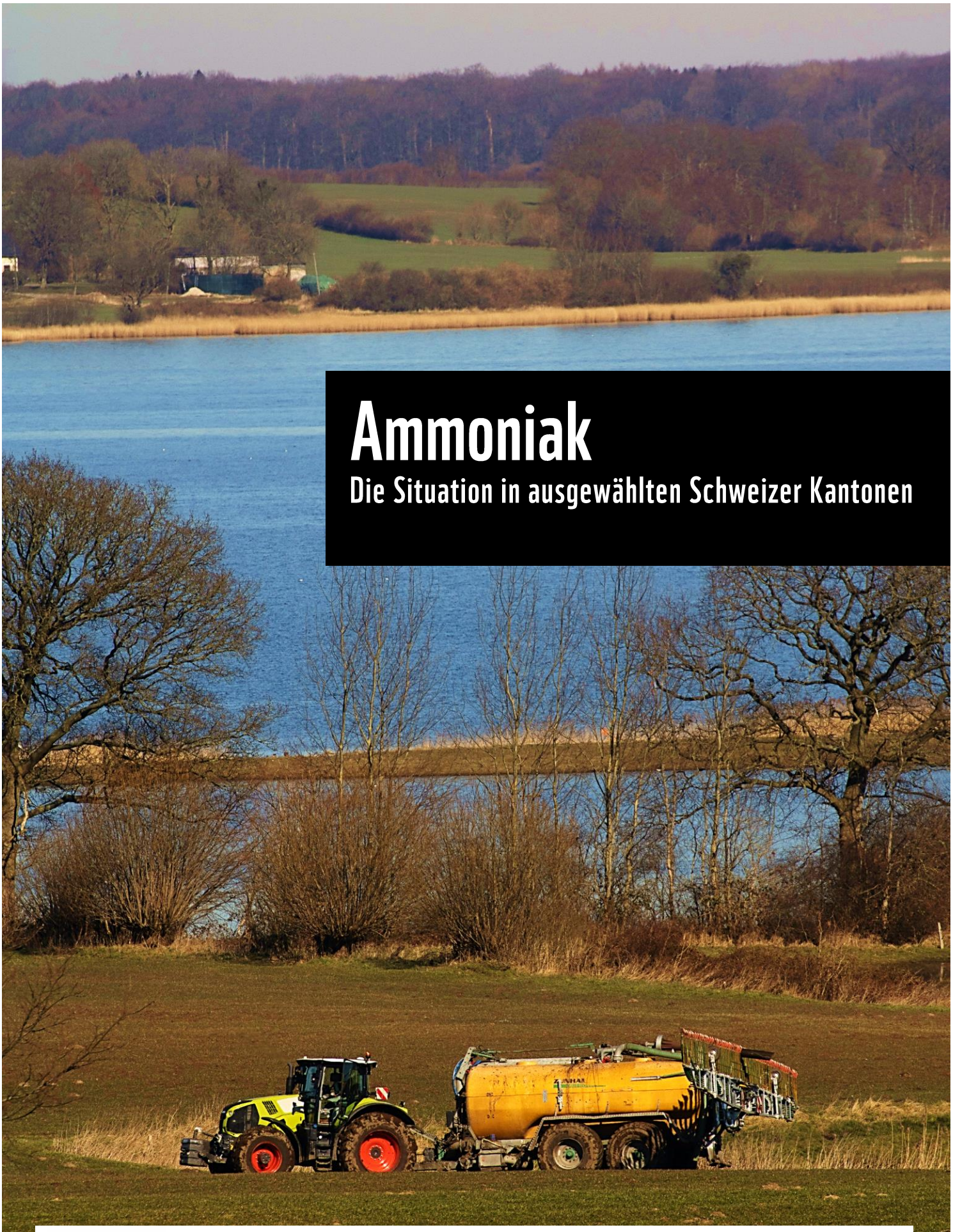


Ammoniak

Die Situation in ausgewählten Schweizer Kantonen

WWF

pro natura

BirdLife Schweiz/Suisse/Svizzera

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Impressum

Beauftragte
Politikwerkstatt GmbH

Auftraggeber
WWF Schweiz, Pro Natura, BirdLife Schweiz, Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AeFU)

Finanzierung
Stiftung für nachhaltige Landwirtschaft SNL
Fondation des Fondateurs, Breitingerstrasse 35, 8002 Zürich

Autoren
François Yerly-Brault
Politikwerkstatt GmbH, 3012 Bern
Stefan Jakob
Politikwerkstatt GmbH, 3012 Bern

Layout
Curdin Sommerau

Dank
Die Autoren danken sowohl den Expertinnen und Experten der kantonalen Verwaltungen und der Bundesämter wie auch den Geschäftsleiterinnen und Geschäftsleitern der kantonalen Sektionen von WWF, Pro Natura, BirdLife und AeFU, welche grosszügig ihre Zeit und ihr Wissen für diesen Bericht zur Verfügung gestellt haben. Unser Dank geht auch an Pierrette Rey und an die Steuergruppe der Naturschutz- und Umweltverbände: Tamara Diethelm, Katja Dürst, Susanna Lohri, Martin Forter, Olivia Senn, Eva Wyss, Patrik Peyer und Marcel Liner. Insbesondere danken wir Isabelle Bamert und Kurt Eichenberger für die Begleitung und Unterstützung.

Begleitung
Kurt Eichenberger, WWF Schweiz

Zitiervorschlag
Yerly-Brault, F., Jakob, S. (2022). Ammoniak: die Situation in ausgewählten Schweizer Kantonen. Politikwerkstatt im Auftrag von WWF Schweiz, Pro Natura, BirdLife und AeFU (Hrsg), Bern

Bild Titelseite: Symbolbild © Mirko Fabian / Pexels

Die hohe Tierdichte in der Schweiz verursacht teils massiv zu hohe Ammoniakemissionen. Geschädigt werden sensible Lebensräume wie Wälder, Moore oder Magerwiesen, aber auch die Gesundheit des Menschen.
© Kurt Eichenberger, WWF

Zusammenfassung

Ammoniak: die Situation in ausgewählten Schweizer Kantonen

Übermässige Ammoniakemissionen haben eine schleichende zerstörerische Auswirkung auf Wälder, Moore, Trockenwiesen und weitere wichtige Lebensräume. Sie schaden damit der Biodiversität, sind mitverantwortlich für das Insektensterben und schädigen die Lungen von Mensch und Tier.

In der Schweiz stammen etwa 93 % des in die Atmosphäre ausgestossenen Ammoniaks aus der Landwirtschaft – und sind hauptsächlich auf die Nutztierhaltung zurückzuführen. Daher ist der Landwirtschaftssektor gefordert, die chronisch übermässigen Ammoniakemissionen unmittelbar auf ein für Natur und Menschen erträgliches Mass zu reduzieren. Das hat auch der Bund erkannt: Damit die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) und kritischen Konzentrationen in der Luft (*Critical Levels*) für die Ökosysteme nicht mehr überschritten werden, hat sich der Bund zum Ziel gesetzt, die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft um rund 40 % zu reduzieren, von über 40'000 Tonnen auf 25'000 Tonnen pro Jahr.

Die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) legt fest, dass die Behörde für diffuse Emissionen, wie sie beispielsweise aus Ställen oder von Feldern erfolgen, vorsorgliche Massnahmen verfügen muss. Ob und mit welchen Massnahmen und Programmen der Bund und die Kantone diese Reduktion effektiv zu erreichen versuchen, ist Gegenstand dieses Berichts. Der Bericht untersucht dazu die Instrumente zur Ammoniakreduktion in der Landwirtschaft in neun Kantonen, in denen die Nutztierhaltung einen bedeutenden Teil der landwirtschaftlichen Produktion ausmacht: Es sind dies Luzern (LU), Bern (BE), Zürich (ZH), Zug (ZG), Freiburg (FR), Thurgau (TG), St. Gallen (SG), Appenzell Ausserrhoden (AR) und Appenzell Innerrhoden (AI). In diesen, aber auch in weiteren Kantonen werden in der Nähe von empfindlichen Ökosystemen seit Jahren – mitunter seit Jahrzehnten – übermässige Stickstoffeinträge in Form von Ammoniak gemessen, ohne Anzeichen einer signifikanten Verbesserung.

Die vorliegende Analyse zeigt, dass alle neun untersuchten Kantone dem Problem der übermässigen Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft nur unzureichend begegnen. Obwohl das Problem in der Zwischenzeit in den meisten untersuchten Kantonen erkannt wurde und obschon in einigen Kantonen mit bisweilen beträchtlichen Budgets Massnahmenpläne erarbeitet wurden, die sich teilweise ausschliesslich auf die Ammoniakreduktion aus der Tierhaltung konzentrieren, werden die kantonalen und nationalen Ammoniakreduktionsziele in keinem der untersuchten Kantone (auch nur annähernd) erreicht. Betrachtet man die Ergebnisse der verschiedenen Anstrengungen in den untersuchten Kantonen, wird deshalb klar: So kann es nicht weitergehen. Der Bund und die Kantone werden aufgefordert, alle notwendigen Massnahmen zu treffen, um die verbindlichen Vorgaben der Umweltziele Landwirtschaft unmittelbar einzuhalten. Dazu gehören neben anderen die Einführung wirksamer politischer Instrumente, ein effektiver Kontroll- und Sanktionsmechanismus sowie als entscheidende Grundlage ein feinmaschiges Monitoring der Fortschritte. Daran müssen sich die verschiedenen Massnahmen von Bund und Kantonen messen und ausrichten.

Neben technischen Massnahmen wie ein Schleppschlauchobligatorium oder die obligatorische Abdeckung der Güllelager, die einen messbaren, wenn auch kleinen Beitrag an die Reduktion der Ammoniakemissionen beitragen, braucht es jetzt zwingend weitergehende und ambitioniertere Massnahmen und Instrumente, um die chronische Überdüngung unserer Ökosysteme endlich zu stoppen. Dazu zählen die Umweltverbände zum Beispiel die (regionale) Reduktion der Tierbestände, die Reduktion der Düngergrossvieheinheiten DGVE gemäss Gewässerschutzgesetz GSchG oder einen Absenkpfad Kraftfutter- und Kunstdüngerimporte.

Stichwörter: Ammoniak, Stickstoffdeposition, Eutrophierung, Agrarpolitik, Umweltziele Landwirtschaft UZL, Nutztierhaltung, Nutztiere, Kantone, public policy, *Critical Loads* & Levels, Luftreinhaltung, Umweltschutz, Futtermittelimport.

Inhalt

Impressum 2

Zusammenfassung 4

Inhalt 5

Vorwort 6

Einführung – Ammoniak: die Situation in ausgewählten Schweizer Kantonen 9

Kapitel 1. Ammoniak in der Schweiz 10

1. Bestandsaufnahme: Emissionen und Immissionen *11*
1.1. Entwicklung der Ammoniakemissionen in der Schweiz 11
1.2. Übermässige Stickstoff- und Ammoniakeinträge 13
1.3. Bundesvorschriften 16

2. Reduktionsziele *17*
2.1. Umweltziele Landwirtschaft 17
2.2. Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes 17

Kapitel 2. Methoden 18

1. Aufbau des Berichts *19*

2. Bemerkungen zu den Reduktionszielen der Kantone *19*

3. Auswahl der Kantone *20*

Kapitel 3. Ergebnisse 22

I. Kanton Luzern (LU) *23*

II. Kanton Zürich (ZH) *30*

III. Kanton Bern (BE) *36*

IV. Kanton Zug (ZG) *41*

V. Kanton Freiburg (FR) *46*

VI. Kanton Thurgau (TG) *51*

VII. Kanton St. Gallen (SG) *56*

VIII. Kanton Appenzell Ausserrhoden(AR) *59*

IX. Kanton Appenzell Innerrhoden (AI) *63*

Kapitel 4. Forderungen an Politik und Behörden 67

Literaturverzeichnis 70

Vorwort

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser

Eines der grössten Umweltprobleme der Schweiz ist der zu hohe Stickstoffeintrag in Böden und Grundwasser. Stickstoff ist ein für alle Lebewesen notwendiges Element, um zu wachsen. Die Luft besteht zu 78 % aus diesem Element. Luftstickstoff ist allerdings nicht sehr reaktionsfähig. In den letzten hundert Jahren geriet der natürliche Stickstoff-Kreislauf durch die Intensivierung der Landwirtschaft und die Industrialisierung immer mehr aus dem Gleichgewicht. Unerwünschte Emissionen mit Stickstoff in reaktionsfähiger Form gelangen in Form von Ammoniak, Stickoxiden und Lachgas hauptsächlich als Gase in die Umwelt. Diese werden entweder über Regen in die Böden und ins Grundwasser eingetragen werden oder entweichen als schädliche Treibhausgase in die Atmosphäre.

Zur Illustration, wie gravierend diese konstante Anreicherung durch Stickstoff wirkt, eignet sich der diesbezüglich gut untersuchte Wald. Vor zwei Wochen veröffentlichte das Bundesamt für Umwelt (BAFU) dazu ein neues ***Dossier***, in dem festgehalten wird, dass in vorindustrieller Zeit der Eintrag an Stickstoff aus natürlichen Quellen etwa 2 bis 3 Kilogramm pro Hektare und Jahr betrug. Heute kommen im Durchschnitt jährlich rund 20 Kilogramm Stickstoff auf einen Hektar Wald. Besonders viel ist es im Mittelland. Hier können es bis zu 60 kg/ha sein. Insgesamt werden auf knapp 90% des Schweizer Waldes die tolerierbaren Stickstoffeinträge überschritten. Die zu hohen Stickstoffeinträge schädigen auch Moore oder Magerwiesen und werden als eine Hauptursache für das Insektensterben angesehen. Die Überdüngung führt zu einer Homogenisierung der Vegetation und damit zum Verschwinden von Pflanzenarten, die wiederum für spezialisierte Insekten wichtig sind. Ammoniak ist zudem ein Reizgas und verursacht oder begünstigt bei Menschen Asthma und Lungenkrankheiten. In den Böden werden als Folge der Überdüngung grosse Mengen an Nitrat ausgewaschen, welches im menschlichen Körper zu Nitrit umgewandelt wird und toxisch wirken kann.

70 % der Stickstoffemissionen werden heute in der Schweiz über die Landwirtschaft ausgestossen, davon 93 % in Form von Ammoniak. Ammoniak entsteht auf verschiedenen Stufen des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses: im Stall oder auf der Weide, wenn das Tier Kot und Harn ausscheidet; bei der Lagerung von Gülle und Mist; bei der Ausbringung der Hofdünger und aus den pflanzenbaulich genutzten Böden. Im Schnitt der Jahre 2012/14 waren 71 % der landwirtschaftlichen Emissionen der Rindviehhaltung zuzuschreiben, 13 % gingen auf die Schweinehaltung zurück, und 4 % stammten aus der Geflügelhaltung. Aus dem Pflanzenbau stammen lediglich 9 % der landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen. Diese Anteile haben sich im Lauf der letzten 23 Jahre nicht wesentlich verändert[1].

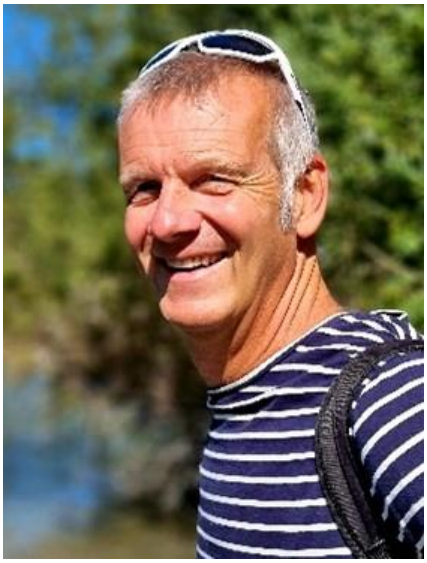
Würde nur sogenannt graslandbasierte und standortangepasste Rinderhaltung betrieben, dann wäre das Ammoniak-Problem weitgehend gelöst. Auch die Importabhängigkeit von Dünger und Futtermitteln würde reduziert und die Ernährungssicherheit verbessert, da auf den heute durch Futterbau besetzten Ackerböden Nutzpflanzen für den direkten menschlichen Verzehr angebaut würden.

[1] ***https://2016.agrarbericht.ch/de/umwelt/stickstoff/ammoniakemissionen***

Unsere Analyse der Ammoniak-Emissionen, -Immissionen und deren Entwicklung in ausgewählten Kantonen soll dazu beitragen, Politik und Behörden von Bund und Kantonen aufzuzeigen, wo die Schwierigkeiten im Vollzug liegen. Es ist augenfällig, dass der bisherige Vollzug nicht ansatzweise genügt, um den grossen Herausforderungen gerecht zu werden.

Der Bundesrat hat am 13. April 2022 erfreulicherweise entschieden, die massiven Stickstoff-Überschüsse um 20 % bis 2030 zu reduzieren. Die Umweltorganisationen begrüssen diesen Entscheid, auch wenn damit angesichts des Reduktionsbedarfs von 40 % nur die erste Etappe der notwendigen Absenkung von Nährstoffen beschlossen wurde. Für die Erreichung dieses ersten Etappenzieles braucht es Anstrengungen auf verschiedenen Ebenen. Insbesondere muss der Bund seine Oberaufsicht ernst nehmen und den Vollzug in den Kantonen harmonisieren, überwachen und notfalls korrigierend einschreiten. Um die ökologische Zeitbombe der stetigen Überdüngung zu entschärfen, braucht es aber vor allem eine Anpassung der landwirtschaftlichen Produktionsintensität an das Potenzial und die ökologische Tragfähigkeit des Standortes. Kurz gesagt: Rinderhaltung ja, aber nur auf Grasland, welches sich nicht für den Ackerbau eignet.

6. Mai 2022



© ANTONIA EISENHUT

Kurt Eichenberger, WWF Schweiz
Im Auftrag der Naturschutz- und Umweltverbände AefU, BirdLife, Pro Natura und WWF.

Das Rindvieh ist massgeblich für die hohen Ammoniak-Emissionen verantwortlich.
Wo die Tierdichte hoch ist, sind es auch die Ammoniak-Emissionen.
© Urs Brütsch, WWF

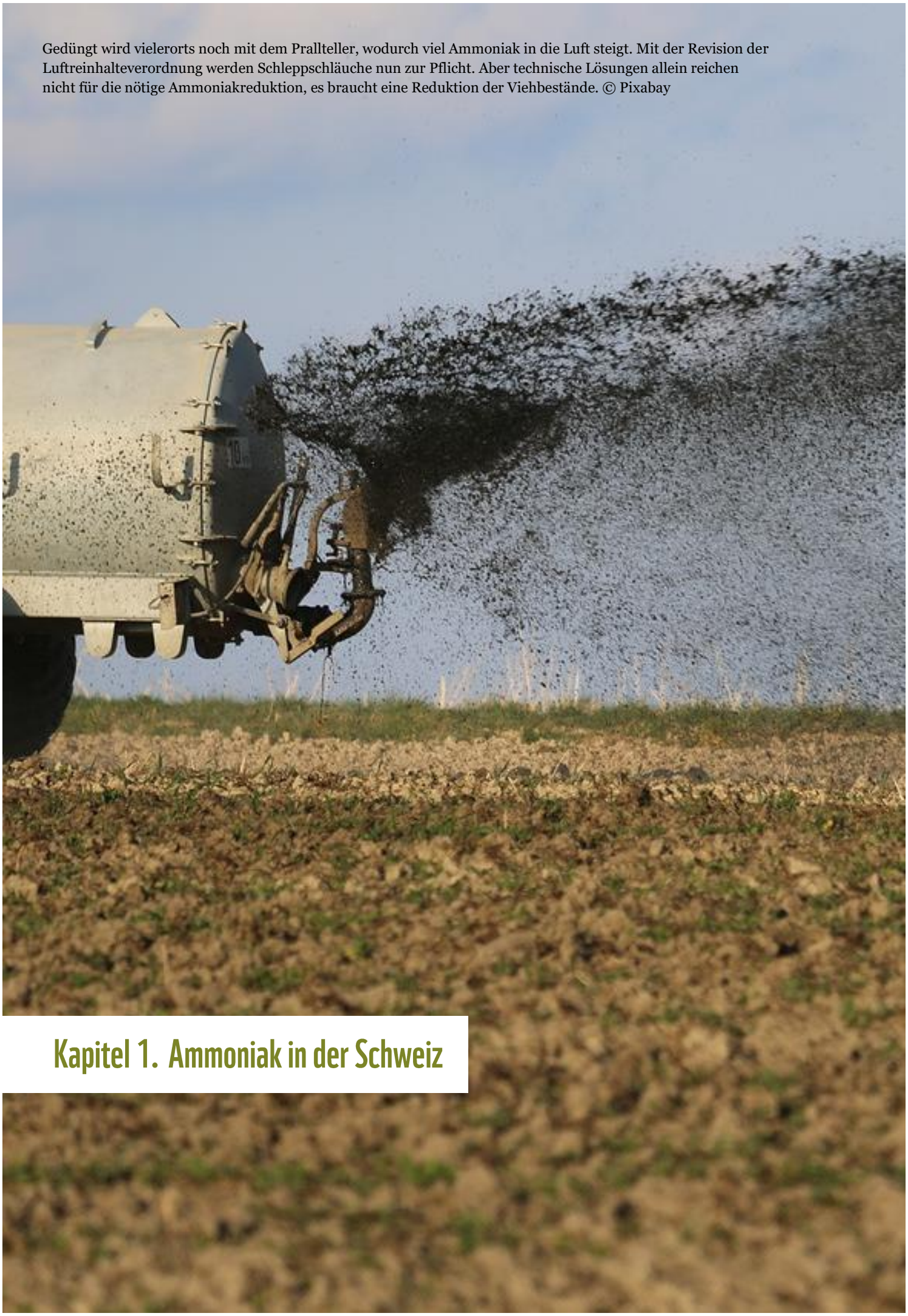
Einführung – Ammoniak: die Situation in ausgewählten Schweizer Kantonen

Die Ammoniakemissionen in der Schweiz verharren seit fast zwei Jahrzehnten auf einem viel zu hohen Niveau. Infolgedessen überschreiten die Ammoniakimmissionen regelmässig die kritischen Werte (*Critical Levels*) und die Stickstoffdeposition die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) für viele empfindliche Ökosysteme.

Auf die Problematik wird in der Schweiz seit vielen Jahren hingewiesen. Ein Grossteil der Kantone, in denen die Grenzwerte besonders stark überschritten werden, haben spezifische Massnahmen erarbeitet, um die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft an der Quelle zu reduzieren. Dennoch blieben die Emissionsreduktionen gering – und die Ammoniakimmissionen sowie die Stickstoffdeposition blieben dementsprechend stabil und liegen weit über den Grenzwerten.

Ziel dieses Berichts ist es, zu analysieren, wie ausgewählte Kantone das Problem der übermässigen Ammoniakemissionen und -immissionen angehen. Welche Reduktionsziele werden gesetzt? Mit welchem Ansatz wird die Reduktion übermässiger Emissionen angegangen? Welche Politikinstrumente werden eingesetzt? Welche Kontroll- und Sanktionsmechanismen werden allenfalls eingeführt? Und vor allem: Haben diese Instrumente zu einer Verbesserung der Situation beim Schutz empfindlicher Ökosysteme geführt, waren und sind die Massnahmen somit effektiv?

