAFHALTER ► [Regionale Anbieter Schaffleisch und Wurst](#)

LANDESVEREINIGUNG FÜR ÖKOLOGISCHEN LANDBAU ► [Bio-Einkaufsführer Metzger](#)

---

Und nicht zuletzt: Die **Wahl des Verkehrsmittels** bei der Anfahrt ist zwar hinsichtlich der Ammoniak-Emissionen weniger relevant, aber oft ausschlaggebend für die Umweltbilanz des Einkaufs. Auch deshalb ist der Einkaufszettel eine gute Idee, damit ein vergessenes Päckchen Butter nicht eine extra Fahrt verursacht. Fahrgemeinschaften lohnen sich immer, insbesondere wenn der Einkauf klein ist.

Weitere Informationen:

NITROGEN FOOTPRINT ► [N-Calculator](#), den persönlichen Stickstoff-Fußabdruck berechnen

## 13 Literatur und Links

BAYERISCHE AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (2018\*): ► [Beweidung im Naturschutz](#), online-Handbuch

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR LEBENSMITTELSICHERHEIT (LGL 2017\*): ► [Nitrat im Trinkwasser](#)

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT:

(2015) [Ammoniak-Immissionsmessungen in Bayern seit 2006 – Fortführung 2013 bis 2014](#)

(2017\*) [Lebensmittelabfälle \(und deren Vermeidung\)](#), infoBlätter Kreislaufwirtschaft. PDF, 10 S.

(2018\*) ► [Ergebnisse – Eutrophierung und Versauerung](#)

(2018\*) ► [Aktion Grundwasserschutz, Trinkwasser für Bayern](#)

(2018\*) ► [Nitrat im Grundwasser](#)

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2004): Allmendweiden in Südbayern: Naturschutz durch landwirtschaftliche Nutzung. *Angewandte Landschaftsökologie* 62, 532 S.

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2018\*):

► [Gemeinsam aktiv gegen Lebensmittelverschwendung](#)

► [Wie viel werfen wir weg?](#)

► [Welche Ressourcen verbraucht unser Essen?](#)

DEUTSCHER VERBAND FÜR LANDSCHAFTSPFLEGE (2018\*): ► [Extensive Beweidung – mehr als Landschaftspflege](#)

DIETRICH H.-P. (2003): Auswirkungen von Ammoniakemissionen auf den Wald. In: Bay. Landesamt für Umweltschutz: [Anforderungen der TA Luft bei Anlagen zum Halten oder zur Aufzucht von Nutztieren](#)

INTERNATIONALE BODENSEEKONFERENZ (2008): [Emissionsmindernde Gülleausbringung](#). IBK Positionspapier der Arbeitsgruppe Landwirtschaft/Umweltschutz der Kommission Umwelt. PDF, 39 S.

KRANERT M., HAFNER G., BARABOSZ J., SCHNEIDER F., LEBERSORGER S., SCHERHAUFER S., SCHULLER H., LEVERENZ D. (2012): [Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland](#). Kurzfassung. PDF, 42 S.

KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT:

(2009\*) ► [Anforderungen der TA Luft für den Stallbau](#)

(2012\*) [Ammoniak-Emissionsfaktoren und Minderungsmaßnahmen – Milchkuh-, Mastschweine- und Legehennenhaltung](#). PDF, 8 S.

RÖSEMANN C. UND ANDERE (2017): [Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2015](#). DOI:10.3220/REP1490877117000. PDF, 394 S.

UMWELTBUNDESAMT:

(2009a) [Hintergrundpapier zu einer multimedialen Stickstoffemissionsminderungsstrategie](#). PDF, 115 S.

(2009b) [Integrierte Strategie zur Minderung von Stickstoffemissionen](#). PDF, 12 S.

(2011) [Stickstoff – Zuviel des Guten?](#) PDF, 42 S.

(2011) [UN ECE Luftreinhaltkonvention – Task Force on Reactive Nitrogen](#) (2011): Systematische Kosten-Nutzen-Analyse von Minderungsmaßnahmen für Ammoniakemissionen der Landwirtschaft für nationale Kostenabschätzungen. UBA-Texte 79/2011. PDF, 45 S.