In einem letzten Schritt werden wir uns mit Verbesserungsmöglichkeiten befassen, sowohl allgemein für alle Kantone als auch spezifisch pro Kanton – je nach der analysierten Situation.



Gedüngt wird vielerorts noch mit dem Prallteller, wodurch viel Ammoniak in die Luft steigt. Mit der Revision der Luftreinhalteverordnung werden Schleppschläuche nun zur Pflicht. Aber technische Lösungen allein reichen nicht für die nötige Ammoniakreduktion, es braucht eine Reduktion der Viehbestände. © Pixabay

Kapitel 1. Ammoniak in der Schweiz

1. Bestandsaufnahme: Emissionen und Immissionen

Ammoniak (NH_3) zählt zu den wichtigsten Luftschadstoffen. Die Ammoniakemissionen – grösstenteils durch die Landwirtschaft und insbesondere die Viehwirtschaft verursacht – sind seit der Jahrtausendwende auf einem hohen Niveau (*1.1.*); diese führen zu einem Übermass an Stickstoffdeposition und Immissionen mit negativen Folgen für die Ökosysteme und Gesundheit der Menschen (*1.2.*). Deshalb müssen die Ammoniakemissionen nun endlich an der Quelle reduziert werden, um die Ökosysteme und die Gesundheit der Menschen bestmöglich zu schützen (*1.3.*).

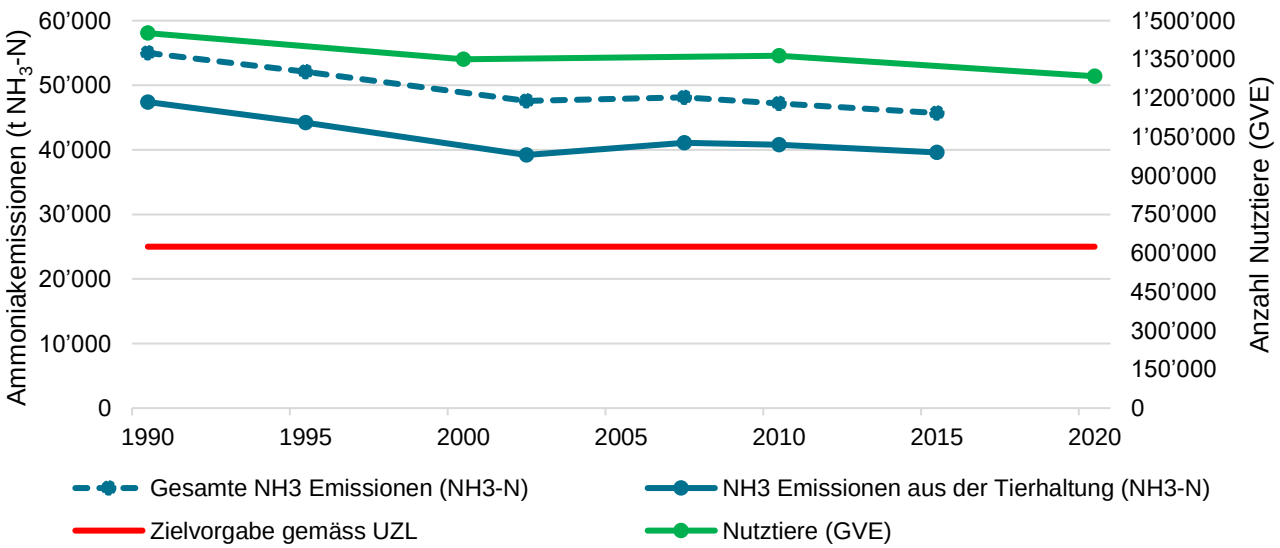
1.1. Entwicklung der Ammoniakemissionen in der Schweiz

Ammoniak stammt aus den Ausscheidungen von Tieren und gelangt sowohl bei der Haltung von Nutztieren in Ställen[2] als auch bei der Lagerung und Ausbringung von Hofdünger in die Luft.

Im Jahr 2015 wurden in der Schweiz nach Berechnungen von ***Kupper et al. 2018*** rund 45'700 t NH_3-N[3] emittiert. Davon emittierte die Schweizer Landwirtschaft **42'500 t NH_3-N** – was sich mit den Aussagen der ***Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL)*** deckt, wonach **93 % der Ammoniakemissionen auf die Landwirtschaft zurückzuführen sind** (***EKL 2005***: 22). Insbesondere die **Nutztierhaltung** ist mit **39'600 t NH_3-N** (ca. 87 % der Gesamtemissionen) die Hauptverursacherin.

Zwar sind die Ammoniakemissionen aus der Nutztierhaltung heute niedriger als in den 1990er-Jahren, doch wurde der Grossteil der Anstrengungen zur Reduktion vor der Jahrtausendwende unternommen. Seit Anfang der 2000er-Jahre verharren die Emissionen leider stabil auf übermässigem Niveau.

Ammoniak und Tierhaltung in der Schweiz



*Grafik 1. Ammoniakemissionen in der Schweiz in Tonnen Ammoniak-Stickstoff NH_3-N (**Kupper et al. 2018**), und Tierbestand in Grossvieheinheiten GVE laut **LBV** (BFS).*

[2] *«Auf Weideflächen wird der Harn, die Hauptquelle für NH_3 […], schnell in den Boden infiltriert und die zur Luft exponierte Fläche ist relativ gering. Ausserdem entfällt weitgehend die Vermischung von Kot und Harn, was die NH_3-Bildung und Freisetzung verringert»* (***Ammann et al. 2019***: 13). So würden Ausscheidungen auf der Weide bis zu achtmal weniger Ammoniakemissionen verursachen als Ausscheidungen im Stall (die eine spätere Lagerung und Ausbringung der Gülle mit sich bringen).

[3] Die Einheit NH_3-N bezeichnet Ammoniak-Stickstoff, eine Einheit, bei der nur das Molekulargewicht des im Ammoniak enthaltenen Stickstoffs (N) berücksichtigt wird, wodurch Ammoniak-Stickstoff zu anderen Stickstoffverbindungen (z. B. Nitrit-Stickstoff NO_2-N und Nitrat-Stickstoff NO_3-N) in Beziehung gesetzt werden kann. Ein Molekül Ammoniak-Stickstoff (NH_3-N) entspricht etwa 0,82 Molekülen Ammoniak (NH_3). Aus Gründen der Einheitlichkeit werden die Daten in diesem Bericht, sofern nicht anders angegeben, immer in der Einheit Ammoniak-Stickstoff (NH_3-N) angegeben.

Da Ammoniak hauptsächlich aus den Ausscheidungen von Tieren stammt, besteht ein **eindeutiger Zusammenhang** zwischen der **Menge an Ammoniak, welcher in die Atmosphäre abgegeben wird** (und später als Stickstoffdeposition in den Ökosystemen zu finden ist), und der **Anzahl der Nutztiere pro Fläche**.

Infokasten 1 - Die Schätzung der Ammoniakemissionen mit Agrammon

Die Menge an emittiertem Ammoniak korreliert nicht nur mit der Anzahl der Nutztiere, sondern auch mit dem Stickstoffgehalt im Tierkot (***Kupper et al. 2018***: 55). Dieser steht im Zusammenhang mit dem Proteingehalt im Futter der Nutztiere (***Decker et al. 2021***: 137). Darüber hinaus ist auch die Fläche zu berücksichtigen, auf der tierische Ausscheidungen geschehen oder ausgebracht werden und auf der somit Ammoniak freigesetzt wird.

Mit diesen verschiedenen Faktoren lässt sich die Entwicklung der Ammoniakemissionen in der Schweiz erklären. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren werden auch die Ammoniakemissionen berechnet – oder genauer gesagt: geschätzt.

So werden die Ammoniakemissionen aus der Viehhaltung mithilfe des Simulationsmodells Agrammon berechnet. Dieses Instrument dient neben seiner Verwendung auf der Ebene der landwirtschaftlichen Betriebe auch zur Erstellung des nationalen Inventars der Ammoniakemissionen im Rahmen des UNECE-Übereinkommens (*Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen*) über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (***CLRTAP***). Das Modell entspricht den Anforderungen der Europäischen Umweltagentur (***European Environmental Agency 2019***) und beinhaltet eine Reihe von Faktoren für die Schätzung der Emissionen auf regionaler Ebene (wie die Anzahl der Nutztiere, die Milchleistung oder die Produktions- und Ausbringungssysteme und -techniken). Er wird entsprechend dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse regelmässig angepasst (***Kupper et al. 2018***: 15).

Ammoniak-Emissionen der Landwirtschaft im europäischen Vergleich (Stand 2016)

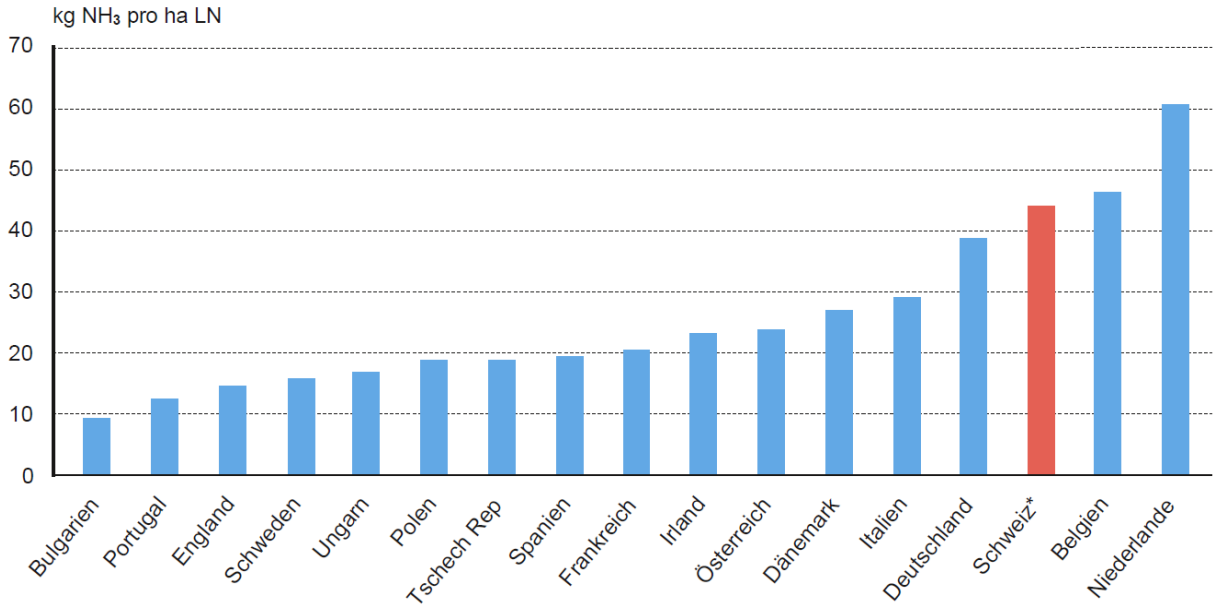


Abbildung 1. Ammoniakemissionen der Landwirtschaft (in Kilogramm NH_3-N pro Hektare Landwirtschaftsfläche) im europäischen Vergleich im Jahr 2016. LF = Landwirtschaftliche Nutzfläche. (Abbildung aus **EKL 2020***: 10).*

Für Alpenländer wie die Schweiz wurden 25 % der Sömmerungsweideflächen als LN berücksichtigt, da die Aufenthaltsdauer von Nutztieren auf Alpweiden etwa 3 Monate pro Jahr beträgt (*EKL 2005***: 26-27).*

1.2. Übermässige Stickstoff- und Ammoniakeinträge

Die hohen Erträge der heutigen intensiven Landwirtschaft (Kraftfutterimporte und synthetische Dünger) sind getrieben von einer vergleichsweise hohen Stickstoffintensität, was zu übermässigen Stickstoffverlusten führt und die Ressourceneffizienz senkt. Mit anderen Worten sind die hohen Flächenleistungen zweifach teuer erkauft: einmal durch den direkten monetären Verlust auf Ebene Betrieb und einmal durch die mit den Stickstoffverlusten verbundenen Schäden in der Umwelt und der Gesundheit, für welche derzeit hauptsächlich die öffentliche Hand aufkommt[4]. Diese Stickstoffverluste entstehen unter anderem in Form des gasförmigen Ammoniaks. Sobald es in die Atmosphäre gelangt, lagert es sich früher oder später als stickstoffhaltige Deposition[5] auf der Erdoberfläche ab.

Viele Lebensräume reagieren empfindlich auf eine zu starke Düngung durch solche stickstoffhaltige Ammoniakeinträge, und viele Arten benötigen eine nährstoffarme Umgebung. Daher sind Stickstoffeinträge *in übermässigen Mengen* schädlich für sensible Ökosysteme wie Wälder, Moore oder Magerwiesen – und zwar je nach den Eigenschaften des jeweiligen Lebensraums.

So haben laut der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) die Stickstoffeinträge – von denen 60 bis 80 Prozent (je nach Standort) auf Ammoniak zurückzuführen sind – ein derartiges Ausmass erreicht, dass sie die sogenannten *natürlichen und naturnahen* **Ökosysteme gefährden** (***EKL 2005***: 43, 53).

Ökosysteme weisen je nach Art und Region unterschiedliche Empfindlichkeiten gegenüber Schadstoffdepositionen auf. Im Rahmen des UNECE-Übereinkommens (*Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen*) über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (***CLRTAP***) **wurden kritische Belastungen und Werte (*Critical Loads & Levels*)** als Höchstgrenze festgelegt. Diese Immissionsgrenzwerte werden gemäss juristischer Schweizer Praxis auch unter der LRV als verbindlich betrachtet : «*Critical Loads und Critical Levels im Sinne des Göteborg-Protokolls können […] nach Artikel 2 Absatz 5 LRV zur Beurteilung herangezogen werden, ob Immissionen übermässig sind oder nicht*» (***BAFU 2020***: 9).

Infokasten 2: Schädliche Folgen für Ökosysteme

Erhöhte Stickstoffeinträge fördern das Wachstum nitrophiler *(d.h. Stickstoff-liebender)* Pflanzen und Grasarten, was zu einer Verarmung der Pflanzenvielfalt in allen artenreichen Lebensräumen (*Halbtrockenrasen, Naturwiesen, alpine und subalpine Rasen, alpine Heiden, Flachmoore, Hochmoore*) führt (***EKL 2005***: 78–88).

In Waldökosystemen führen übermässige Stickstoffeinträge zu einer Versauerung des Bodens, was eine Nährstoffverarmung und die Freisetzung von toxischen Aluminiumionen bedeutet. Je nach Umweltbedingungen kann dies die Anfälligkeit der Bäume für Schädlinge erhöhen und ihre Toleranz gegenüber Wasserstress (Trockenheit) und Frost verringern. Ausserdem hemmen sie das Wurzelwachstum, wodurch die Standfestigkeit abnimmt und damit die Schutzfunktionen des Waldes beeinträchtigt werden (***EKL 2005***: 54–77).

Das Bundesamt für Umwelt (***BAFU 2017***: 22) hält fest: «*Die flächendeckenden Stickstoffeinträge sind neben der direkten Zerstörung von Lebensräumen zu einer der grössten Gefahren für die Biodiversität der Schweiz geworden.*»

Um die Tragbarkeit der Belastung durch Ammoniak und Stickstoff für die Umwelt abzuschätzen, werden die oben erwähnten Begriffe beigezogen:

Critical Loads **(kritische Eintragsraten in die Umwelt):** Menge der Stickstoffdeposition (in kg N/ha/Jahr), «*unterhalb welcher signifikante schädliche Auswirkungen auf empfindliche Elemente der Umwelt [wie z.B. Wälder, Moore, Trockenwiesen] nach dem Stand des Wissens nicht vorkommen*» (***BAFU 2021***) – im vorliegenden Bericht als kritische Belastung (*Critical Loads*) beschrieben.

[4] Aus globaler Sicht bemerkenswert ist zudem das Ertragssteigerungs-Potenzial, welches durch eine Umlagerung von Stickstoffeinträge von (über-)intensiven Produktionssystemen hin zu extensiven oder wenig intensiven Produktionssystemen realisiert werden könnte.
[5] Der Begriff «Luftschadstoffdeposition» bezeichnet die Ablagerung einer in der Atmosphäre vorhandenen Substanz auf der Erdoberfläche. Jede Emission von Luftschadstoffen kommt früher oder später in Form einer Deposition auf den Boden zurück. Die Stickstoffdeposition wird in Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr (kg N/ha/Jahr) ausgedrückt.

Critical Levels* (kritische Konzentrationen in der Luft):** «*Konzentrationen von Luftschadstoffen in der Atmosphäre, oberhalb derer nach dem heutigen Stand des Wissens direkte schädliche Auswirkungen auf Rezeptoren wie Menschen, Pflanzen, Ökosysteme oder Materialien zu erwarten sind*» (BAFU 2021***).

Die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL) gibt in ihrem Bericht **Ammoniak-Immissionen und Stickstoffeinträge** die kritischen Belastungen für die verschiedenen empfindlichen Ökosysteme an[6] (***EKL 2014***: 15). Die Bestimmung der auf den Ökosystemen vorhandenen Stickstoffbelastungen ist das Ergebnis einer komplexen Modellierungsmethode (***Rihm & Künzle 2019***). Im Jahr 2015 wurden die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) für Stickstoff in der Schweiz bei 94 % der Hochmoore, 77 % der Flachmoore, 36 % der Trockenwiesen und 87 % der Wälder überschritten (*ibid.*). Aus diesem Grund sind 100 % aller Hochmoore, 84 % der Flachmoore, 42 % der artenreichen Trockenwiesen und -weiden sowie mehr als 90 % der Waldstandorte durch übermässige Stickstoffeinträge aus der Luft beeinträchtigt (***BAFU 2014***: 15)

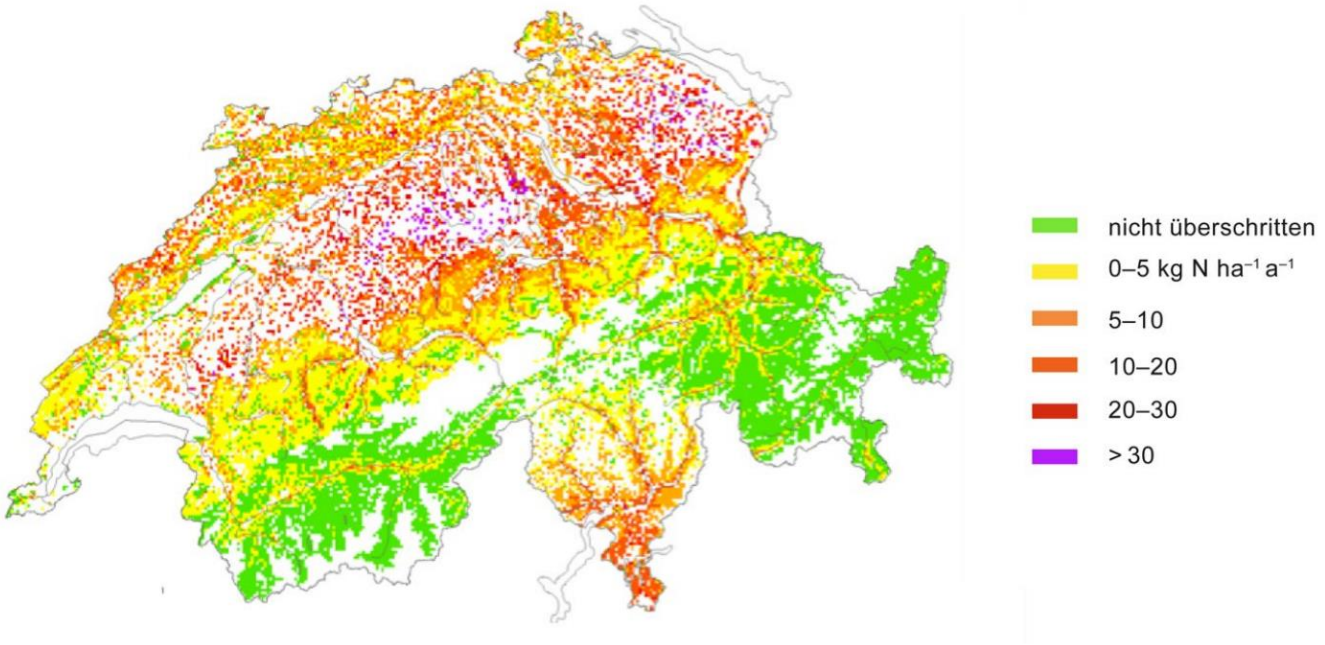


Abbildung 2. Überschreitung der Critical Loads für Stickstoff bei naturnahen Ökosystemen in der Schweiz im Jahr 2015 (BAFU & Meteotest 2020). Auf den gelb, orange, rot und violett markierten Flächen sind die Immissionen übermässig (Abbildung aus EKL **2020***: 14).*

Kritische Werte (*Critical Levels*) für Ammoniak betragen 1 µg NH_3/m^3 (im Jahresdurchschnitt) zum Schutz von Moosen und Flechten und 3 µg NH_3/m^3 (im Jahresdurchschnitt) zum Schutz höherer Pflanzen (mit einer Unsicherheitsspanne von 2 bis 4 µg NH_3/m^3) (***EKL 2014***: 16). Im Jahr 2015 wurden die kritischen Werte (*Critical Levels*) für Ammoniak in der Schweiz bei 47 % der Hochmoore, 18 % der Flachmoore, 2 % der Trockenwiesen und 17 % der Wälder überschritten (BAFU & Meteotest 2020 zitiert in ***EKL 2020***: 13). In der Schweiz werden die Ammoniakkonzentrationen seit 2000 an einer zunehmenden Anzahl von Messstationen erhoben (***Seitler, Meier & Thöni 2018***)[7].

[6] Hochmoore, Flachmoore, artenreiches Weideland, Heidegebiete, Wälder.
[7] Die Messungen werden kontinuierlich an dreizehn Stationen durchgeführt, 2004 wurden acht Stationen hinzugefügt und seit 2013 sind 70 weitere Stationen hinzugekommen. «*Die räumliche Abdeckung mit Messstandorten hat somit seit 2000 deutlich zugenommen und die unterschiedlichen Belastungstypen können besser repräsentiert werden. Sie reichen von intensiver Tierhaltung bis hin zu extensiv bewirtschafteten Alpweiden und umfassen auch verkehrsnahe sowie innerstädtische Standorte*» (**EKL 2020**: 11).

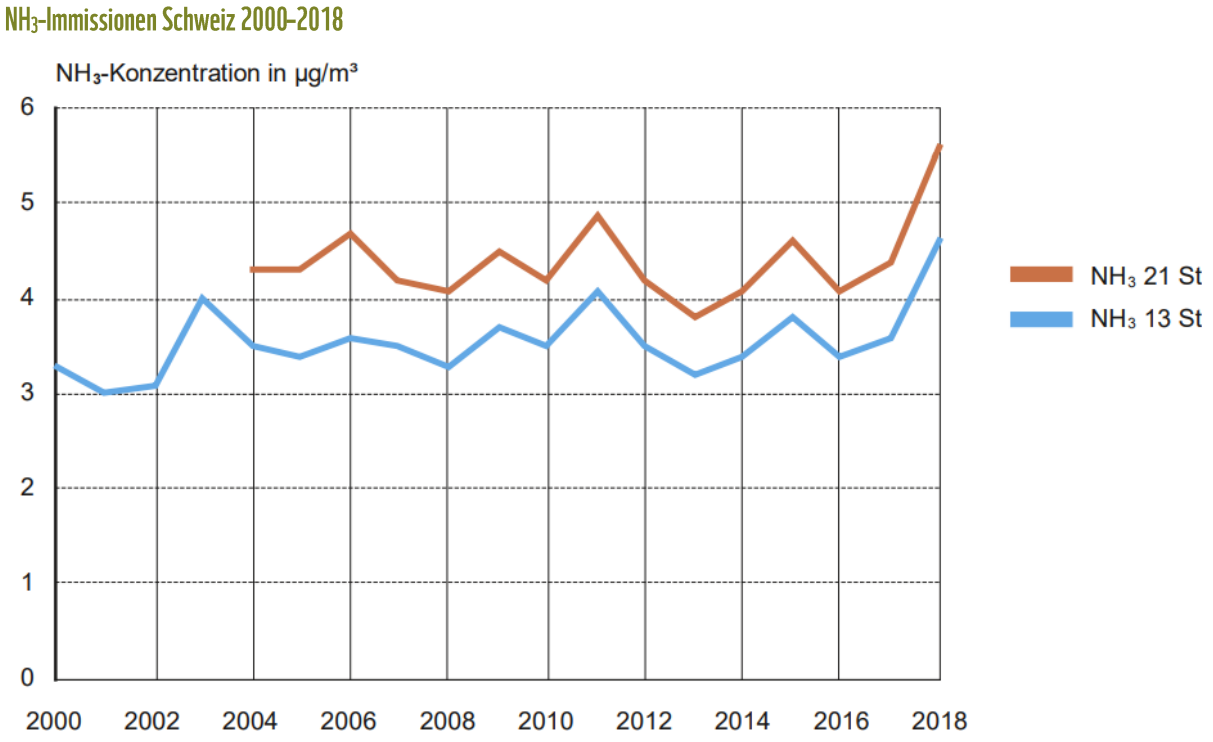


*Abbildung 3. Zeitliche Verläufe der Mittelwerte der Ammoniakkonzentrationen (NH_3 in Mikrogramm pro m^3) aller 13 Stationen (St) in der Schweiz, an denen seit 2000 gemessen wird, sowie aller Stationen (St), an denen seit 2004 gemessen wird. Datengrundlage sind Monatsmittelwerte (**Seitler, Meier & Thöni 2018**). (Abbildung aus **EKL 2020**: 11).*

Die obige Abbildung zeigt den Mittelwert der Ammoniakkonzentrationen für die 13 bzw. 21 Messstationen, die seit 2000 bzw. 2004 in Betrieb sind. Die von den 21 Stationen aufgezeichneten Schadstoffwerte (braune Kurve) gelten als repräsentativ für die Situation in der Schweiz[8] (***EKL 2020***: 11).

Aufgrund der Natur von Ammoniak kann eine Verringerung der Ammoniakimmissionen und der Stickstoffdepositionen nur durch Emissionsminderungsmassnahmen erreicht werden. Laut Philipp und Locher (***2010***) wären jedoch mindestens zehn Jahre Messungen erforderlich, um bei einer Emissionsminderung von 10 % auch eine Reduktion der Immissionen nachweisen zu können.

Die beobachteten Schwankungen lassen sich durch die **Variation der Wetterbedingungen** erklären, die sich auf die Immissionen auswirken (sie sind höher, wenn die Durchschnittstemperaturen höher sind). Aus der Analyse geht hervor, dass die Ammoniakkonzentrationen seit 2000 nicht mehr gesunken sind – was auch mit der Entwicklung der Emissionen übereinstimmt.

Aus diesen Ergebnissen zieht die ***Forschungsstelle für Umweltbeobachtung***, die für den Bericht ***Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2017*** verantwortlich ist, folgende Schlussfolgerungen (***Seitler, Meier & Thöni 2018***: 2):

> Die Ammoniakkonzentration blieb seit dem Jahr 2000 konstant hoch. Eine Reduktion der Ammoniakkonzentrationen kann in diesem Zeitraum nicht beobachtet werden;

> die Ammoniakbelastung ist am höchsten in Gebieten mit intensiver Tierproduktion (6-10 µg/m³) und etwas geringer in Gebieten mit weniger intensiver Tierproduktion;

> in Gebieten, in denen mehrheitlich Ackerbau betrieben wird, sind die Ammoniakkonzentrationen (2–5 µg/m³) und die saisonalen Schwankungen meist kleiner als in Gebieten mit Tierproduktion;

> die höchsten Konzentrationen werden in Perioden mit Gülleausbringung gemessen;

[8] Die Durchschnittswerte, die für die 70 Stationen, die seit 2013 in Betrieb sind, aufgezeichnet wurden, liegen auf demselben Niveau wie die Werte, die für die 21 Stationen, die seit 2004 in Betrieb sind, aufgezeichnet wurden (**Seitler, Meier & Thöni 2018**).

> die Konzentrationen des gasförmigen Ammoniaks tragen wesentlich zum Stickstoffeintrag in empfindliche Ökosysteme bei. Damit tragen sie zu grossräumigen Überschreitungen der kritischen Belastungen (*Critical Loads*) für Stickstoff bei.

Im Rahmen dieses Berichts ist zu berücksichtigen, dass auch die Kantone auf ihrem Gebiet zusätzliche Immissionsmessungen durchführen. In den meisten Fällen werden diese Messungen jedoch mithilfe von Passivsammlern durchgeführt. Bei der Messung mit Passivsammlern werden kleine Plastikröhrchen verwendet, die mehrere Wochen lang der Luft ausgesetzt sind. Im Vergleich zu kontinuierlichen Messstationen haben Passivsammler den Vorteil, dass die Luftverschmutzung an vielen Orten kostengünstig überwacht werden kann. Allerdings können keine kurzfristigen Spitzenwerte erfasst werden (***AfU-FR 2021***: 8).

1.3. Bundesvorschriften

Die Vorgaben sind im Umweltschutzgesetz (***USG***) und in der Luftreinhalte-Verordnung (***LRV***) festgelegt. Diese bestimmen, dass die Emissionen im Rahmen der Vorsorge zu begrenzen sind.

Eine weitere Verschärfung erfolgt, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass die Umweltbelastung übermässig ist. Stickstoffeinträge und Immissionen von Ammoniak gelten dann als übermässig, wenn sie gemäss ***Art. 2 Abs. 5 lit. a und d LRV*** Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften oder ihre Lebensräume gefährden oder wenn sie die Fruchtbarkeit des Bodens, die Vegetation oder die Gewässer beeinträchtigen. Zur Beurteilung der Übermässigkeit von Luftverunreinigungen werden die international festgelegten *Critical Loads* und *Critical Levels* herangezogen (siehe oben).

Die Schweiz hat im Jahr 2005 das Protokoll betreffend die Verringerung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon (***Göteborg-Protokoll***) ratifiziert, welches am 17. Mai 2005 in Kraft gesetzt wurde. Dabei handelt es sich um ein Übereinkommen zur weiträumigen grenzüberschreitenden Luftverunreinigung. Es definiert unter anderem auch die *Critical Loads* und *Critical Levels*.

Die Luftreinhalte-Verordnung (***LRV***) legt zudem fest, dass die Vollzugsbehörde (laut ***Art. 35 LRV*** sind es die Kantone) Massnahmen zur vorsorglichen Begrenzung der Emissionen von Luftschadstoffen verfügt. Da die tierische Produktion den wichtigsten Teil der Ammoniakemissionen ausmacht, ist es naheliegend, dass wirksame Reduktionsmassnahmen in diesem Bereich die grössten Auswirkungen haben. Dabei ist es wichtig, alle Stufen des Prozesses aus einer integrierten Perspektive zu betrachten, von der Fütterung der Tiere bis zur Ausbringung der Gülle.

So müssen beim Bau von landwirtschaftlicher Infrastruktur sowie bei der Ausbringung von Gülle die Massnahmen der Vollzugshilfen «Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft» (***BAFUet al. 2021a***) und «Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft» (***BAFU et al. 2021b***) angewendet werden – sie definieren den aktuellen Stand der Technik.

Ressourceneffizienzbeiträge (Direktzahlungen) für ***emissionsmindernde Ausbringungverfahren*** wurden bis Ende 2021 ausbezahlt. Im Jahr 2018 wurde ein Ressourceneffizienzbeitrag für die ***stickstoffreduzierte Phasenfütterung von Schweinen*** eingeführt. Dadurch wird die Stickstofffreisetzung über die Ausscheidungen der Schweine verringert.

Massgebend für den Vollzug der Umweltbestimmungen in der Landwirtschaft sind für die Kantone insbesonders ***die neuen LRV-Bestimmungen*** zur Abdeckung von Güllelagern (in Kraft ab 1. Januar 2022) und zur emissionsmindernden Ausbringung von Gülle (in Kraft ab 1. Januar 2024). Erstere sehen vor, dass natürliche Schwimmdecken oder Strohhäckselaufschichtungen innerhalb von sechs bis acht Jahren durch feste Konstruktionen oder Schwimmfolien ersetzt werden; zweitere, dass Gülle mit geeigneten Verfahren ausgebracht wird, z.B. Schleppschlauch-, Schleppschuhverteiler oder Schlitzdrill. Als Schleppschlauch gelten Ausbringsysteme, die Gülle oder flüssige Vergärungsprodukte ohne Überdruck direkt auf die Bodenoberfläche ablegen.

Sind die Immissionen trotz Umsetzung dieser Massnahmen übermässig, müssen weitere Massnahmen getroffen werden (***Art. 31 LRV***).

Allerdings könnten sich diese Massnahmen als unzureichend erweisen, falls nicht gleichzeitig die Zahl der Nutztiere gesenkt wird. Denn die effizienteste Massnahme zur Reduktion der Ammoniakemissionen an der Quelle ist die Reduktion der Anzahl Nutztiere, ergänzt durch eine Anpassung der Struktur der Tierhaltung (z.B. graslandbasierte Haltungsform statt Hochleistungskühe; somit eine Reduktion der Kraftfutterimporte).

2. Reduktionsziele

2.1. Umweltziele Landwirtschaft

Trotz vorsorglicher Emissionsbegrenzung überschreiten die Ammoniak- und Stickstoffeinträge die für die Ökosysteme tragbaren Belastungen. Darum muss festgelegt werden, in welchem Umfang die Emissionen reduziert werden müssen, um die Belastung unter die Zielvorgaben der kritischen Grenzwerte zu senken.

Im Rahmen der ***Umweltziele für die Landwirtschaft*** hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) ein Umweltziel für die Landwirtschaft im Bereich der stickstoffhaltigen Luftschadstoffe festgelegt:

> ***«Die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft betragen maximal 25 000 t N/Jahr»*** (***BAFU & BLW 2016***: 56).

2.2. Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes

Der Bundesrat legt in seiner ***Luftreinhaltestrategie*** die **notwendige Reduktion der Emissionen auf rund 40 % gegenüber dem Referenzjahr 2005** fest, um die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) an Stickstoffverbindungen nicht zu überschreiten (***Bundesrat 2009***: 5952).

Kapitel 2. Methoden

Methodisches Vorgehen ist nicht nur für diese Analyse notwendig. Auch in der Landwirtschaft sind (neue) Methoden gefragt. Im Bild eine Flurbegehung bei Slow Grow, die regenerative Landwirtschaft betreiben und dabei Schutz und Humusaufbau des Bodens ins Zentrum stellen. © WWF

1. Aufbau des Berichts

Jedes Kapitel dieses Berichts konzentriert sich auf einen bestimmten Kanton. Der Bericht kann daher in beliebiger Abfolge gelesen werden. Jedes Kapitel folgt der gleichen Struktur, anhand derer die Analyse der Politik zur Reduktion von Ammoniakemissionen durchgeführt wurde:

0. **Zusammenfassung.** Synthese, angereichert mit den wichtigsten quantitativen Daten *(die Grafiken wurden aufgrund von Daten des Bundesamts für Statistik BFS und der Kantone erstellt)*.

1. **Kantonaler Rechtsrahmen.** Kantonale Gesetzgebung zu Ammoniak oder zur Ausbringung von Hofdünger.

2. **Instrumente**: Politische Massnahmen des Kantons zur Reduktion der Ammoniakemissionen;

   2.1. **Reduktionsziele**. Kurz- und langfristige Emissionsreduktionsziele (mit Bezug auf die Luftreinhaltestrategie des Bundes).

   2.2. **Massnahmenpläne** gemäss ***Art. 44a USG*** und ***Art. 31–34 LRV***, mit Aufzeigen der Kosten und der geplanten Sondermassnahmen.

   2.3. **Ressourcenprogramm** im Bereich Ammoniak gemäss ***Art. 77a und 77b LwG***;

3. **Monitoring**: Mechanismen zur Kontrolle der Umsetzung und der Wirkungen.

   3.1. **Umsetzungsmonitoring**: Berichte über den Stand der Umsetzung der Messpläne oder anderer eingesetzter Instrumente.

   3.2. **Entwicklung der Immissionen**: Kontrolle der Auswirkungen der Umsetzung auf empfindliche Ökosysteme.

   3.3. **Entwicklung der Emissionen** seit den ersten Schätzungen und während der gesamten Umsetzung der Instrumente zur Emissionsminderung.

4. **Politik**: Eingereichte parlamentarische Vorstösse zur Ammoniakproblematik oder zur Ausbringung von Hofdüngern.

5. **Schlussfolgerungen**: Situationsanalyse im Kanton und mögliche Verbesserungsansätze; diese Schlussfolgerungen wurden in Absprache mit den Auftraggebern (WWF Schweiz, Pro Natura, BirdLife Schweiz, Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz) erstellt.

2. Bemerkungen zu den Reduktionszielen der Kantone

Während einige Kantone ihre langfristigen Bestrebungen an der Luftreinhaltestrategie des Bundes (***Bundesrat 2009***) und indirekt an den Umweltzielen Landwirtschaft (UZL, ***BAFU & BLW 2016***) ausrichten, haben andere Kantone keine langfristigen Ziele – oder überhaupt kein Reduktionsziel – festgelegt.

Wenn also Emissionsdaten vorlagen, haben wir uns dafür entschieden, für diese Kantone ein langfristiges Reduktionsziel auf einer einheitlichen Berechnungsgrundlage vorzuschlagen, d.h. ein Reduktionsziel für Ammoniakemissionen von 40 % gegenüber 2005. Logischerweise gilt dieses allgemeine Reduktionsziel sowohl für die Landwirtschaft als auch für die anderen Bereiche, die Ammoniak emittieren – allerdings tragen diese anderen Bereiche nur einen geringen Anteil zur Ammoniakbelastung bei (zur Erinnerung: Die Landwirtschaft macht etwa 93 % der Ammoniakemissionen in der Schweiz aus).

Die Ziele des Bundesrats, die auf der Einhaltung der kritischen Belastungen und Werte (*Critical Loads & Levels*) für Stickstoff und Ammoniak beruhen, könnten nicht ausreichen, um den Schutz der Ökosysteme zu wahren. Die kritischen Belastungen und Werte (*Critical Loads & Levels*) werden nämlich «*nach dem heutigen Stand des Wissens*» festgelegt. Insbesondere gibt die kantonale Emissionsreduktion keinen Hinweis auf die geografische Verteilung der Immissionen und macht keine Aussage zur Situation in der Umgebung von wichtigen empfindlichen Ökosystemen. Selbst wenn die Emissionen tatsächlich um 40 % reduziert würden, könnte es lokal immer noch zu übermässigen Ammoniakeinträgen kommen.
Die vorgeschlagenen Reduktionsziele sind dabei nie per se als Selbstzweck zu verstehen: Sie dienen dazu, das übergeordnete Ziel des Schutzes von Ökosystemen, Biodiversität und der Gesundheit zu erreichen.

3. Auswahl der Kantone

Die analysierten Kantone sind die folgenden:

> Luzern (LU)

> Zürich (ZH)

> Bern (BE)

> Zug (ZG)

> Freiburg (FR)

> St. Gallen (SG)

> Thurgau (TG)

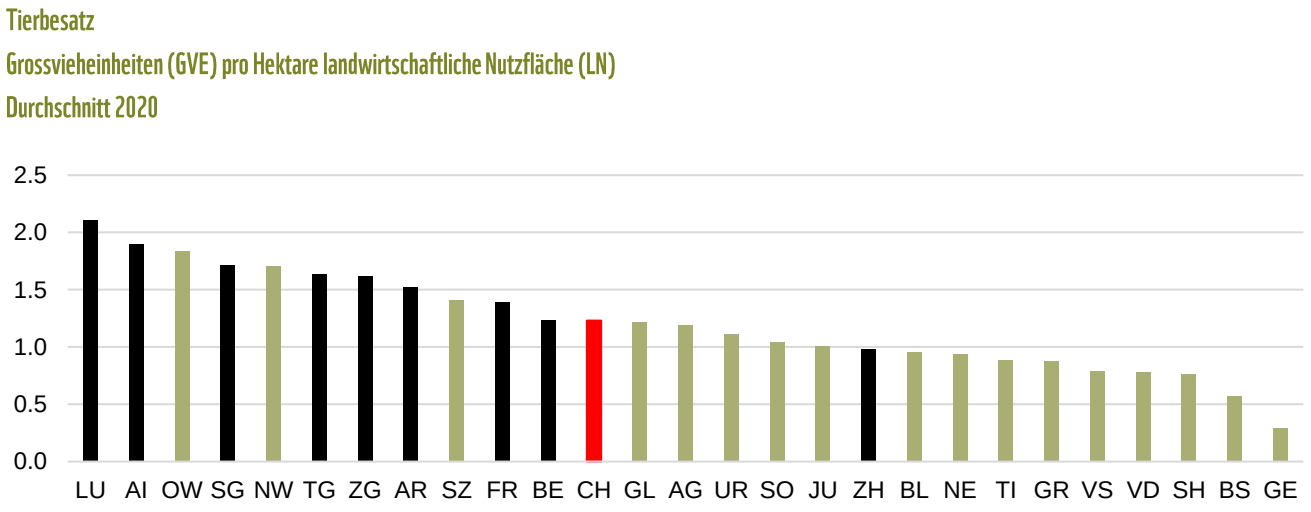
> Appenzell Ausserrhoden (AR)

> Appenzell Innerrhoden (AI)

Abbildung 4. Karte der ausgewählten Kantone.

Die Auswahl der neun untersuchten Kantone wurde zusammen mit den Auftraggebern getroffen. Zugrunde lag die Karte des Bundesamtes für Umwelt mit den ***Ammoniak-Immissionen von 2014***, die es erlaubt, besonders betroffene Kantone zu identifizieren. Die Einschränkung auf neun Kantone ist mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen zu erklären, und die Auswahl entspricht keinem wissenschaftlichen Ansatz. Dennoch soll die Auswahl eine repräsentative Übersicht der Situation im schweizerischen Mittelland und in den Voralpen erlauben (siehe Abbildung 4 oben).

Die ausgewählten Kantone weisen meist überdurchschnittlich hohe Nutztierzahlen auf (Grossvieheinheiten (GVE) pro Hektare landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN)). Aus der untenstehenden Grafik geht hervor, dass die in dieser Studie untersuchten Kantone (schwarz) mit Ausnahme des Kantons Zürich bei den Nutztierzahlen alle über dem nationalen Durchschnitt (rot) liegen. Dies lässt jedoch nicht darauf schliessen, dass Kantone mit einem unter dem Schweizer Durchschnitt liegendem Tierbesatz keine übermässigen Ammoniakemissionen und -immissionen[9] aufweisen.



Grafik 2. Grossvieheinheiten (GVE) pro Hektare landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) im Durchschnitt, schweizweiter Vergleich. Rot = Schweizer Durchschnitt; schwarz = in diesem Bericht untersuchte Kantone; grün = andere Kantone. Zahlen des Bundesamts für Statistik (BFS) für das Jahr 2020.

Die Erstellung der einzelnen Kantonsporträts erfolgte in Zusammenarbeit mit den regionalen Sektionen der Natur- und Umweltorganisationen sowie im Austausch mit verschiedensten Expertinnen und Expertinnen.

[9] So liegt zum Beispiel der Kanton Basel-Landschaft (BL) unter dem Schweizer Durchschnitt, trotzdem werden die *Critical Loads* für Stickstoffeinträge in den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft grossräumig und teilweise massiv überschritten. Der Eintrag von Stickstoffverbindungen in empfindliche Ökosysteme liegt weit über den tolerierbaren Werten. Nahezu das gesamte Waldgebiet in den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft weist einen übermässigen Stickstoffeintrag von mehr als 10 kg N/ha/Jahr auf (**BS & BL 2017**: 24–26).

Kapitel 3. Ergebnisse

Die wundervolle Morgendämmerung über der Kuhweide mit Futteranbau im Hintergrund täuscht. Der hohe Ammoniakausstoss durch zu hohe Viehdichte gefährdet in vielen Gegenden sensible Lebensräume wie Wälder, Moore oder Magerwiesen. © Kurt Eichenberger, WWF

I. KANTON LUZERN (LU)

Zusammenfassung

> Die Ammoniak-Immissionsmessungen zeigen, dass die **Grenzwerte (*Critical Levels & Loads*)** für sensible Ökosysteme teils sehr stark **überschritten** werden;

> die Entwicklung der Immissionen zeigt **keinen Abwärtstrend, sondern im Gegenteil eine Zunahme**;

> das Ziel, die Ammoniakemissionen bis 2020 um 20 % (gegenüber dem Referenzjahr 2000) zu reduzieren, wurde **nicht erreicht**;

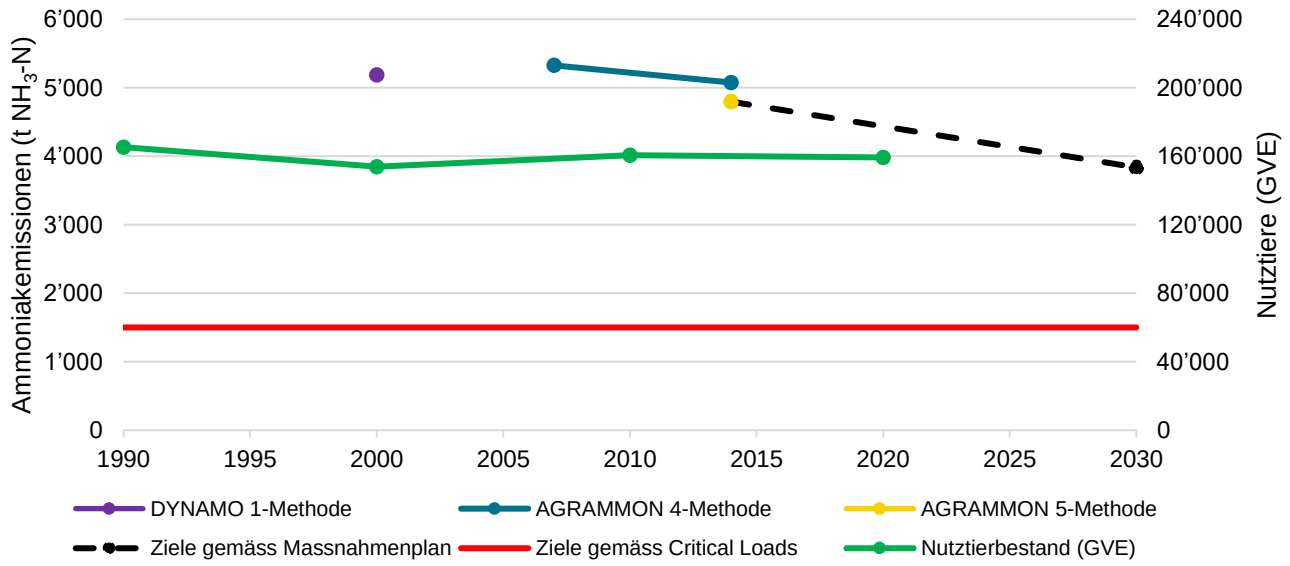
> eine Reduktion der Ammoniakemissionen von 20 % im Vergleich zum Jahr 2000 bis im Jahr 2020 ist mit der bisherigen Vorgehensweise nicht zu belegen. Die Immissionen nehmen sogar zu;

> der Kanton hat sich 2020 zum **neuen Ziel** gesetzt, die Ammoniakemissionen **bis 2030 um 20 %** zu reduzieren (gegenüber dem Referenzjahr 2014);

> die **Ammoniakemissionen** (Stand: 2014) müssen noch um **ca. 69 % (3'296 t NH_3-N/a) reduziert werden**, damit der Kantonsbeitrag zur Einhaltung der *Critical Loads* (Umweltziele Landwirtschaft) auf nationaler Ebene geleistet wird.