(2015\*) ► [Überschreitungen der Belastungsgrenzen für Eutrophierung und für Versauerung](#)

(2016a\*) ► [Nasse Deposition saurer und säurebildender Regeninhaltsstoffe](#)

(2016b\*) ► [Reaktiver Stickstoff in der Umwelt](#)

(2017a\*) ► [Ammoniak-Emissionen](#)

(2017b) Fachgespräch Stickstoff-Deposition am 24.10.2017, PINETI 3, Vortrag Nagel (Öko-Data)

(2018\*) ► [Essensreste, Lebensmittelabfälle](#)

(2018) [Umwelt und Landwirtschaft 2018](#). PDF, 12 S

(2018\*) ► [Luftschadstoffe und Ökosysteme](#)

United Nations Economic Commission for Europe:

(1996) ► UN ECE [Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and its protocols](#)

(2001) [Framework Code for good agricultural Practice for Reducing Ammonia](#). PDF, 20 S.

(2017\*) ► [UNECE/CLRTAP air emission inventories](#)

\* Links geprüft am 24.09.2018

### 13.1 Richtlinien und gesetzliche Regelungen

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ UND FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ:

► Gesetz zum Schutz vor [schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge](#) (Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG)

► Verordnung über die [Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen](#) (Düngeverordnung DüV)

► [Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen](#) (4. BImSchV)

BUNDESREGIERUNG:

[Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft](#) vom 24.07.2002 (TA Luft), GMBI. I S.511.

BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR IMMISSIONSSCHUTZ (2012): ► [Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen](#). PDF, 82 S.

EUROPÄISCHE UNION:

- ▶ Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur [Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen](#)
- ▶ Richtlinie 2001/81/EG vom 23.10.2001 über [nationale Emissionshöchstmenge für bestimmte Luftschadstoffe](#), ABl. Nr. L 309/22 (NEC-Richtlinie)
- ▶ Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. September 2016 über die [Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe](#), zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG
- ▶ Durchführungsbeschluss (EU) 2017/302 der Kommission vom 15. Februar 2017 über Schlussfolgerungen zu den [besten verfügbaren Techniken \(BVT\) in Bezug auf die Intensivtierhaltung oder –aufzucht von Geflügel oder Schweinen](#)

\* Links geprüft am 24.09.2018

## 14 Mehr UmweltWissen

- ▶ [UmweltWissen im Internet](#)
- ▶ [Labore und Sachverständige im Umweltbereich](#)
- ▶ [Luftschadstoffe – Wirkung in Ökosystemen](#)
- ▶ [Umweltmedium Luft](#)
- ▶ [Wegweiser](#) für Umweltschutz im Alltag

Hinweis zur gedruckten Version: Diese Publikation finden Sie auch als PDF im Internet. Dort sind die blau unterstrichenen Literaturstellen verlinkt. Sie können also von dort aus auf sie zugreifen oder die jeweiligen Stichworte in eine Suchmaschine eingeben.

---

### Impressum:

Herausgeber:  
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0  
Telefax: 0821 9071-5556  
E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)  
Internet: [www.lfu.bayern.de/](http://www.lfu.bayern.de/)

Postanschrift:  
Bayerisches Landesamt für Umwelt  
86177 Augsburg

Druck:  
Druckerei Schmidt & Buchta  
Fliegerweg 7  
95233 Helmbrechts

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Bearbeitung:  
Ref. 12 / Dr. Katharina Stroh  
Ref. 21 / Gisela Winkler  
Ref. 76 / Dr. Jutta Köhler

Bildnachweis:  
Titelbild: © Marco2811 – Fotolia.com; Abb. 1: LfU; Abb. 2: © Wolfgang Jargstorff - Fotolia.com; Abb. 3: © Countrypixel - Fotolia.com; Abb. 4: © Yü Lan – Fotolia.com; Abb. 5: © Andrey Armyagov – Fotolia.com; Abb. 6: Andreas Zehm – Piclease, Naturbildagentur; Abb. 7: Andreas Zehm – LfU; Abb. 8: Christiane Mayr – LfU; Abb. 9: Astrid Hanak – LfU; Abb. 10: LfU; Abb. 11: © Countrypixel - Fotolia.com; Abb. 12: LfU; Abb. 13: © highwaystarz - Fotolia.com; Abb. 14: © Brent Hofacker - Fotolia.com; Abb. 15: © Lillian - Fotolia.com

Stand:  
Neufassung: Oktober 2004  
Überarbeitung: August 2013, Oktober 2018

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.