Wert	IST			SOLL	
Ammoniakemissionen	**2000**	**2007**	**2014**	**2030**	**Ziel gemäss *Critical Loads***
– aus der Landwirtschaft (t NH_3-N/a)	5'190[10]	5'327	4'796	3'812	1'500
– pro ha LN (kg NH_3-N/ha)	69	68	62	50	20
Nutztiere	**2000**	**2020**			
Kantonaler Nutztierbestand (GVE)	153'905	159'223			
– Entwicklung 2000–2020 (%)	+3.5 %				

Ammoniak und Tierhaltung im Kanton Luzern



[10] Die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft wurden für die Jahre 2000 (DYNAMO), 2007 (AGRAMMON 4) und 2014 (AGRAMMON 4 & AGRAMMON 5) mit unterschiedlichen Methoden geschätzt. Die Ergebnisse sind daher signifikant unterschiedlich. Für das Jahr 2014 beliefen sich die mit AGRAMMON 4 berechneten Emissionen auf 5'076 t NH_3-N, während das Programm AGRAMMON 5 4'796 t NH_3-N angab. Wir zeigen in der Tabelle nur die Ergebnisse von AGRAMMON 5, da dies die neue Berechnungsgrundlage des Kantons ist.

1. Kantonaler Rechtsrahmen

> ***SRL 702 – Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer***: Art. 23 klärt die Zuständigkeiten für den Gewässerschutz im Bereich der Landwirtschaft.

> ***SRL 703a – Verordnung über die Verminderung der Phosphorbelastung der Mittellandseen durch die Landwirtschaft***: ermöglicht die Bestimmung von Zielen für die Reduktion der Phosphorbelastung der Mittellandseen (Sempachersee, Baldeggersee und Hallwilersee).

> Mehrere Verordnungen zielen darauf ab, die Umwelt durch ein Verbot der Ausbringung von Düngemitteln zu schützen:
  > ***SRL 711 – Verordnung zum Schutz des Baldegger- und des Hallwilersees und ihrer Ufer***
  > ***SRL 711c – Verordnung zum Schutz des Sempachersees und seiner Ufer***
  > ***SRL 711d – Verordnung zum Schutz des Rotsees und seiner Ufer***
  > ***SRL 711g – Verordnung zum Schutz des Tuetensees und seiner Umgebung***
  > ***SRL 712 – Verordnung zum Schutz des Steinibachriedes in der Gemeinde Horw***
  > ***SRL 712b – Verordnung zum Schutz der Wässermatten an der Rot in den Gemeinden Grossdietwil, Altbüron und Pfaffnau***
  > ***SRL 712d –Verordnung zum Schutz des Mettlenmooses in der Gemeinde Eschenbach***
  > ***SRL 713 – Verordnung zum Schutz der Weiherlandschaft Ostergau***
  > ***SRL 713a – Verordnung zum Schutz der Weiherlandschaft im Uffikoner-Buchser Moos***
  > ***SRL 713b – Verordnung zum Schutz der Weiherlandschaft Hagimoos in den Gemeinden Ettiswil und Mauensee***
  > ***SRL 717 – Verordnung zum Schutz der Hecken, Feldgehölze und Uferbestockungen***

2. Instrumente

2.1. Reduktionsziele

In seinem **Massnahmenplan Luftreinhaltung – Teilplan Ammoniak 2007** (siehe *unten* 2.2) setzte sich der Kanton Luzern das Ziel, die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft bis 2020 um ca. 1'038 t NH_3-N/a (-20 %) und bis 2030 um ca. 1'557 t NH_3-N/a (-30 %) gegenüber dem Referenzjahr 2000 (für das die Emissionen auf 5'190 t NH_3-N geschätzt wurden) zu reduzieren (***uwe-LU 2007***: 13 & 20).

Der Bericht **Massnahmenplan Luft – Teilplan Ammoniak 2007 – Erfolgskontrolle und Überprüfung 2015** stellt fest, dass dieses Ziel für das Jahr 2020 nicht erreicht werden kann (***uwe-LU 2015***: 11). Die Reduktion zwischen 2007 und 2014 betrug nur 251 t NH_3-N/a (-4,7 %) (*Ibid.*: 23).

Der Kanton Luzern hat sich daher im **Massnahmenplan Luftreinhaltung – Teilplan Ammoniak 2020** (siehe *unten* 2.2) ein neues Ziel gesetzt, nämlich eine Reduktion der Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft um **984 t NH_3-N/a bis 2030 (-20 %)** gegenüber dem Referenzjahr 2014 (4'796 t NH_3-N/a) (***uwe-LU 2020***: 4).

Zudem hat sich der Kanton Luzern auch ein langfristiges Ziel gesetzt, um die *Critical Loads*[11] künftig einzuhalten. Demnach sollen die Emissionen aus der Landwirtschaft im Kanton Luzern **auf 1500 t NH_3-N/a sinken, was einer Reduktion um 69 % gegenüber dem Referenzjahr 2014 entspricht (3'296 t NH_3-N/a). Dieses Ziel ist jedoch nicht mit einer Umsetzungsfrist versehen** (***uwe-LU 2020***: 9).

2.2. Massnahmenpläne

Der Kanton Luzern verabschiedete 2007 einen **Massnahmenplan Luftreinhaltung - Teilplan Ammoniak 2007** (gemäss ***Art. 44a USG*** und ***Art. 31–34 LRV***). Dieser Plan enthält Reduktionsziele für Ammoniakemissionen (siehe oben 2.1). Das Reduktionspotenzial der Massnahmen wird allerdings nicht quantifiziert.

Die Gesamtkosten wurden im Massnahmenplan nicht erwähnt. Sie wurden jedoch für jede Massnahme einzeln geschätzt, wobei sich die Gesamtkosten bis 2030 auf ca. CHF 570'000 beliefen, ergänzt durch ein Anreizsystem, das auf CHF 3–4 Mio. pro Jahr

[11] Die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) beschreiben den höchsten Stickstoffeintrag, der noch tolerierbar ist, ohne die Ökosysteme schädlich zu verändern.

geschätzt wurde und für das ein separater Kredit bereitgestellt worden wäre. Der Plan wurde jedoch ersetzt, bevor die Mittel ausgegeben wurden.

Denn wie der Bericht **Massnahmenplan Luft – Teilplan Ammoniak 2007 – Erfolgskontrolle und Überprüfung 2015** zeigte, konnte die Umsetzung der Massnahmen die gewünschte Reduktionsdynamik nicht in Gang setzen.

Der Kanton Luzern hat daher beschlossen, einen neuen **Massnahmenplan Luftreinhaltung – Teilplan Ammoniak 2020** zu erstellen. Dieser Plan enthält überarbeitete Ziele zur Reduktion der Ammoniakemissionen (siehe *oben* 2.1). Das Reduktionspotenzial einzelner Massnahmen wurde quantifiziert, um die Zielerreichung zu ermöglichen.

Die Gesamtkosten des Massnahmenplans belaufen sich bis 2030 auf etwas mehr als CHF 100 Mio. für den Kanton und die Luzerner Landwirtschaft (***uwe-LU 2020***: 18).

Geltende Massnahmen (2020):

Massnahme / Inhalt	Reduktion NH_3-N (2030)	Kosten (CHF)
M1 Abdeckung offener Güllelager (***uwe-LU 2020***: 11)	450 t	21–30 Mio.
«Alle noch ca. 1'200 offenen Güllelager werden mittels gängiger Systeme bis zum Jahr 2030 abgedeckt.»		
M2 Ammoniakreduktion bei Stallbauten (***uwe-LU 2020***: 12)	50 t	5 Mio.
«Das ‹Merkblatt NH_3 bei Stallbauten› wird im Vollzug umgesetzt und periodisch überprüft und angepasst.»		
M3 Information und Beratung (Fachstelle Ammoniak) (***uwe-LU 2020***: 12)	unbestimmt	150'000 jährlich
«Der Kanton Luzern schafft eine Fachstelle Ammoniak, die als Drehscheibe zwischen Vollzug, Beratung, Branche und Forschung agiert.»		
M4 Fütterung der Schweine mit eiweissreduziertem Futter (***uwe-LU 2020***: 13)	65 t	8.5 Mio.
«Nach Ablauf der freiwilligen Ressourceneffizienzbeiträge des Bundes (ab 2022) werden in der Schweinehaltung die Tiere entsprechend ihrer Wachstumsphase hinsichtlich Eiweiss optimiert gefüttert.»		
M5 Emissionsmindernde Gülleausbringung (***uwe-LU 2020***: 13)	347 t	61 Mio.
«Gülle und flüssige Vergärungsprodukte sind durch geeignete Verfahren wie die bandförmige Ausbringung oder das Schlitzdrillverfahren emissionsarm auszubringen. Im Weiteren soll der Verdünnungsgrad der Gülle erhöht werden.»		
M6 Ammoniakreduktion durch gesteigerten Weideanteil (***uwe-LU 2020***: 14)	72 t	-
«Für Milchkühe gilt ein steigender Weideanteil.»		
M7 Kommunikation: Politik und Gesellschaft (***uwe-LU 2020***: 14)	unbestimmt	40'000 jährlich
«Zwischen Politik, Verwaltung, Verbänden, Landwirten und Bevölkerung wird eine aktive politische Diskussion zu anstehenden Landwirtschafts- und Umweltthemen geführt.»		
M8 Anträge an den Bund zur Ammoniakreduktion (***uwe-LU 2020***: 15)	unbestimmt	40'000
«Zwischen der kantonalen Verwaltung (lawa/uwe) und den zuständigen Bundesstellen (BLW/BAFU) wird eine aktive fachliche Diskussion zum Thema Ammoniak geführt und es werden Vorschläge und Anträge zur schweizweiten Ammoniakreduktion formuliert.»		
M9 Erfolgskontrolle und Überprüfung des Teilplans Ammoniak (***uwe-LU 2020***: 16)	unbestimmt	100'000
«Im Jahr 2025 soll ein Bericht zum Umsetzungsstand erstellt werden.»		
Insgesamt	**> 984 t**	**> 100 Mio.**

Zwischen dem Bericht über die Nichterreichung der Reduktionsziele und dem Inkrafttreten des neuen Massnahmenplans – welcher nicht darauf abzielt, den Rückstand des Kantons bei der Erreichung der selbst gesetzten Ziele aufzuholen, sondern neue, weniger ehrgeizige Ziele vorsieht – vergingen fünfeinhalb Jahre.

Schliesslich wird im neuen Massnahmenplan ein Szenario mit einer Reduktion des Nutztierbestandes um 40 % in Kombination mit ehrgeizigen technischen Massnahmen (geschlossene Ställe für Milchkühe, Luftreinigung mit Luftwäschern) erwähnt. Dieses Szenario würde nach Berechnungen der HAFL Zollikofen zu einer Reduzierung der Ammoniakemissionen auf 2'500 Tonnen bis zum Jahr 2030 führen (48 % gegenüber Referenzjahr 2014). Dieses ambitioniertere Szenario wurde jedoch nicht berücksichtigt, da die Senkung des Viehbestands von einem Teil des Begleitkomitees nicht als aktive Massnahme infrage kam. Nach Schätzungen des Kantons wird der Nutztierbestand aufgrund von Markt- und Raumplanungsbedingungen sowie aufgrund der im **Massnahmenplan Luftreinhaltung – Teilplan Ammoniak 2020** vorgesehenen Massnahmen sowieso sinken.

2.3. Ressourcenprogramm

Von 2009 bis 2014 profitierte der Kanton Luzern von einem ***Ressourcenprogramm*** (gemäss ***Art. 77a und 77b LwG***). Das Ressourcenprojekt Stickstoff (***uwe-LU 2015***: 71 ff.) wurde vom Landwirtschaftsamt (lawa) ausgearbeitet[12]. Die effektiven Gesamtkosten des Programms für den Kanton und den Bund beliefen sich auf CHF 22'211'099 (***Ibid.***: 85).

Das Programm sah verschiedene Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung vor. Für drei der Massnahmen wurden Ziele festgelegt. Bei einer Massnahme wurde das Ziel fast erreicht, während bei zwei Massnahmen die Ziele nur teilweise erreicht wurden. Das gesamthafte Reduktionsziel wurde bei Weitem nicht erreicht.

Massnahmen (Zielerreichung in %): 60 % der landwirtschaftlichen Betriebe optimieren das Hofdüngermanagement (93 %); 60 % der im Kanton ausgebrachten Gülle wird mithilfe von Schleppschlauch oder Ähnlichem ausgebracht (72 %); die landwirtschaftlichen Betriebe im Kanton reduzieren ihre Nährstoffbilanz (71 %) (***uwe-LU 2015***: 75–83).

Ziel des Projekts war eine Reduktion der Ammoniakemissionen um 799 t NH_3-N/a (15 % der Emissionen gegenüber Referenzjahr 2007)[13]. Die tatsächliche Reduktion im Jahr 2014 betrug 238 t NH_3-N (4,5 % der Emissionen) (***uwe-LU 2015***: 82). **Das Programm hat sein Ziel somit deutlich verfehlt (30 % des Ziels).**

Seit 2021 und bis 2026 profitieren die Kantone der Zentralschweiz (Luzern, Nidwalden, Obwalden, Schwyz, Zug, Uri) von einem weiteren Ressourcenprojekt: **Ammoniak Geruch Zentralschweiz**[14]. Die Kosten des Projekts werden auf rund 5 Mio. CHF geschätzt, die zu 76 % vom Bund, zu 21 % von den Kantonen und Gemeinden und zu 3 % von den Landwirtschaftsbetrieben getragen werden (***Scherer 2021***).

Ziel des Projekts ist der Bau von zwölf Musterställen für Rindvieh sowie sechs Musterställen für Schweine, die als Testbetriebe für emissionsarmes und tierfreundliches Bauen dienen. Die Musterbetriebe sollen ihre Emissionen aus Stall, Laufhof und Weide um mindestens 40 % (Rindvieh sowie Schweine mit Ausläufen) resp. 70 % (Schweine ohne Ausläufe) reduzieren. Betriebe, welche alternative Betriebszweige mit weniger Tieren und mehr Wertschöpfung auf- oder ausbauen, sollen die Ammoniakemissionen um mindestens 40 % reduzieren. Die Geruchsimmissionen in vier Pilotgemeinden sollen so weit reduziert werden, dass sie nicht mehr übermässig sind. Schliesslich werden griffige Instrumente zur Entschärfung bestehender Geruchssituationen und Konflikte und zur Vermeidung neuer Konflikte entwickelt.

Bisher wurde **noch keine Zwischenbilanz** veröffentlicht, die eine Beurteilung des Fortschritts und der konkreten Auswirkungen des Projekts zulässt.

[12] Mit Unterstützung der landwirtschaftlichen Beratungszentrale Agridea und in Absprache mit dem Amt für Umwelt und Energie (uwe), dem Luzerner Bauernverband (LBV), dem Schweinezucht- und Schweineproduzentenverband Suisseporcs, der Fleischverarbeiterin Bell AG und den Berufsbildungszentren Natur und Ernährung (BBZN) Schüpfheim und Hohenrain (***uwe-LU 2015***: 73).

[13] Dieses Reduktionsziel von 15 % kann je nach Methode der Emissionsschätzung unterschiedlich interpretiert werden. Im Jahr 2007 schätzten die kantonalen Behörden die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft mit Hilfe des Modells DYNAMO 1 auf 4'980 t NH_3-N. Im Jahr 2014, am Ende des Programms, wurden die Emissionen von 2007 mit Hilfe des Modells AGRAMMON 4 auf 5'327 t NH_3-N neu geschätzt. Die als Ziel festgelegte Reduktion von 799 t NH_3-N entspricht den Werten des Modells AGRAMMON 4. Mit dem Modell DYNAMO v. 1.0 hätte die Reduzierung 747 t NH_3-N betragen müssen.

[14] Das Projekt wird von den Umwelt- und Landwirtschaftsämtern der betroffenen Kantone, der Gemeinde Hohenrain, dem Zentralschweizer Bauernbund ZBB und dem Luzerner Bäuerinnen- und Bauernverband (LBV) getragen.

3. Monitoring

3.1. Umsetzungsmonitoring

Der erste **Massnahmenplan Luftreinhaltung – Teilplan Ammoniak 2007** wurde 2015 ausgewertet[15]. Die Durchführung aller Massnahmen wurde im Detail geprüft. Da die Ammoniakemissionen auf Grund von Modellen berechnet und geschätzt werden, besteht eine gewisse methodische Unsicherheit, die sich im Fazit widerspiegelt (***uwe-LU 2015***: 26):

- *«Die Ammoniakemissionen konnten bis 2014 gegenüber dem Jahr 2000 im besten Fall gehalten oder minimal reduziert werden.*
- *Im schlechtesten Fall sind die Emissionen 2014 sogar höher als jene im Jahr 2000.*
- *Eine Reduktion der Ammoniak-Emissionen von 20 % im Vergleich zum Jahr 2000 bis im Jahr 2020 ist mit der bisherigen Vorgehensweise nicht zu belegen.»*

In diesem Sinne müssen ***«die Tierhaltung und die Verwertung des anfallenden Hofdüngers [...] heute als nicht umweltverträglich oder nachhaltig bezeichnet werden»*** (***uwe-LU 2015***: 12).

Daraufhin erstellte der Kanton Luzern den zweiten **Massnahmenplan Luftreinhaltung – Teilplan Ammoniak 2020** mit schwächeren Zielen. Die Massnahme M9 *«Erfolgskontrolle und Überprüfung des Teilplans Ammoniak»* (***uwe-LU 2020***: 16) sieht einen Zwischenbericht über den Stand der Umsetzung bis 2025 vor. In diesem Bericht soll geprüft werden, ob die tatsächliche Wirkung der Massnahmen mit der erwarteten Wirkung übereinstimmt und ob die Massnahmen angepasst werden müssen.

3.2. Entwicklung der Immissionen (Stand: 2020)

Die ***ZUDK*** (Konferenz der Zentralschweizer Umweltdirektionen) misst die Ammoniakimmissionen mit Hilfe von Passivsammlern (***Wey & Ruckstuhl 2020***: 2). Das Messnetz ***in-luft.ch***, das unter anderem als Grundlage für die Überwachung der Massnahmenpläne «Ammoniak» der Kantone Luzern und Zug dient, misst seit 2000 die Luftbelastung. Im Kanton Luzern befinden sich 20 aktive Messpunkte in sechs Messgebieten (***Ibid.***: 9).

«Die Messgebiete im Kanton Luzern mit Messungen seit 2007 zeigen alle eine Zunahme der Ammoniakkonzentration mit statistisch signifikanten Veränderungen in [verschiedenen] Messgebieten» (***Wey & Ruckstuhl 2020***: 2). Die Ammoniakkonzentrationen überschreiten den für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) festgelegten kritischen Wert (*Critical Level*) von 3 µg/m³ im langjährigen Mittel (2010–2020) in 13 der 17 Messgebiete des Zentralschweizer Messnetzes teilweise sehr deutlich[16]. So betrug der Median der Messpunkte im Kanton Luzern im Jahr 2018 **8 µg/m³ – dies entspricht der höchsten Ammoniakbelastung aller Schweizer Kantone**. (***uwe-LU 2020***: 8). Zurzeit befinden sich keine Messstationen von ***in-luft.ch*** in der Nähe von sehr empfindlichen Ökosystemen (Moose und Flechten)[17], die Situation in besonders empfindlichen Gebieten kann also nicht beurteilt werden.

Ausgewählte Standorte zeigen, dass die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) für Stickstoffeinträge (darunter Ammoniak) in der Zentralschweiz deutlich überschritten werden (***Wey & Ruckstuhl 2020***: 2).

Schliesslich wurde die Entwicklung der Anzahl Tiere in einem Umkreis von 2 km um jeden Luzerner Messpunkt vom Amt für Umwelt und Energie (uwe) des Kantons ermittelt. Die Zahlen zeigen, dass die Grossvieheinheiten (GVE) in den letzten Jahren stabil geblieben sind oder zugenommen haben. Einerseits bedeutet dies, dass die vom Kanton ergriffenen Massnahmen zur Ammoniakreduktion nicht zu einer allgemeinen Reduktion der Nutztierbestände geführt haben. Andererseits bedeutet dies auch, dass die Menge der auf Betriebsebene produzierten und ausgebrachten Nährstoffe gleich bleibt oder sogar ansteigt, was dem Ziel der Ammoniakreduktion zuwiderläuft (***Wey & Ruckstuhl 2020***: 31).

[15] Gemäss Massnahme M8 «*Erfolgskontrolle und Überprüfung des Teilplans Ammoniak*" (***uwe-LU 2007***: 32).
[16] Die Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) hat den kritischen Wert für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) auf 3 µg/m³ mit einer Unsicherheitsspanne von 2 bis 4 µg/m³ festgelegt.
[17] Für die der kritische Wert von der UNECE auf 1 µg/m³ festgelegt wurde.

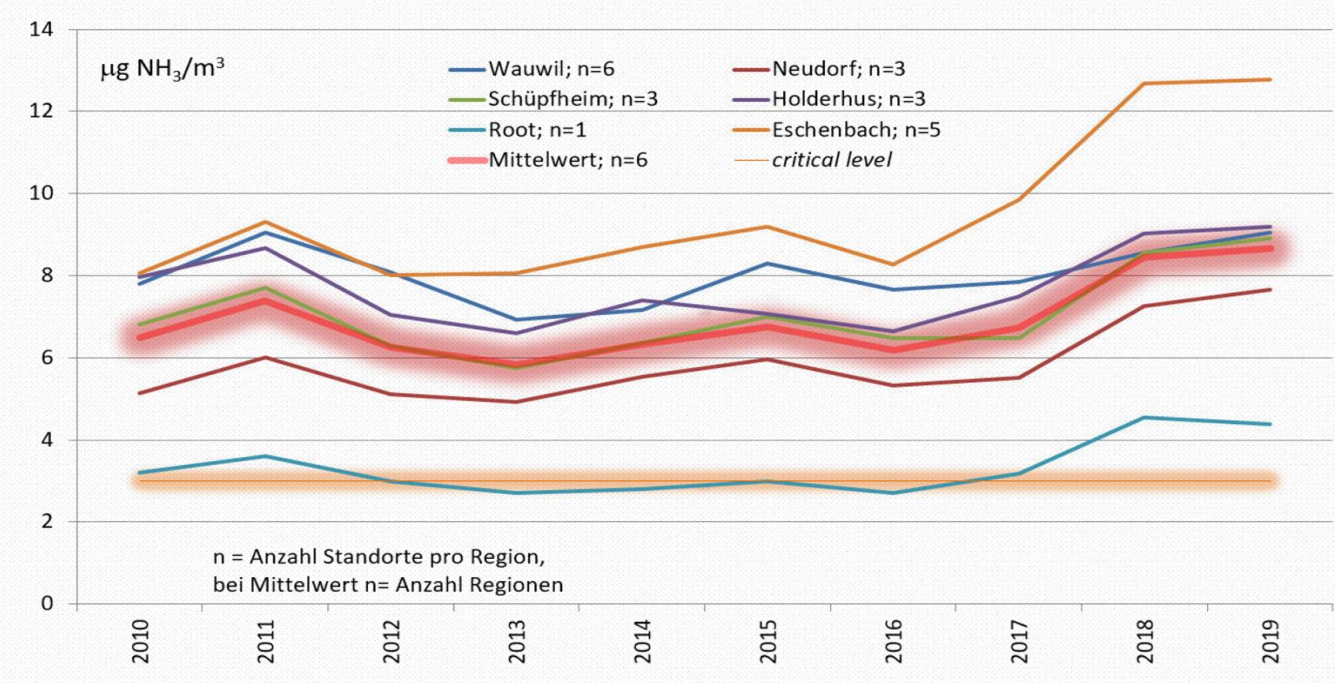


*Abbildung 5: Entwicklung der Jahresmittelwerte von Ammoniak [µg/m³] – Kanton Luzern. Die durchgezogene orange Linie markiert den kritischen Grenzwert für höhere Pflanzen (3 µg/m³), der kritische Wert für Moose und Flechten ist nicht abgebildet (1 µg/m³) (**uwe-LU 2020**: 7).*

3.3. Entwicklung der Emissionen

Anlässlich des **Massnahmenplan Luftreinhaltung – Teilplan Ammoniak 2007** (siehe *oben* 2.2), der Zwischenbilanz **Erfolgskontrolle und Überprüfung**, die 2016 veröffentlicht wurde (siehe *oben* 3.1), sowie des **Massnahmenplan Luftreinhaltung – Teilplan Ammoniak 2020** (siehe *oben* 2.2) führte der Kanton Luzern eine Schätzung seiner Emissionen durch (mithilfe der Programme DYNAMO 1 (2000), ***AGRAMMON 4*** (2007 und 2014) und ***AGRAMMON 5*** (2014)).

Jahr	t NH_3-N (aus der Landwirtschaft)	Ziele (%)	Methode
2000	5'190	*n.a.*	DYNAMO 1
2007	5'327	*n.a.*	AGRAMMON 4
2014	5'076	*n.a.*	AGRAMMON 4
2014	4'796	*n.a.*	AGRAMMON 5
2030	3'812	-20 % ggb. 2014	*n.a.*
→ UZL	**1'500**	**-69 % ggb 2014**	

4. Politik

4.1. Vorstösse (seit 1999)

Das Suchsystem für parlamentarische Vorstösse wurde im Juni 2015 geändert. Es ist möglich, dass Vorstösse, die vor diesem Datum eingereicht wurden, hier deshalb fehlen.

16.03.2021 | P 554 | Urs Brücker (GLP) | Technischen Möglichkeiten zur Reduktion des Treibhausgasausstosses durch die Nutztierhaltung

07.09.2020 | A 371 | Simon Howald (GLP) | Lösungsansätze, Termine, Kosten und Wirkung des kantonalen Phosphorprojekts der Mittellandseen des Kantons Luzern (Phasen I, II, II plus und III)

07.09.2020 | A368 | Judith Schmutz (GRÜNE) | Aufsichtsbeschwerde der Umweltverbände gegen das Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement

07.09.2020 | A 360 | Sara Muff (SP) | Gesundheitliche Auswirkungen der Ammoniak-Immissionen

21.10.2019 | A 121 | Roger Zurbriggen (CVP) | Verantwortung des Kantons für die Sanierungen der Seen

10.09.2018 | A 597 | Hannes Koch (GRÜNE) | Hohe Phosphorbelastung der Luzerner Mitellandseen

29.01.2018 | A 495 | Barbara Lang (SVP) | Die in den 90er-Jahren stillgelegten Schweinescheunen

11.09.2017 | A 409 | Hasan Candan (SP) | Zukunft der Luzerner Landwirtschaft

27.03.2017 | P 315 | Monique Frey (GRÜNE) | Massnahmen gegen die Versauerung des Waldbodens

26.01.2015 | A 626 | Peter Fässler (SP) | Zustand der Böden im Kanton Luzern in Bezug auf die Ammoniakbelastung

17.02.2003 | A 856 | Adrian Borgula (GRÜNE) | Ammoniakreduktion im Kanton Luzern

Antwort

05.03.2002 | A 599 | Adrian Borgula (GRÜNE) | Massnahmen gegen die Nährstoffbelastung an den Mittellandseen

Antwort

5. Schlussfolgerungen

> Luzern sollte dringend einen **ambitionierten Absenkpfad** erarbeiten, der sicherstellt, dass die relevanten Grenzwerte (*Critical Loads & Levels)* künftig eingehalten werden können. Der Kanton sollte zudem festlegen, wie (mit welchen technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Massnahmen) und bis wann diese Werte erreicht werden sollen.

> Der Kanton sollte **regelmässig, öffentlich und transparent** über die ergriffenen Massnahmen und die Reduktion der Ammoniakemissionen **berichten**. Dazu sollte er regelmässig Zwischenevaluationen erstellen und publizieren und die Massnahmen darauf basierend auch anpassen.

> Zudem sollte der Kanton **den aktuellen Stand (2022) der Emissionen schätzen** (letzte Schätzung 2015), um abschätzen zu können, wieviel Reduktion vonnöten ist, damit die *Critical Loads & Levels* eingehalten werden können.

II. KANTON ZÜRICH (ZH)

Zusammenfassung

> Die Ammoniak-Immissionsmessungen zeigen, dass **die Grenzwerte (*Critical Levels & Loads*)** für sensible Ökosysteme teils **überschritten** werden;

> Die Entwicklung der Immissionen zeigt **keine einheitliche Tendenz**;

> Die Ammoniakemissionen wiederum sind im Gegensatz zum nationalen Trend sogar leicht gestiegen;

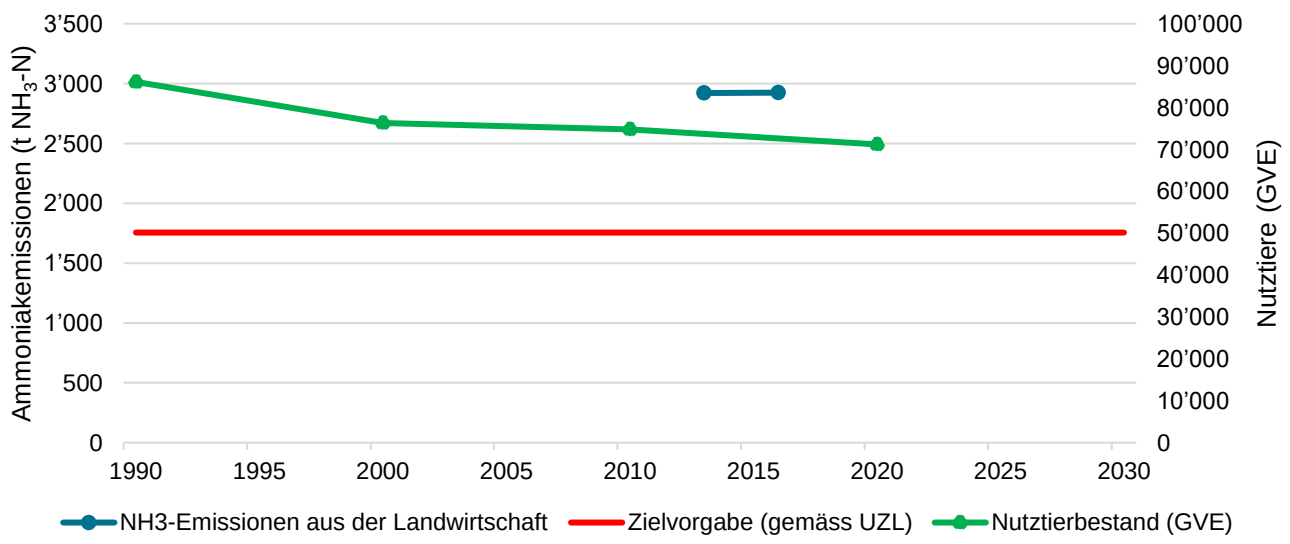
> Die **Ammoniakemissionen** (Stand: 2016) müssen noch um **ca. 40 % (1'169 t NH_3-N/a) reduziert werden**, damit der Kantonsbeitrag zur Einhaltung der *Critical Loads* (Umweltziele Landwirtschaft) auf nationaler Ebene geleistet wird;

> Der Kanton hat sich zum **Ziel** gesetzt, die Ammoniakemissionen **auf ca. 1'755 t NH_3-N/a** (für die ganze Landwirtschaft) zu beschränken**, ohne jedoch eine Frist für die Erreichung dieses Ziels festzulegen**.

> Sowohl das Reduktionspotenzial des Massnahmenplans Luftreinhaltung 2016-2020 (-58 t NH_3-N/a) als auch die Ziele des Ressourcenprojekts 2013-2017 (-333 t NH_3-N/a) sind ***im Vergleich zum Handlungsbedarf*** (-1'169 t NH_3-N/a ggb. 2016) ***viel zu tief angesetzt worden***. Selbst diese tiefen Ziele wurden nicht erreicht (siehe 2.3.) bzw. bis jetzt nicht überprüft (siehe 3.1.).

Wert	IST		SOLL
Ammoniakemissionen	**2013**	**2016**	**Zielvorgabe gemäss UZL**
– aus der Landwirtschaft (t NH_3/a)	3'562	3'566	ca. 2'140
– aus der Landwirtschaft (t NH_3-N/a)	2'921	2'924	ca. 1'755
– pro ha LN (kg NH_3-N/ha)	40	40	ca. 24
Nutztiere	**2000**	**2020**	
Kantonaler Nutztierbestand (GVE)	76'289	71'198	
– Entwicklung 2000–2020 (%)	-6.7 %		

Ammoniak und Landwirtschaft im Kanton Zürich



1. Kantonaler Rechtsrahmen

> ***713.11 Verordnung zum Massnahmenplan Luftreinhaltung***: legt die gesetzlichen Grundlagen für den kantonalen Massnahmenplan zur Luftreinhaltung fest.

2. Instrumente

2.1. Reduktionsziele

In der Teilrevision ***2016*** seines ***Massnahmenplans Luftreinhaltung*** hat sich der Kanton Zürich das Ziel gesetzt, die Ammoniakemissionen (über alle Bereiche hindurch) gegenüber dem Referenzjahr 2005 um 40 % zu reduzieren[18]. **Die Zürcher Emissionen *aus der Landwirtschaft* dürfen langfristig nicht mehr als ca. 2'140 t NH_3/a betragen** (1'755 t NH_3-N/a)[19]. **Dieses Ziel ist jedoch nicht mit einer Umsetzungsfrist versehen**.

2.2. Massnahmenplan

Der Kanton Zürich verabschiedete im Jahr 2009 einen *Massnahmenplan Luftreinhaltung 2008* (gemäss ***Art. 44a USG*** und ***Art. 31–34 LRV***). Er sah mit der Massnahme LW1 «Entwicklung eines Ressourcenprojektes Ammoniak» die Einführung eines durch das BLW unterstützten ***Ressourcenprogramms*** vor (***Art. 77a und 77b LwG***, siehe unten 3.1).

Das Ressourcenprogramm wurde von 2013 bis 2017 durchgeführt (Ziel zu 41 % erreicht) und im Anschluss wurden mit der **Teilrevision 2016** des *Massnahmenplans Luftreinhaltung* vier neue Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft eingeführt.

Dieser Plan enthält ein Ziel für die Reduktion der Ammoniakemissionen, das jedoch nicht mit einer Umsetzungsfrist versehen ist (siehe oben 2.1). Das Reduktionspotenzial der Massnahmen wurde quantifiziert: Ab 2016 sollte die Umsetzung der Massnahmen zu einer Emissionsreduktion von 22,7 t NH_3 (18,6 t NH_3-N) führen (was eine Emissionsreduktion um 0,7 % gegenüber 2005 bedeutet und 1,7 % der anvisierten Reduktion entspricht), 2020 sollte die Reduktion 71,2 t NH_3 (58 t NH_3-N) betragen (was eine Emissionsreduktion um 2,2 % gegenüber 2005 bedeutet und 5,5 % der anvisierten Reduktion entspricht).

Die Kosten des Massnahmenplans wurden nicht über die gesamte Umsetzung bewertet. Die Kosten der Massnahmen wurden jedoch für das Jahr 2016 (CHF 170'800) und 2020 (CHF 519'300) geschätzt. Aus finanzpolitischer Sicht ermöglicht dies dem Kanton einen Vergleich der Kosteneffizienz (CHF/reduzierte t NH_3) der geplanten Massnahmen (siehe Tabelle unten).

Geltende Massnahmen (2016):

Massnahme / Inhalt	Reduktion (NH_3) 2020	Kosten (CHF) 2020	CHF/t NH_3 (2020)
LWn1 Öffentliche Landwirtschaftsbetriebe (***AWEL-ZH 2016***: 35)	0,6 t	2'100	3'400
«a) Landwirtschaftliche Betriebe, die durch den Kanton betrieben werden oder im Leistungsauftrag des Kantons arbeiten, verwenden bei der Ausbringung von Gülle auf einem möglichst grossen Anteil der Flächen eine emissionsmindernde Ausbringtechnik, wie Schleppschlauch, Schleppschuh, Schlitzdrill oder Gülleinjektion. *b) Die Baudirektion (das Immobilienamt und das Amt für Landschaft und Natur) wird beauftragt, bei der Erneuerung von Pachtverträgen sowie bei der Neuverpachtung von landwirtschaftlichen Nutzflächen einzelfallweise einen auf die lokalen Gegebenheiten abgestimmten, möglichst hohen Anteil der vom Kanton verpachteten Fläche festzulegen, auf welcher die Gülle mit emissionsmindernder Ausbringtechnik ausgebracht werden muss.* *c) Den Gemeinden wird empfohlen, die Massnahmen a) und b) in gleicher Weise umzusetzen.»*			
LWn2 Emissionsreduktion bei Stallbauten (***AWEL-ZH 2016***: 37)	33,6 t	450'000	13'400

[18] Gemäss Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes (***Bundesrat 2009***).
[19] Zum Unterschied zwischen den Emissionen ausgedrückt als Ammoniak (NH_3) und ausgedrückt als Ammoniak-Stickstoff (NH_3-N), siehe oben Fussnote 2 oder unten 3.3.

«a) Neue Tierhaltungsanlagen für Schweine und Geflügel sind so zu betreiben, dass die Ammoniak-Emissionen aus geschlossenen Ställen mit kontrollierter Lüftung 650 kg/Jahr nicht überschreiten. *b) Bestehende Tierhaltungsanlagen für Schweine und Geflügel sind so zu betreiben, dass die Ammoniak-Emissionen aus geschlossenen Ställen mit kontrollierter Lüftung 1300 kg/Jahr nicht überschreiten.* *c) Bestehende Tierhaltungsanlagen, welche diese Anforderungen nicht erfüllen, sind innert vier Jahren zu sanieren.»*			
LWn3 Überprüfung des Stickstoffausnutzungsgrades in der Suisse-Bilanz (***AWEL-ZH 2016***: 39)	23,7 t	-	-
«Die Baudirektion wird beauftragt, dem Bund folgenden Antrag zu stellen: Bei der Berechnung der Stickstoffeffizienz im Rahmen des ökologischen Leistungsnachweises sei der Basiswert für den Stickstoffausnutzungsgrad in der Nährstoffbilanz zu überprüfen und an die heutigen Gegebenheiten anzupassen.»			
LWn4 Massnahmen bei Landwirtschaftsbetrieben in der Nähe von Naturschutzgebieten (***AWEL-ZH 2016***: 41)	13,3 t	67'200	5'100
«Die Baudirektion (das Amt für Landschaft und Natur) wird beauftragt, unter Einbezug der betroffenen Kreise Möglichkeiten zur Verminderung der Ammoniak-Emissionen von Landwirtschaftsbetrieben im nahen Umfeld von Naturschutzgebieten zu prüfen.»			
Gesamtes Reduktionspotenzial (2020)	**71,2 t NH_3** ***(= 58 t NH_3-N)***	**519'300**	**-**

Der Kanton Zürich erarbeitet derzeit einen neuen Massnahmenplan, der 2023 veröffentlicht werden soll.

2.3. Ressourcenprogramm

Von 2013 bis 2017 profitierte der Kanton Zürich für die Umsetzung der Massnahme LW1 des Massnahmenplans Luftreinhaltung 2008 (siehe *oben* 2.2) von einem ***Ressourcenprogramm*** (gemäss ***Art. 77a und 77b LwG***). Das **Ressourcenprojekt Ammoniak Kanton Zürich** wurde vom Amt für Landschaft und Natur (ALN) mit der Unterstützung von Agrofutura entwickelt. Die effektiven Gesamtkosten des Programms für Bund und Kanton beliefen sich auf CHF 17'281'293.
Das Programm sah verschiedene Massnahmen zur Verringerung der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung vor. Für jede Massnahme wurde ein Ziel festgelegt. Nur eine Massnahme wurde vollständig umgesetzt, während bei den anderen Massnahmen die Ziele nicht erreicht wurden.
Massnahmen (Zielerreichung %): M1 Hofgüllemanagement (98 %); M2 Schleppschlaucheinsatz (74 %); M3 Abdeckung von Güllegruben (33 %); M4 Einzelbetriebliche Massnahmen (17–25 %) (***Jenni, Uebersax & Keller 2019***: 15).
Ziel des Projekts war es, die Reduktion der Ammoniakemissionen aus der Nutztierhaltung um 333 t NH_3-N/a (17 % der Emissionen aus der Tierhaltung, bezogen auf das Basisjahr 2009) zu reduzieren. Die effektive Reduktion im Jahr 2017 belief sich auf 147 t NH_3-N (7 % der Emissionen aus der Tierhaltung) (***Jenni, Uebersax & Keller 2019***: 19). **Das Programm hat sein Ziel folglich nicht erreicht (41 % des Ziels)**.

3. Monitoring

3.1. Umsetzungsmonitoring

Seit dem Inkrafttreten der **Teilrevision 2016** des *Massnahmenplans Luftreinhaltung* wurde keine Zwischenbilanz durchgeführt.

3.2. Entwicklung der Immissionen (Stand: 2020)

Die Ostschweizer Kantone (darunter der Kanton Zürich) und das Fürstentum Liechtenstein messen die Ammoniakimmissionen seit 2000 mit Passivsammlern (***OSTLUFT 2021a***: 2). Im Kanton Zürich sind zudem acht aktive Messpunkte eingerichtet (***Ibid.***: 3-4).

«Die Belastung der Luft mit Ammoniak (NH_3) [in der Ostschweiz] bewegt sich seit 20 Jahren auf hohem Niveau ohne einheitliche Tendenz» ***(OSTLUFT 2021b).*** An den meisten Messstandorten des Ostschweizer Messnetzes liegt der Jahresmittelwert von Ammoniak in der Nähe oder über dem kritischen Wert *(Critical Level)* von 3 µg/m³, der für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder)[20] gilt. Er liegt deutlich über dem kritischen Wert *(Critical Level)* von 1 µg/m³, der für Moose und Flechten festgelegt wurde. In Gebieten mit hoher Viehdichte liegen die Werte deutlich über den Werten aus den Gebieten mit höherem Anteil an Acker- und Gemüsebau (***Ibid.***). *«Seit Messbeginn von 2001 wird [...] der Critical Load[21] für Wald andauernd überschritten, ohne eine klare Verbesserungstendenz»* ***(OSTLUFT 2020).*** Die Zürcher Messstellen zeigen zwar im Schnitt deutlich tiefere Werte als die Thurgauer Messstellen, aber auch im Kanton Zürich weisen zwei von acht Messstellen Überschreitungen der *Critical Levels* für höhere Pflanzen auf und alle Messstellen Überschreitungen der *Critical Levels* für Moose und Flechten.

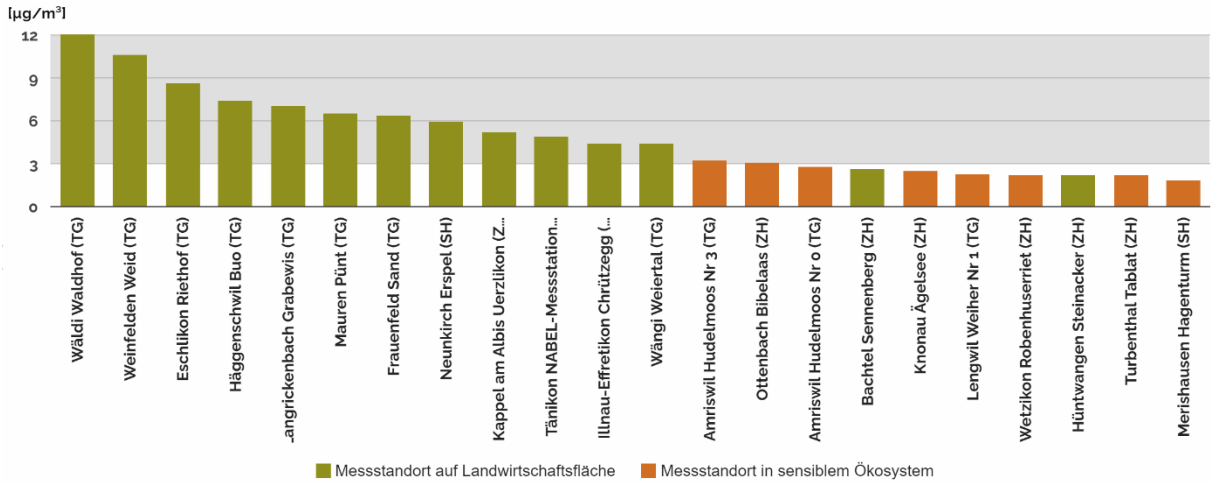


*Abbildung 6. Vergleich der Jahresmittelwerte von Ammoniak [µg/m³] – Kantone Zürich, Schaffhausen und Thurgau. Der graue Teil liegt über dem kritischen Wert für höhere Pflanzen (3 µg/m³). Alle Werte liegen über dem kritischen Wert für Moose und Flechten (1 µg/m³). Grün sind Messpunkte in landwirtschaftlichen Gebieten; orange sind Messpunkte in empfindlichen Ökosystemen (**OSTLUFT 2020**). Die Abbildung wurde aus dem OSTLUFT-Jahresbericht 2019 übernommen, weswegen einige Beschriftungen nicht vollständig lesbar sind. Die Standorte «Kappel am Albis Uerzlikon» und «Illnau-Effretikon Chrützegg» liegen im Kanton Zürich.*

3.3. Entwicklung der Emissionen

Der Kanton Zürich führt ein Emissionskataster für Luftschadstoffe. Die Emissionen wurden für die Jahre 2005, 2010 und 2015 berechnet (***AWEL-ZH 2015***). Im Jahr 2021 wurde vom Kanton ein neues Kataster der Luftschadstoffemissionen auf der Grundlage aktualisierter Schätzungen veröffentlicht (***AWEL-ZH 2021***). Zusätzlich wurden im Rahmen des **Massnahmenplans Luftreinhaltung Teilrevision 2016** die Emissionen für die Jahre 2013, 2016 und 2020 berechnet.
In diesen drei Dokumenten wurden die Emissionen in Ammoniak (NH_3) und nicht Ammoniak-Stickstoff (NH_3-N) geschätzt, wie es in den meisten anderen Kantonen der Fall ist. Um eine Zahl in Ammoniak-Stickstoff (NH_3-N) anzugeben, muss eine Umrechnung vorgenommen werden: Ein Molekül Ammoniak-Stickstoff (NH_3-N) entspricht etwa 0,82 Molekülen Ammoniak (NH_3).

Jahr	t NH_3 (Landwirtschaft)	Umrechnung t NH_3-N	Quelle

[20] Die Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) hat den kritischen Wert für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) auf 3 µg/m³ mit einer Unsicherheitsspanne von 2 bis 4 µg/m³ festgelegt.
[21] Die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) beschreiben den höchsten Stickstoffeintrag, der noch tolerierbar ist, ohne die Ökosysteme schädlich zu verändern.

2005	3'256	2'670	Kataster (*AWEL-ZH 2015*)
2010	3'339	2'738	Kataster (*AWEL-ZH 2015*)
2013	3'562	2'921	MAPLA (*AWEL-ZH 2016*)
2015	3'215	2'636	Kataster (*AWEL-ZH 2015*)
	2'939	2'410	Kataster neu (*AWEL-ZH 2021*)
2016	3'566	2'924	MAPLA (*AWEL-ZH 2016*)
2020	2'923	2'397	Kataster neu (*AWEL-ZH 2021*)
→ Ziel	**2'140 (ca. -40 % ggb. 2005)**	**1'755**	**MAPLA (AWEL 2016)**

Im Gegensatz zu den anderen Kantonen – die ihre Emissionen auf der Grundlage des Agrammon-Modells berechnen (siehe oben Einleitung) – hat der Kanton Zürich seine Emissionen auf der Grundlage der Prinzipien des ***Emissionsinformationssystems der Schweiz (EMIS)*** berechnet.

Dass der Kanton Zürich anders vorgeht als die anderen Schweizer Kantone, **ist der Transparenz nicht zuträglich**. Aufgrund der unterschiedlichen Methoden fehlt die Vergleichbarkeit mit anderen Kantonen. Zudem ist schwer nachvollziehbar, warum sich die so geschätzten Ammoniakemissionen je nach Erscheinungsjahr des Katasters für dieselben Jahre teilweise um mehr als 8 % unterscheiden, ohne dass die Reduktionsziele angepasst wurden (vgl. für das Jahr 2015 in der obigen Tabelle).

Daraus kann also nicht geschlossen werden, dass die Emissionen tatsächlich reduziert wurden: Es sind die Schätzungen, auf deren Grundlage die Berechnung durchgeführt wird, die angepasst wurden. Das Beispiel Zürich zeigt deutlich, dass die Schätzung von Ammoniakemissionen keine exakte Wissenschaft ist. Es muss noch anhand von Immissionsmessreihen nachgewiesen werden, **dass mögliche Emissionsreduktionen nicht nur auf dem Papier erfolgen**, sondern real sind und dass die *Critical Loads & Levels* in den betroffenen Ökosystemen tatsächlich unterschritten werden.

4. Politik

4.1. Vorstösse (seit 2000)

12.07.2021 | Anfrage 288/2021 | Melissa Näf (GLP), Sonja Gehrig (GLP), Stefanie Huber (GLP) | Reichen die aktuellen Massnahmen für eine akzeptable Luftqualität?

02.12.2019 | Postulat 381/2019 | Andreas Hasler (GLP), Jonas Erni (SP), Edith Häusler (Grüne), Beat Monhart (EVP), Manuel Sahli (AL) | Überhöhte Stickstoffeinträge reduzieren.

14.01.2019 | Postulat 7/2019 | Edith Häusler (Grüne), Robert Brunner (Grüne) | Umweltbericht: Reduktion der Ammoniakemissionen

27.10.2014 | Interpellation 274/2014 | Andreas Hasler (GLP), Jonas Erni (SP), Edith Häusler (Grüne) | Umweltziele Landwirtschaft und natürliche Lebensgrundlagen

29.11.2010 | Anfrage 355/2010 | Françoise Okopnik (Grüne), Max Robert Homberger (Grüne), Claudia Hübscher Lilith (Grüne) | Muss Gülle zum Himmel stinken?

5. Schlussfolgerungen

> Der Kanton sollte das im aktuellen ***Massnahmenplan Luftreinhaltung*** gesetzte Ziel **mit einer Umsetzungsfrist versehen** (Ziel: -40 % Emissionen ggb. 2005, um die Einhaltung der *Critical Loads & Levels* zu ermöglichen).

> Zürich sollte dringend einen **ambitionierten Absenkpfad** erarbeiten, der sicherstellt, dass die relevanten Grenzwerte (*Critical Loads & Levels)* künftig eingehalten werden können. Der Kanton sollte zudem festlegen, wie (mit welchen technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Massnahmen) und bis wann die darin gesetzten Zielwerte erreicht werden sollen.

> Der Kanton sollte **regelmässig, öffentlich und transparent** über die ergriffenen Massnahmen und die Reduktion der Ammoniakemissionen **berichten**. Dazu sollte er regelmässig Zwischenevaluationen erstellen und publizieren und die Massnahmen darauf basierend anpassen.

> Zudem sollte der Kanton **den aktuellen Stand (2022) der Emissionen auf der Grundlage des Agrammon-Modells schätzen**, um abschätzen zu können, wie viel Reduktion vonnöten ist, damit die *Critical Loads & Levels* eingehalten werden können.

III. KANTON BERN (BE)

Zusammenfassung

> Die Ammoniak-Immissionsmessungen zeigen, dass die **Grenzwerte (*Critical Levels & Loads*)** für sensible Ökosysteme teils **überschritten** werden;

> die Entwicklung der Immissionen zeigt **einen nicht signifikanten Abwärtstrend**;

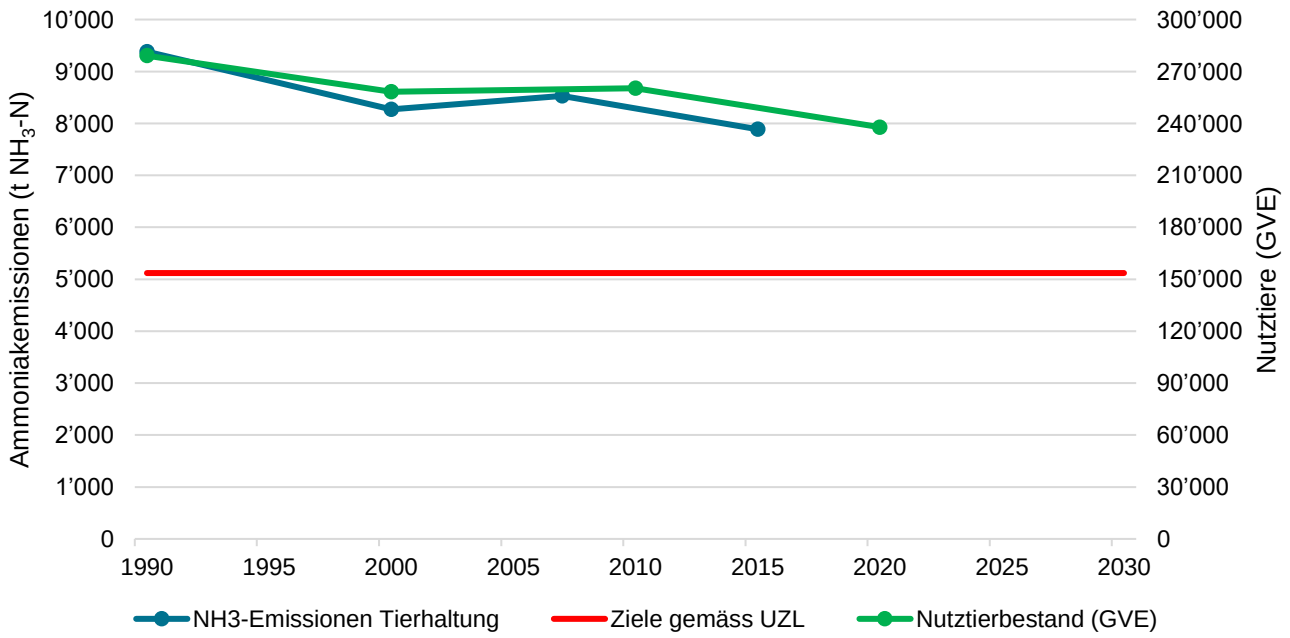
> die **Ammoniakemissionen** nahmen seit 2000 nur unbedeutend ab (Stand: 2015) und müssen noch um **ca. 35 % (2'796 t NH_3-N/a) reduziert werden**, damit der Kantonsbeitrag zur Einhaltung der *Critical Loads* (Umweltziele Landwirtschaft) auf nationaler Ebene geleistet wird;

> im aktuellen Massnahmenplan wurden **keine Ziele zur Reduktion der Ammoniakemissionen** festgelegt; die Überprüfung der Massnahmen wurde von 2021 auf 2022 verschoben;

> anders als bei den Immissionen, die unverändert blieben, geht der Kanton bei den Emissionen zwischen 2007 und 2015 von einer (schwachen) Reduktion aus. Diese widerspiegelt ungefähr die Reduktion des Nutztierbestandes.

Wert	IST				ZIEL
Ammoniakemissionen	**1990**	**2000**	**2007**	**2015**	**Zielvorgabe gemäss UZL**
– aus der Tierhaltung (t NH_3-N/a)	9'381	8'270	8'531	7'888	5'119[22]
– pro ha LN (kg NH_3-N/ha)	48	43	45	41	27
Nutztiere	**2000**	**2020**			
Kantonaler Nutztierbestand (GVE)	258'204	237'849			
– Entwicklung 2000–2020 (%)	-7.9 %				

Ammoniak und Tierhaltung im Kanton Bern



[22] Eigene Berechnung, basierend auf dem *Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes* (***Bundesrat 2009***: 12), den Umweltzielen Landwirtschaft (UZL) (***BAFU & BLW 2016***: 55–59) und den aktuelleren Schlussfolgerungen der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) (***EKL 2020***: 16), wonach die Ammoniakemissionen um ca. 40 % reduziert werden müssen, damit die *Critical Loads* für Stickstoff nicht mehr überschritten werden.

1. Kantonaler Rechtsrahmen

> ***BSG 821.1 Kantonale Gewässerschutzverordnung (KGV)***: Art. 18 legt die maximale Belastung mit Nährstoffen durch Dünger nach Regionen fest; Art. 19 legt die Regeln für die Hofdüngerlagerung fest;

> ***BSG 823.1 Gesetz zur Reinhaltung der Luft (Lufthygienegesetz, LHG)***: Art. 3 thematisiert die Gülleausbringung in Verbindung mit der damit verbundenen Geruchsbildung;

> ***BSG 910.1 Kantonales Landwirtschaftsgesetz (KLwG)***: Artikel 19 legt die Zuständigkeiten des Kantons in den Bereichen Gewässerschutz und Luftreinhaltung fest; in Absatz 2 wird festgelegt, dass der Kanton Massnahmen zur umweltgerechten Lagerung und Verwendung von Hofdünger fördern kann.

2. Instrumente

2.1. Reduktionsziele

Der Kanton Bern hat keine Reduktionsziele für Ammoniakemissionen quantifiziert.

Grundsätzlich ist die Reduktion der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft durchaus ein Ziel des Kantons Bern, wie dieser im **Massnahmenplans zur Luftreinhaltung 2015 / 2030** (siehe unten 2.2) festgehalten hat[23].

Mit Blick auf die Reduktionsziele anderer Kantone (z. B. ZG: -50 % der Emissionen aus der Tierhaltung gegenüber 2000; ZH: -40 % der Gesamtemissionen gegenüber 2005) und auf die Zielsetzung des Bundes[24] können auch Annahmen für Bern getroffen werden. Demnach wäre im Kanton Bern eine Reduktion der Ammoniakemissionen um mindestens 40 % gegenüber dem Referenzjahr 2005 nötig, damit die *Critical Loads*[25] für Stickstoff nicht mehr überschritten werden.

Nun liegen zwar für das Referenzjahr 2005 im Kanton Bern keine Schätzungen zu den Ammoniakemissionen vor, doch im Jahr 2007 hat der Kanton die Emissionen im Rahmen des Berichtes «Ammoniak im Kanton Bern» (Künzle & Rihm 2011) geschätzt. Da die Zahl der Nutztiere zwischen 2005 und 2007 gestiegen ist, ist es unwahrscheinlich, dass die Emissionen aus der Tierhaltung in diesen Jahren gesunken sind.

Geht man davon aus, dass die Ammoniakemissionen aus dem Jahr 2007 um 40 % reduziert werden müssen, um die *Critical Loads* für Stickstoff einzuhalten, liegt die neue Höchstgrenze für Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft dementsprechend bei ca. **5'119 t NH_3-N/a (ca. 27 kg/ha).**

2.2. Massnahmenplan

Im Jahr 2000 verabschiedete der Kanton Bern einen ***Massnahmenplan zur Luftreinhaltung 2000 / 2015***, in dem er die Ammoniakproblematik anerkennt, ohne jedoch spezifische Massnahmen zu formulieren. Es ging vor allem darum, die Anstrengungen auf Kantons- und Bundesebene aufrechtzuerhalten und gleichzeitig die interkantonale Zusammenarbeit zu verbessern (***beco 2005***: 97).
Im Jahr 2015 verabschiedete der Kanton Bern einen ***Massnahmenplan zur Luftreinhaltung 2015 / 2030*** (gemäss ***Art. 44a USG*** und ***Art. 31-34 LRV***). Dieser Plan hält das Bestreben des Kantons fest, auf eine «weitere Reduktion der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft» hinzuwirken (***beco 2015***: 19)[26].

Jedoch ist nur eine konkrete Massnahme vorgesehen, deren Potenzial zur Reduktion der Ammoniakemissionen nicht quantifiziert wird:

> ***«Die Massnahmen der Vollzugshilfe*** ‹Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft› ***werden bei landwirtschaftlichen Bau-, Umbau- und Erweiterungsvorhaben im Einzelfall angeordnet. Dabei wird den Vorschriften zum Tierwohl Rechnung getragen»*** (***beco 2015***: 44).

[23] Dieser bezieht sich auf die ***Luftreinhaltestrategie des Bundes*** aus dem Jahr 2009.
[24] Luftreinhaltestrategie des Bundes (***Bundesrat 2009***: 5952), Umweltziele Landwirtschaft (UZL) (***BAFU & BLW 2016***: 55–59) Schlussfolgerungen der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) (***EKL 2020***: 16).
[25] Die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) beschreiben den höchsten Stickstoffeintrag, der noch tolerierbar ist, ohne die Ökosysteme schädlich zu verändern.
[26] Der Plan stützt sich dabei auf die ***Luftreinhaltestrategie des Bundes*** von 2009 (Reduktion der Ammoniakemissionen um ca. 40 % gegenüber 2005).

2.3. Ressourcenprogramm

Von 2009 bis 2015 profitierte der Kanton Bern von einem ***Ressourcenprogramm*** (gemäss ***Art. 77a und 77b LwG***). Das Projekt **Förderprogramm Boden Kanton Bern** wurde vom Amt für Landwirtschaft und Natur (LANAT)[27] entwickelt (***Hofer, Leu & Schwarz 2016***: iii). Die effektiven Gesamtkosten für Bund und Kanton beliefen sich auf CHF 55'986'086.

Im Rahmen des Programms wurden nachhaltige Anbausysteme mit bodenschonender Pflege, maximaler Bodenbedeckung und reduzierter Bodenerosion durch Förderbeiträge und Weiterbildungen unterstützt. Von diesen Massnahmen zielten zwei darauf ab, die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft zu reduzieren. Einerseits war dies die Förderung des Schleppschlaucheinsatzes, wobei hier die vom Kanton gesetzten Ziele übertroffen wurden (136 % Zielerreichung). Andererseits wurden technische und bauliche Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakemission gefördert (u.a. Abdeckung der Güllelager und Phasenfütterung), wobei in diesem Bereich die Ziele nicht erreicht wurden (134/400 Abdeckungen; 77/200 andere Massnahmen).

Im **Förderprogramm Boden Kanton Bern** wurden nur Ziele für die Umsetzung konkreter Massnahmen, aber kein Reduktionsziel für die Ammoniakemissionen festgelegt. Der Kanton Bern schätzt den Rückgang der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung während der Umsetzung der Massnahmen von 2007 bis 2015 auf 8 % (643 t NH_3-N) (***Hofer, Leu & Schwarz 2016***: 86). Unklar ist jedoch, wie weit dieser Rückgang überhaupt auf Fördermassnahmen zurückzuführen ist und welche Rolle allenfalls der ähnliche Rückgang bei den Tierzahlen spielte.

3. Monitoring

3.1. Umsetzungsmonitoring

Der Nutzen des **Massnahmenplans zur Luftreinhaltung 2015 / 2030** soll regelmässig mittels Erfolgskontrollen überprüft werden. So ist vorgesehen, dass alle fünf Jahre eine Standortbestimmung vorgenommen wird, welche die Umsetzung sowohl immissions- wie auch emissionsseitig überprüft (***beco 2015***: 45).
Seit dem Inkrafttreten (2015) des Massnahmenplans wurde jedoch kein Wirkungsmonitoring veröffentlicht. Gemäss mündlichen Aussagen des Amtes für Umwelt und Energie AUE gegenüber dem WWF Bern 2021 wurde die für 2021 vorgesehene Standortbestimmung auf 2022 verschoben.

3.2. Entwicklung der Immissionen (Stand: 2015)

Der Kanton Bern misst seit 2009 die Ammoniakimmissionen mit Passivsammlern an 6 Messstationen (***Hofer, Leu & Schwarz 2016***: 85). Zu diesen Messungen kommt der Passivsammler hinzu, der seit 2000 vom Institut für angewandte Pflanzenbiologie (***IAP***) auf der Wengernalp betrieben wird.

«Es ist ein sehr schwacher, statistisch nicht signifikanter Trend zur Abnahme beobachtbar» (***Hofer, Leu & Schwarz 2016***: 85). An allen Messstandorten, mit Ausnahme der Wengernalp, liegt der Jahresmittelwert von Ammoniak innerhalb oder oberhalb des Grenzwertes (*Critical Level*) von 2 bis 4 µg/m³, der für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) festgelegt wurde[28]. Und er liegt deutlich über dem Grenzwert (*Critical Level*) von 1 µg/m³ für Moose und Flechten (***Hofer, Leu & Schwarz 2016***: 86).

Zudem ergänzt der Kanton: *«Bislang kann […] nicht aufgezeigt werden, dass sich die Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakverluste in der Landwirtschaft in den Immissionsmessdaten widerspiegeln. Dazu sind auch die Messreihen noch zu kurz. […] Für die Erfolgskontrolle ist es deshalb unumgänglich, dass das Monitoring während mehrerer Jahre über das Ende des Förderprogramms weitergeführt wird»* (***Hofer, Leu & Schwarz 2016***: 86).

[27] In Zusammenarbeit mit der Berner Fachorganisation für den ökologischen Leistungsnachweis und für tierfreundliche Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere (BFO) und der Fachgruppe Boden der Bio Suisse (FGB)
[28] Die Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) hat den kritischen Wert für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) auf 3 µg/m³ mit einer Unsicherheitsspanne von 2 bis 4 µg/m³ festgelegt.

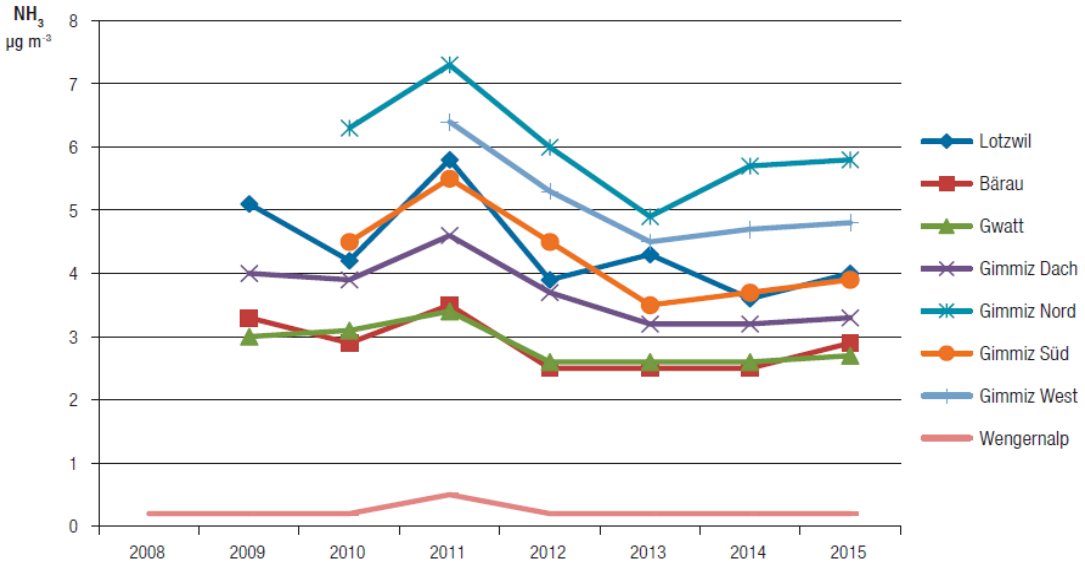


*Abbildung 1. Entwicklung der Jahresmittelwerte von Ammoniak [µg/m³] – Kanton Bern (**Hofer, Leu & Schwarz 2016**: 86).*

3.3. Entwicklung der Emissionen

In einer Studie, die im Auftrag des Kantons Bern durchgeführt wurde, hat die Firma Meteotest die Emissionen aus der Tierhaltung für die Jahre 1990, 2000 und 2007 geschätzt (Künzle & Rihm 2011). Darüber hinaus hat der Kanton Bern im Rahmen des **Förderprogramms Boden Kanton Bern** (siehe oben 2.3) seine Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung für das Jahr 2015 geschätzt. Es wurden jedoch keine Angaben dazu gemacht, wie diese Schätzungen vorgenommen wurden.

Jahr	t NH_3-N (Tierhaltung)	Ziele (t NH_3-N)	Ziele (%)
1990	9'381	*Keine*	*keine*
2000	8'270	*Keine*	*keine*
2007	8'531	*Keine*	*keine*
2015	7'888	*Keine*	*keine*
→ UZL		5'119	-40 % ggb. 2007

4. Politik

4.1. Parlamentarische Vorstösse (seit 2000)

06.06.2006 | Motion 134-2006 | Nadine Masshardt (SP) | Saubere Luft – zum Wohl unserer Gesundheit

13.02.2006 | Motion 077-2006 | Dorothea Loosli-Amstutz (Grüne) | Luftreinhaltung geht alle an

18.04.2005 | Motion 085-2005 | Rudolf Käser (SP) | Bekämpfung der Feinstaub-Emissionen

22.06.2004 | Interpellation 165-2004 | Rudolf Käser (SP) | Win-win beim umweltgerechten Ausbringen von Hofdünger

31.01.2000 | Interpellation 013-2000 | Rudolf Käser (SP) | Der Einfluss der Luftverschmutzung auf die Widerstandsfähigkeit des Waldes

31.01.2000 | Interpellation 024-2000 | Michael Kaufmann (SP) | Kantonale Agrarpolitik, Ammoniak-Emissionen und Waldüberdüngung

5. Schlussfolgerungen

> Bern sollte dringend einen **ambitionierten Absenkpfad erarbeiten**, der sicherstellt, dass die relevanten Grenzwerte (*Critical Loads & Levels)* künftig eingehalten werden können. Der Kanton sollte zudem festlegen, wie (mit welchen technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Massnahmen) und bis wann diese Werte erreicht werden sollen.

> Der Kanton sollte **regelmässig, öffentlich und transparent** über die ergriffenen Massnahmen und die Reduktion der Ammoniakemissionen **berichten**. Dazu sollte er regelmässig Zwischenevaluationen erstellen und publizieren und darauf basierend die Massnahmen anpassen.

> Der Kanton sollte die **Ammoniakimmissionen weiterhin messen** und regelmässig über ihre Entwicklung berichten.

> Zudem sollte der Kanton **den aktuellen Stand (2022) der Emissionen schätzen** (letzte Schätzung 2015), um abschätzen zu können, wie viel Reduktion vonnöten ist, damit die *Critical Loads & Levels* eingehalten werden können.

IV. KANTON ZUG (ZG)

Zusammenfassung

> Die Ammoniak-Immissionsmessungen zeigen, dass die **Grenzwerte (*Critical Levels & Loads*)** für sensible Ökosysteme teils **überschritten** werden;

> der Kanton hat sich zum **Ziel** gesetzt, die **Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung bis 2021** um **ca. 20 %** und bis **2030** um **ca. 30 %** zu reduzieren (gegenüber Referenzjahr 2000);

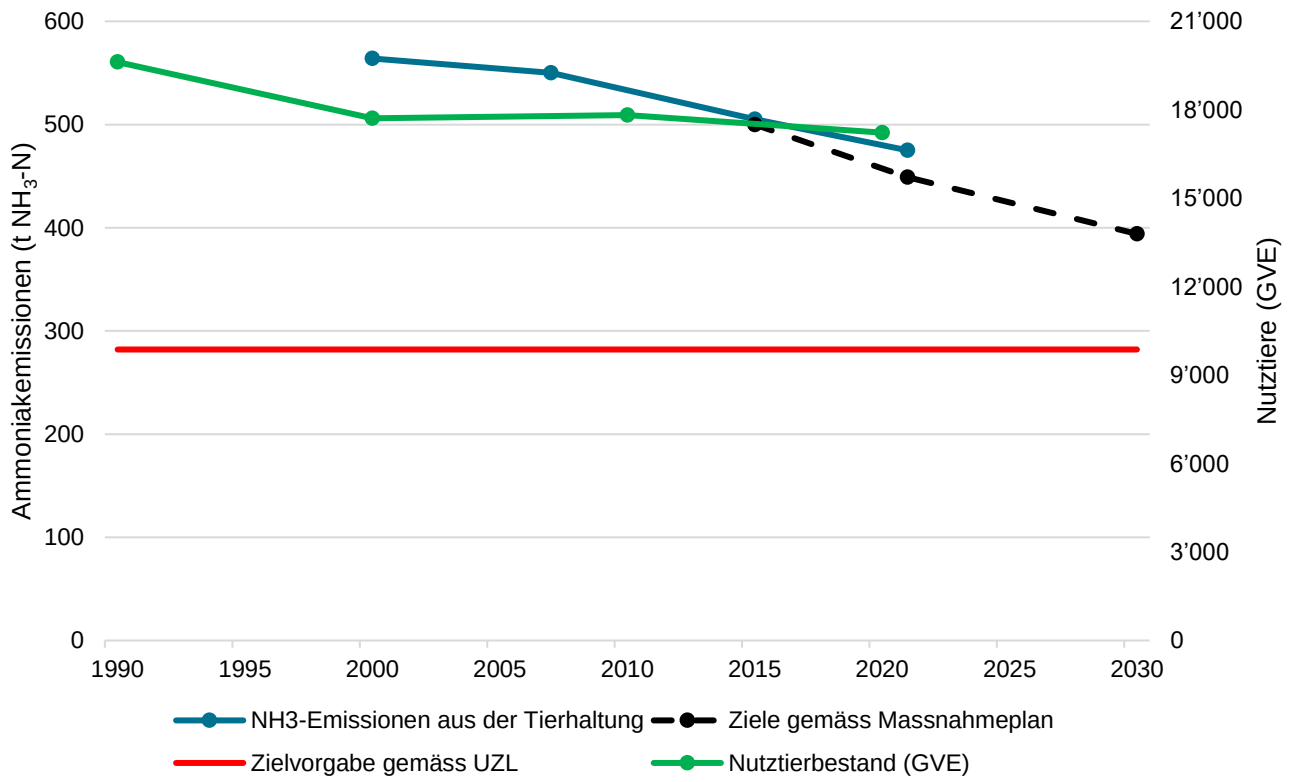
> dieses Ziel wird laut Schätzungen des Kantons **beinahe erfüllt**: die Emissionen wurden **2021** gegenüber dem Referenzjahr 2000 **um ca. 15 %** reduziert (**89 t NH_3-N**, 77 % Zielerreichung);

> die Entwicklung der Immissionen zeigt jedoch **keinen Abwärtstrend, sondern verzeichnet im Gegenteil bei einigen Messstellen gar eine Zunahme**;

> die **Ammoniakemissionen** (Stand: 2021) **müssen noch um ca. 34 % (193 t NH_3-N/a)** gegenüber Referenzjahr 2000 **reduziert werden**, damit der Kantonsbeitrag zur **Einhaltung der *Critical Loads* (Umweltziele Landwirtschaft)** auf nationaler Ebene geleistet wird.

Wert	IST			SOLL		
Ammoniakemissionen	**2000**	**2015**	**2021**	**2021**	**2030**	**Zielvorgabe gemäss UZL**
– aus der Tierhaltung (t NH_3-N/a)	564	505	475	449	394	282
– pro ha LN (kg NH_3-N/ha)	51	48	45	42	37	27
Nutztiere	**2000**	**2020**				
Kantonaler Nutztierbestand (GVE)	17’715	17’225				
– Entwicklung 2000–2020 (%)	-2.8 %					

Ammoniak und Tierhaltung im Kanton Zug



1. Kantonaler Rechtsrahmen

> ***BGS 731.1 – Gesetz über die Gewässer***: Art. 64 bis 66 regeln den Gewässerschutz in der Landwirtschaft. Festgeschrieben sind darin Dünge- und Bodennutzungsbeschränkungen (Art. 64), Abnahmeverträge für Dünger (Art. 65) und Beschränkungen der Tierbestände (Art. 66).

> ***BGS 811.1 – Einführungsgesetz zum Bundesgesetz über den Umweltschutz (EG USG)***: Klärt, wer im Kanton Zug für die Umsetzung der Bundesbestimmungen zum Umweltschutz zuständig ist.

> ***BGS 922.31 – Reglement zum Ressourcenprojekt Ammoniak der Zentralschweizer Kantone Uri, Schwyz, Obwalden, Nidwalden und Zug***: Legt die Rahmenbedingungen des vom Bund finanzierten Ressourcenprojekts fest, das mit den Zentralschweizer Kantonen (ausser dem Kanton Luzern) durchgeführten wurde.

2. Instrumente

2.1. Reduktionsziele

Der Kanton Zug hat sich in seinem **Massnahmenplan Ammoniak 2016—2030** (siehe unten 2.2) zum Ziel gesetzt, die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung **zu reduzieren, und zwar** gegenüber dem Referenzjahr 2000 **um rund 115 t NH_3-N/a (-20 %) bis 2021** und **um rund 170 t NH_3-N/a (-30 %) bis 2030**.

Zudem hat sich der Kanton Zug auch ein langfristiges Ziel gesetzt, damit er die *Critical Loads*[29] in Übereinstimmung mit den Umweltzielen Landwirtschaft (UZL) dereinst einhalten kann. Demnach sollen die Emissionen aus der Tierhaltung im Kanton Zug **auf 282 t NH_3-N/a sinken, was einer Reduktion um 50 % gegenüber dem Referenzjahr 2000 entspricht. Dieses Ziel ist jedoch nicht mit einer Umsetzungsfrist versehen** (***AFU-ZG 2016***: 12).

2.2. Massnahmenplan

Der Kanton Zug hat im Jahr 2016 den **Massnahmenplan Ammoniak 2016–2030** (gemäss ***Art. 44a USG*** und ***Art. 31-34 LRV***) verabschiedet. Dieser Plan enthält Ziele zur Reduktion der Ammoniakemissionen (siehe oben 2.1). Das Reduktionspotenzial einzelner Massnahmen wurde quantifiziert, um die Zielerreichung zu ermöglichen.

Für die Umsetzung des Massnahmenplans stehen in einer ersten Phase CHF 3'761'000 zur Verfügung (Rahmenkredit 2016–2021, Investitionen durch Kanton und Bund).

Geltende Massnahmen (2016):

Massnahme / Inhalt	Ziel 21	Kosten (CHF)[30]	Ziel 30
M1 Emissionsarme Gülle-Ausbringtechniken (***AFU-ZG 2016***: 21)	-11.2 %	2'850'432	-15.2 %
«Emissionsarme Ausbringtechniken (z.B. Schleppschlauch- oder Schleppschuhverteiler) werden vom Kanton durch eine finanzielle Abgeltung gefördert, um den Gebrauch zu verbreiten. *Bis 2021 werden 55 % der Gülle mit Schleppschlauchverteiler und 8 % der Gülle mit Schleppschuhverteiler oder einer Ausbringtechnik mit mindestens derselben emissionsreduzierenden Wirkung wie der Schleppschuhverteiler ausgebracht.* *Bis 2030 werden 62 % der Gülle mit Schleppschlauchverteiler und 18 % der Gülle mit Schleppschuhverteiler (oder einer Ausbringtechnik mit mindestens derselben emissionsreduzierenden Wirkung) ausgebracht.»*			
M2 Abdeckung von Güllegruben (***AFU-ZG 2016***: 24)	-0.3 %	64'975	-0.4 %
«Alle bestehenden offenen Güllebehälter mit Volumen über 200 m^3, welche vorwiegend oder ausschliesslich Schweinegülle enthalten, werden mit einer festen Abdeckung gedeckt. *95 % der offenen Güllebehälter mit vorwiegend oder ausschliesslich Rindergülle sind ganzjährig mit einer permanenten, mindestens 15 cm dicken, natürlichen Schwimmschicht gedeckt.»*			

[29] Die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) beschreiben den höchsten Stickstoffeintrag, der noch tolerierbar ist, ohne die Ökosysteme schädlich zu verändern.
[30] Für die erste Umsetzungsphase (2016–2021), laut Massnahmenplan (***AFU-ZG 2016***: 33).

M3 Begrenzung der Ammoniakemissionen bei Ställen und Laufhöfen (***AFU-ZG 2016***: 26)	-1.4 %	1'719'998	-3.0 %
«Neu- und Umbauten werden so realisiert, dass sie möglichst wenig Ammoniak emittieren. Dazu werden die auf der **Vollzugshilfe Umweltschutz, Modul baulicher Gewässerschutz [BAFU & BLW]** *und den KOLAS-BLW-Themenblättern basierenden baulichen Massnahmen zur Minimierung der Verluste umgesetzt* (**Rascher Harnabfluss von Laufflächen in der Rindviehhaltung** *und* **Abluftreinigung für zwangsbelüftete Stallanlagen**).»			
M4[31] Punkteschema, Sensibilisierung, Information, Weiterbildung	-4.5 %	–	-7.9 %
M5 Reduktion der N-Ausscheidung von Schweinen durch gezielte Fütterung (***AFU-ZG 2016***: 29)	-1.4 %	0	-1.4 %
«Die durchschnittlichen jährlichen Stickstoff-Ausscheidungen von Mastschweinen und Zuchtsauen werden reduziert.»			
M6 Anträge an den Bundesrat und die ZUDK und die KOLAS-Zentralschweiz (***AFU-ZG 2016***: 31)	–	0	–
«Die ZUDK und die KOLAS-Z prüfen, ob die Einrichtung und Finanzierung einer gemeinsamen zentralen Anlaufstelle für Landwirtschaftsbetriebe zu allen Fragen rund um Ammoniakverluste (z.B. bauliche Fragen, natürliche Schwimmschicht, Fütterung etc.) eingerichtet werden soll.»			
Technischer Fortschritt und allgemeine Massnahmen von Landwirtschaft und Bund	-1.6 %	–	-2.1 %
Insgesamt	**-20.4 %**	**4'636'406**	**-30.0 %**

Die Gesamtkosten der Massnahmen belaufen sich auf CHF 4'636'406. Diese werden von Kanton, Bund (Bundesbeiträge) und der Zuger Landwirtschaft getragen (***AFU-ZG 2016***: 6).

Schliesslich wird der Massnahmenplan mit einer Auflistung der durch ihn bewirkten Vorteile ergänzt. Demnach soll der Nutzen für die Gesundheit, die Biodiversität und den Wald ab 2021 die Kosten des Programms übersteigen. Ebenso wurde mit Einsparungen für die Landwirtschaft von rund CHF 170'000 bis 2021 und von rund CHF 255'000 bis 2030 gerechnet, weil gemäss Massnahmen weniger Stickstoffdünger gekauft werden soll (***AFU-ZG 2016***: 6).

Die Veröffentlichung des zweiten Teils des Massnahmenplans (2022–2030) ist voraussichtlich für Mitte 2022 geplant.

2.3. Ressourcenprogramm

Von 2010 bis 2015 profitierten die Zentralschweizer Kantone (UR, SZ, NW, OW und ZG) von einem ***Ressourcenprogramm*** (gemäss ***Art. 77a und 77b LwG***). Das Projekt Ammoniak Zentralschweiz wurde mit der Unterstützung von Agrofutura durchgeführt. Die effektiven Gesamtkosten des Programms für die fünf Kantone und den Bund beliefen sich auf CHF 13'500'000.

Das Programm sah verschiedene Massnahmen zur Verringerung der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung vor. Für jede Massnahme wurde ein Ziel festgelegt, das bis zum Ende des Programms erreicht werden sollte. Drei Massnahmen wurde vollständig umgesetzt, die anderen Ziele wurden nicht erreicht.

Massnahmen (Zielerreichung in %): Optimiertes Güllemanagement (48 %); Schätzung der NH_3-Emissionen pro Betrieb mithilfe des Agrammon-Modells (94 %); Gülleausbringung mit Schleppschlauch auf insgesamt 17'668 ha (72 %); Anteil der Gülleausbringung mit Schleppschlauch (34 %); Abdeckung von Güllegruben (164 %); einzelbetriebliche Massnahmen (6 %); ausgewogene Futterversorgung von Milchkühen (102 %); optimierte Futterversorgung von Schweinen (54 %) (***Uebersax 2016***: 7).

Ziel des Projekts war die Reduktion der Ammoniakemissionen um 9 % (206 t NH_3-N/a) für alle fünf Kantone insgesamt. Das Programm (2015) führte in der Zentralschweiz insgesamt zu einer Reduktion der Ammoniakemissionen um 194 t NH_3-N gegenüber 2007, was einer Emissionsreduktion von 8 % entspricht. Die Emissionen des Kantons Zug wurden von 2007 bis 2015 um 46 t NH_3-N reduziert, was einer Emissionsreduktion von 8 % entspricht. Damit liegt der Kanton Zug im Durchschnitt der fünf Kantone. **Das Programm hat sein Ziel fast erreicht (93 % des Ziels)** (***Uebersax 2016***: 15).

[31] Die Massnahme M4 «Punktesystem, Sensibilisierung, Information, Weiterbildung» wurde vom Kantonsparlament aus Kostengründen abgelehnt. Die Basisinformation wird mit internen Ressourcen sichergestellt.

3. Monitoring

3.1. Zwischenbilanz

Seit dem Inkrafttreten des **Massnahmenplans Ammoniak 2016–2030** wurde zwar eine Zwischenbilanz erstellt, diese wurde jedoch nicht veröffentlicht. Sie ist auf Anfrage bei der kantonalen Verwaltung erhältlich.

In der ersten Umsetzungsphase des Massnahmenplans (2016–2021) wurde eine Reduktion von 115 t NH_3-N (ca. 20 % Reduktion gegenüber dem Referenzjahr 2000) angestrebt. Nach Abschluss dieser ersten Phase ist gerechnet, dass die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft um 89 t NH_3-N reduziert werden konnten (eine Reduktion von ca. 16 % gegenüber dem Referenzjahr 2000). Das Ziel der Emissionsreduktion wurde somit zu ca. 77 % erreicht.

Laut Evaluationsbericht ist die Nichterreichung der Ziele auf die Streichung der Massnahme M4 durch das Kantonsparlament zurückzuführen. Diese hätte nach Schätzungen des Kantons eine Reduktion von 25 t NH_3-N bewirken sollen. Die Reduktion der Emissionen hatte bisher noch keinen messbaren Einfluss auf die Ammoniakeinträge (siehe unten 3.3).

3.2. Entwicklung der Immissionen (Stand: 2020)

Die ***ZUDK*** (Konferenz der Zentralschweizer Umweltdirektionen) misst die Ammoniakimmissionen mithilfe von Passivsammlern (***Wey & Ruckstuhl 2020***: 2). Das Messnetz ***in-luft.ch***, das unter anderem als Grundlage für die Überwachung der Massnahmenpläne Ammoniak der Kantone Zug und Luzern dient, misst die Luftbelastung seit 2000. Im Kanton Zug befinden sich acht aktive Messpunkte in sechs Messgebieten (***Ibid.***: 9).

Die Messpunkte im Kanton Zug zeigen zum Teil *«gleichbleibende Ammoniakimmissionen»* (in der Nähe von empfindlichen Ökosystemen) und verzeichnen zum Teil *«langfristig eine statistisch signifikante Zunahme»* (***Wey & Ruckstuhl 2020***: 2). Die Ammoniakkonzentrationen überschreiten den für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) festgelegten kritischen Wert (*Critical Level*) von 3 µg/m³ im langjährigen Mittel (2010–2020) in 13 der 17 Messgebiete des Zentralschweizer Messnetzes teilweise sehr deutlich[32]. Dasselbe gilt für empfindliche Ökosysteme: Die Konzentrationen liegen deutlich über dem kritischen mehrjährigen Mittel von 1 µg/m³, der für Moose und Flechten festgelegt wurde. Die Messungen zeigen damit, dass die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) für Stickstoffeinträge (darunter Ammoniak) in der Zentralschweiz deutlich überschritten werden (***Ibid.***: 2).

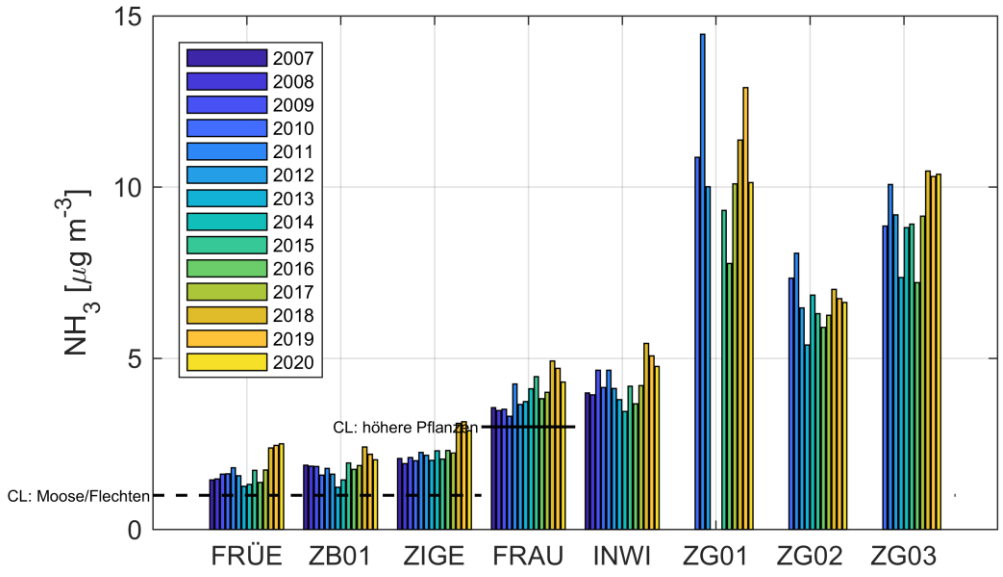


*Abbildung 7. Entwicklung der Jahresmittelwerte von Ammoniak [µg/m³] – Kanton Zug. Die durchgezogene schwarze Linie markiert die kritische Grenze für höhere Pflanzen (3 µg/m³), die gestrichelte schwarze Linie markiert die kritische Grenze für Moose und Flechten (1 µg/m³) (**Wey & Ruckstuhl 2020**: 16).*

[32] Die Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) hat den kritischen Wert für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) auf 3 µg/m³ mit einer Unsicherheitsspanne von 2 bis 4 µg/m³ festgelegt.

3.3. Entwicklung der Emissionen

Anlässlich des **Massnahmenplans Ammoniak 2016–2030** und des **Ressourcenprojekts Ammoniak Zentralschweiz** (siehe oben 2.3) schätzte der Kanton Zug seine Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft mit dem Programm ***AGRAMMON v 4.0***.

Jahr	t NH_3-N (Tierhaltung)	kg/ha LN	Ziele (t NH_3-N)	Ziele (%)
2000	564	51	*keine*	*keine*
2007	550	51	*keine*	*keine*
2015	505	48	500	-9 % ggb. 2007
2021	475	45	449	-20 % ggb. 2000
2030	–	–	394	-30 % ggb. 2000
→ UZL			**282**	**-50 % ggb. 2000**

4. Politik

4.1. Vorstösse (seit 2000)

12.01.2006 | 1398 | Louis Suter (CVP) | Förderung der verlustarmen Hofdüngerausbringung

11.05.2005 | 1337 | Jean-Pierre Prodolliet (SP) | Gesundheit des Zuger Waldes

5. Schlussfolgerungen

> Der Kanton Zug ist in der Umsetzung technischer Massnahmen deutlich weiter gegangen als andere Kantone und setzte sich für 2030 ein ambitioniertes Reduktionsziel (30% Reduktion gegenüber 2000).

> Zug müsste 50% Reduktion hinbringen und erwähnt im Massnahmenbericht, dass dies nicht ohne Mithilfe des Bundes ginge. **Bund und Kanton müssten hierfür konkret werden und gemeinsam einen Plan erstellen**.

V. KANTON FREIBURG (FR)

Zusammenfassung

> Die Ammoniak-Immissionsmessungen zeigen, dass die **Grenzwerte (*Critical Levels & Loads*)** für sensible Ökosysteme teils **überschritten** werden;

> die Entwicklung der Immissionen zeigt **keinen Abwärtstrend**;

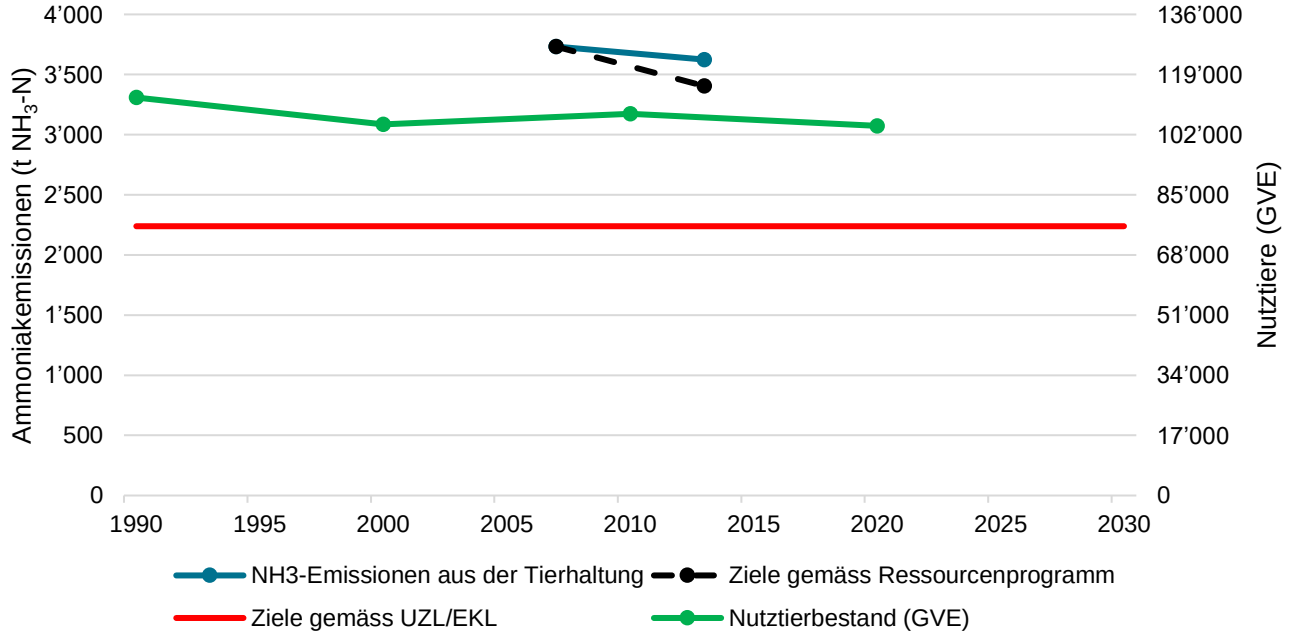
> die **Ammoniakemissionen** (Stand: 2014) müssen noch um **ca. 38 % (1'385 t NH_3-N/a) reduziert werden**, damit der Kantonsbeitrag zur Einhaltung der *Critical Loads* (Umweltziele Landwirtschaft) auf nationaler Ebene geleistet wird;

> im aktuellen Massnahmenplan wurden **keine Ziele zur Reduktion der Ammoniakemissionen** festgelegt;

> die (sehr schwache) Reduktion der Ammoniakemissionen zwischen 2007 und 2014 entspricht ungefähr der Reduktion des Nutztierbestandes in der gleichen Zeitspanne.

Wert	IST		SOLL
Ammoniakemissionen	**2007**	**2014**	**Zielvorgabe gemäss UZL/EKL**
– aus der Tierhaltung (t NH_3-N/a)	3'732	3'624	2'239[33]
– pro ha LN (kg NH_3-N/ha)	49	47	30
Nutztiere	**2000**	**2020**	
Kantonaler Nutztierbestand (GVE)	104'903	104'499	
– Entwicklung 2000–2020 (%)	-0.4 %		

Ammoniak und Tierhaltung im Kanton Freiburg



[33] Eigene Berechnung, basierend auf dem *Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes* (***Bundesrat 2009***: 12), den Umweltzielen Landwirtschaft (UZL) (***BAFU & BLW 2016***: 55–59) und den aktuelleren Schlussfolgerungen der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) (***EKL 2020***: 16), wonach die Ammoniakemissionen um ca. 40 % reduziert werden müssen, um die *Critical Loads* für Stickstoff nicht zu überschreiten.

1. Kantonaler Rechtsrahmen

> ***SGF 812.11 – Gewässerreglement (GEwR)***: Die Artikel 25 bis 30 behandeln die Bestimmungen zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. Sie reglementieren insbesondere die Lagerkapazitäten (Art. 27), die Nutzflächen für das Ausbringen von Hofdünger (Art. 28), die Lagerung von Mist (Art. 29) und die Kontrolle der Lagereinrichtungen (Art. 30).

> ***SGF 813.11 – Ausführungsbeschluss zur Bundesgesetzgebung über die Luftreinhaltung***: klärt die Zuständigkeiten der Vollzugsbehörden für die Bundesbestimmungen zur Luftreinhaltung.

> ***SGF 813.12 – Verordnung über den Massnahmenplan Luftreinhaltung***: setzt den Massnahmenplan Luftreinhaltung 2019 in Kraft.

2. Instrumente

2.1. Reduktionsziele

Der Kanton Freiburg hat keine quantifizierbaren Ziele für die Reduktion der Ammoniakemissionen festgelegt.

Mit Blick auf die Reduktionsziele anderer Kantone (z. B. ZG: -50 % der Emissionen aus der Tierhaltung gegenüber 2000; ZH: -40 % der Gesamtemissionen gegenüber 2005) und auf die Zielsetzung des Bundes[34] können jedoch auch Annahmen für Freiburg getroffen werden. Demnach wäre auch im Kanton Freiburg eine Reduktion der Ammoniakemissionen um mindestens 40 % gegenüber dem Referenzjahr 2005 nötig, damit die *Critical Loads*[35] für Stickstoff nicht mehr überschritten werden.

Nun liegen zwar für das Referenzjahr 2005 im Kanton Freiburg keine Schätzungen zu den Ammoniakemissionen vor, doch im Jahr 2007 hat der Kanton die Emissionen im Rahmen des Ressourcenprogramms ***FRIAMMON*** geschätzt. Da die Zahl der Nutztiere zwischen 2005 und 2007 gestiegen ist, ist es unwahrscheinlich, dass die Emissionen aus der Tierhaltung in diesen Jahren gesunken sind.

Geht man davon aus, dass die Ammoniakemissionen aus dem Jahr 2007 um mindestens 40 % reduziert werden müssen, um die *Critical Loads* für Stickstoff einzuhalten, liegt die neue Höchstgrenze für Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung dementsprechend bei höchstens **2'239 t NH_3-N/a (ca. 30 kg/ha).**

2.2. Massnahmenpläne

Der Kanton Freiburg hat im Jahr 2019 den ***Massnahmenplan Luftreinhaltung 2019*** (gemäss ***Art. 44a USG*** und ***Art. 31-34 LRV***) verabschiedet. Dieser Plan enthält zwar Massnahmen, aber trotz klarer Überschreitung der *Critical Levels* (siehe unten 3.2) keine Ziele zur Reduktion der Ammoniakemissionen (siehe oben 2.1). Das Reduktionspotenzial der geplanten Massnahmen wurde nicht quantifiziert. Ebenfalls wurden die Kosten der Umsetzung dieses Massnahmenplanes bzw. der einzelnen Massnahmen nicht abgeschätzt.

Im Massnahmenplan Luftreinhaltung 2019 wurden die Massnahmen des vorherigen ***Massnahmenplans Luftreinhaltung 2007*** aktualisiert und weiterentwickelt. Der ältere Massnahmenplan sah unter anderem die Umsetzung eines ***Ressourcenprogramms*** in Zusammenarbeit mit dem BLW vor (***Art. 77a und 77b LwG)***[36]. Dieses Ressourcenprogramm wurde von 2009 bis 2014 durchgeführt (Ziel zu 32 % erreicht, siehe unten 3.1).

[34] Luftreinhaltestrategie des Bundes (***Bundesrat 2009***: 5952), Umweltziele Landwirtschaft (UZL) (***BAFU & BLW 2016***: 55-59), Schlussfolgerungen der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) (***EKL 2020***: 16).
[35] Die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) beschreiben den höchsten Stickstoffeintrag, der noch tolerierbar ist, ohne die Ökosysteme schädlich zu verändern.
[36] Siehe Massnahme M16 «Finanzielle Anreize für eine Bewirtschaftung mit weniger Ammoniak-Emissionen: Förderung der nachhaltigen Ressourcennutzung».

Geltende Massnahmen (2019):

Massnahme / Inhalt	Reduktion NH_3-N	Kosten (CHF)
A1 «Verstärkung der Information bezüglich der Begrenzung von Ammoniakemissionen in der Tierhaltung» (***AfU-FR 2019***: 37)	Nicht quantifiziert	Nicht abgeschätzt
«Das technische Potenzial zur Reduktion der Ammoniakemissionen beim Bau von neuen Ställen oder bei signifikanten Umbauten ausnützen.»		
A2 «Reduktion der Stickstoffmenge in den Ausscheidungen der Schweine» (***AfU-FR 2019***: 38)	Nicht quantifiziert	Nicht abgeschätzt
«In Schweinebetrieben mit einer Kapazität von über 60 Grossvieheinheiten (GVE) müssen die Schweine grundsätzlich mit stickstoffreduzierten Futtermitteln gefüttert werden (stickstoffreduzierte Phasenfütterung).»		
A3 «Reduktion der Ammoniakemissionen bei der Lagerung von Gülle» (***AfU-FR 2019*** : 39)	Nicht quantifiziert	Nicht abgeschätzt
«Bis Ende 2020 muss ein Inventar der Güllelager ohne Abdeckung erstellt werden. Auf dieser Grundlage wird eine Sanierungsfrist gemäss den Artikeln **10** *und* **32 Abs. 2 Bst. a LRV** *festgelegt werden müssen, mit der definiert wird, bis wann die Anlagen mit einem Volumen von über 200 m³ mit einer wirksamen Abdeckung ausgestattet werden müssen.»*		
A4 «Landwirtschaftsgesetzgebung: Anträge an den Bundesrat» (***AfU-FR 2019*** : 40)	Nicht quantifiziert	Nicht abgeschätzt
«Über die Landwirtschaftspolitik günstige Rahmenbedingungen für die Verringerung der Ammoniakemissionen schaffen.»		
Insgesamt	Nicht quantifiziert	Nicht abgeschätzt

2.3. Ressourcenprogramm

Von 2009 bis 2014 profitierte der Kanton Freiburg für die Umsetzung der Massnahme M16 des ***Massnahmenplans Luftreinhaltung von 2007*** (siehe oben 2.2) von einem ***Ressourcenprogramm*** (gemäss ***Art. 77a und 77b LwG***). Das Programm ***FRIAMMON*** wurde vom Amt für Landwirtschaft (LwA) in Zusammenarbeit mit dem Amt für Umwelt (AfU), dem Institut Agricole de Grangeneuve (IAG) und dem Freiburger Bauernverband (FBV) ausgearbeitet. Die effektiven Gesamtkosten des Programms für den Bund, den Kanton und die Landwirtschaft beliefen sich auf CHF 6'070'646.

Das Programm sah verschiedene Massnahmen zur Verringerung der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung vor. Für jede Massnahme wurde ein Ziel gesetzt, das bis zum Ende des Programms hätte erreicht werden sollen. Nur eine Massnahme wurde vollständig umgesetzt, die anderen Ziele wurden – trotz einer Senkung der Ziele im Laufe des Projekts – nicht erreicht.

Massnahmen (Zielerreichung %): Ausbringen mit Schleppschlauch (112 %); Abdeckung von Güllegruben (47 %); stickstoffarme Fütterung (36 %); einzelbetriebliche Projekte (18 %); Weiterbildung (71 %); Projektteilnahme (44 %) (***LwA-FR 2015***: 12–13).

Das Projekt hatte zum Ziel, die Ammoniakemissionen der freiburgischen Landwirtschaft um 328 t NH_3-N/a zu reduzieren (8.8 % der Emissionen, gegenüber Referenzjahr 2007). Im Laufe des Projekts wurde das Ziel auf 181 t NH_3-N (4.8 % der Emissionen) nach unten angepasst. Die effektive Reduktion im Jahr 2014 belief sich auf 108 t NH_3-N (2.9 % der Emissionen) (***LwA-FR 2015***: 14). **Das Programm hat sein Ziel nicht erreicht (32 % des ursprünglichen Ziels; 60 % des nach unten korrigierten Ziels).**

3. Monitoring

3.1. Umsetzungsmonitoring

Die Umsetzung der Massnahmen wird qualitativ (Beurteilung des Umsetzungsstandes) mithilfe von Zwischenbilanzen beurteilt. Im Massnahmenplan werden keine Umsetzungsindikatoren erwähnt.

Das Amt für Umwelt (AfU) hat 2011 eine erste Zwischenbilanz des Massnahmenplans von 2007 erstellt (***AfU-FR 2011***). Im Jahr 2017 wurde eine zweite Bilanz erstellt (***AfU-FR 2019***: 13-25), die zur Formulierung eines neuen Massnahmenplans führte, der im Jahr 2019 verabschiedet wurde (siehe oben 2.1). Für den derzeit gültigen Massnahmenplan wurde bislang keine Zwischenbilanz gezogen.

3.2. Entwicklung der Immissionen (Stand: 2021)

Das AfU misst das Ammoniak mittels Passivsammlern an vier Messstationen. Die Ergebnisse der Station des NABEL (Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe) im waadtländischen Payerne werden zu Vergleichszwecken herangezogen (***AfU-FR 2021***: 4).

«Für keinen Messort [ist] eine langfristige Tendenz zu tieferen Werten feststellbar» (***AfU-FR 2021***: 14). An allen Messstandorten liegt der Jahresmittelwert von Ammoniak in der Nähe oder oberhalb des Grenzwertes (*Critical Level*) von 2 bis 4 µg/m³, der für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) festgelegt wurde[37]. Der Mittelwert liegt deutlich über dem Grenzwert (*Critical Level*) von 1 µg/m³ für Moose und Flechten (***AfU-FR 2021***: 14). Die Ammoniakbelastung führt daher sehr wahrscheinlich zu schädlichen Auswirkungen auf Ökosysteme (***AfU-FR 2019***: 11).

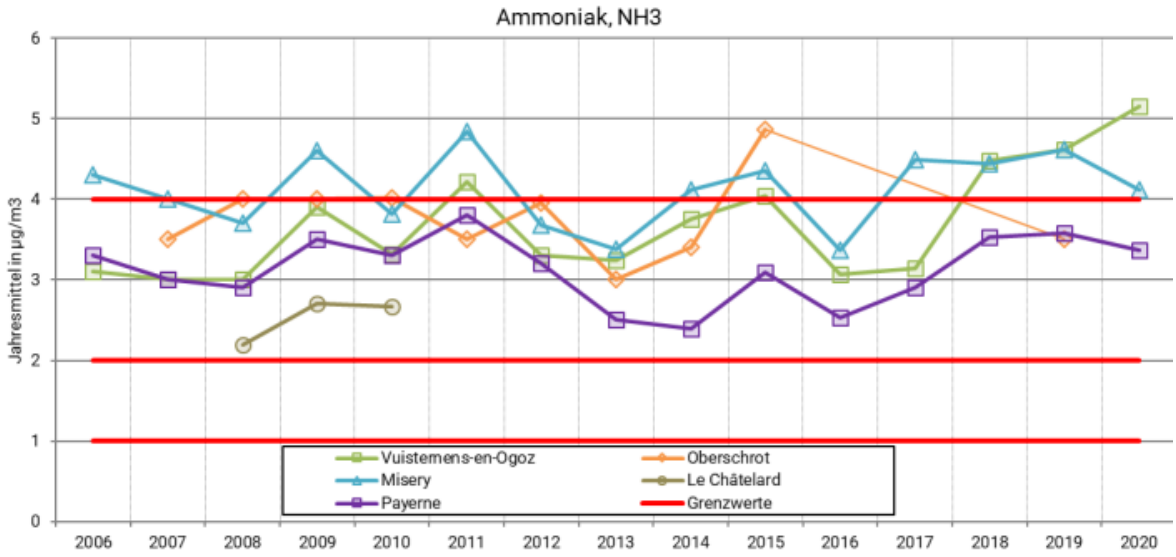


*Abbildung 8. Entwicklung der Jahresmittelwerte von Ammoniak [µg/m³] – Kanton Freiburg. Die Grenzwerte zeigen die kritischen Grenzen, die für empfindliche Ökosysteme wie höhere Pflanzen (2 bis 4 µg/m³) sowie Moose und Flechten (1 µg/m³) festgelegt wurden (**AfU-FR 2021**: 14).*

3.3. Entwicklung der Emissionen

Anlässlich des Ressourcenprogramms (siehe oben 2.3) hat der Kanton Freiburg seine Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft mithilfe des ***AGRAMMON***-Programms geschätzt (ohne Angabe der Version).

Jahr	t NH_3-N (Tierhaltung)	kg/ha LN	Ziele (t NH_3-N)	Ziele (%)
2007	3'732	49	*aucun*	*aucun*
2014	3'624	47	3'404	-8.8 % ggb. 2007
→ UZL			**2239**	**-40 % ggb. 2007**

4. Politik

4.1. Parlamentarische Vorstösse (seit 2000)

[37] Die Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) hat den kritischen Wert für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) auf 3 µg/m³ mit einer Unsicherheitsspanne von 2 bis 4 µg/m³ festgelegt.

27.01.2012 | Anfrage 3006.12 | Gabriel Kolly (UDC), Ruedi Schläfli (UDC) | Weisungen über das Ausbringen und die Zwischenlagerung von Hofdünger

24.05.2011 | Anfrage 3391.11 | Markus Bapst (PDC) |Verschmutzung von Gewässern durch Hofdünger

5. Schlussfolgerungen

> Freiburg sollte dringend einen **ambitionierten Absenkpfad** erarbeiten, der sicherstellt, dass die relevanten Grenzwerte (*Critical Loads & Levels)* künftig eingehalten werden können. Der Kanton sollte zudem festlegen, wie (mit welchen technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Massnahmen) und bis wann diese Werte erreicht werden sollen.

> Der Kanton sollte **regelmässig, öffentlich und transparent** über die ergriffenen Massnahmen und die Reduktion der Ammoniakemissionen **berichten**. Dazu sollte er regelmässig Zwischenevaluationen erstellen und publizieren und darauf basierend die Massnahmen anpassen.

> Zudem sollte der Kanton **den aktuellen Stand (2022) der Emissionen schätzen** (letzte Schätzung 2014), um abschätzen zu können, wieviel Reduktion vonnöten ist, damit die *Critical Loads & Levels* eingehalten werden können.

VI. KANTON THURGAU (TG)

Zusammenfassung

> Die Ammoniak-Immissionsmessungen zeigen, dass die **Grenzwerte (*Critical Levels & Loads*)** für sensible Ökosysteme teils **sehr stark überschritten** werden;

> die Entwicklung der Immissionen zeigt **keine einheitliche Tendenz**;

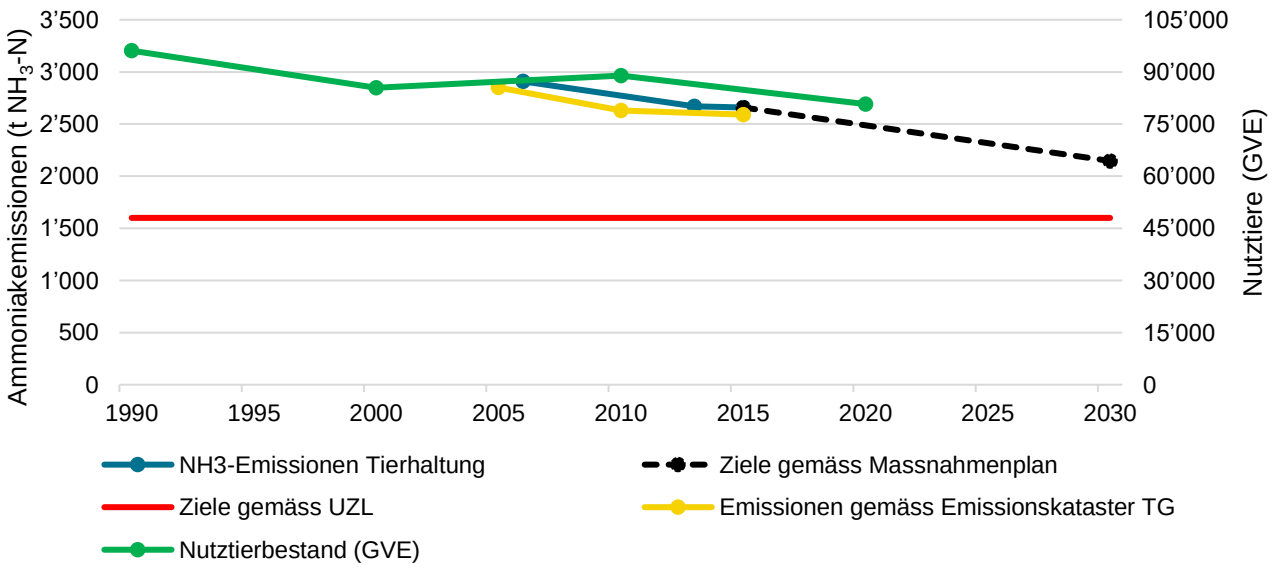
> die **Ammoniakemissionen** (Stand: 2015) müssen noch um **ca. 40 % (1059 t NH_3-N/a) reduziert werden**, damit der Kantonsbeitrag zur Einhaltung der *Critical Loads* (Umweltziele Landwirtschaft) auf nationaler Ebene geleistet wird;

> der Kanton hat sich zum Ziel gesetzt, die Ammoniakemissionen **bis 2030 um ca. 18 %–20 %** zu reduzieren (gegenüber Referenzjahr 2015);

> die (schwache) Reduktion der Ammoniakemissionen zwischen 2006 und 2015 entspricht ungefähr der Reduktion des Nutztierbestandes in der gleichen Zeitspanne.

Wert	IST					SOLL	
Ammoniakemissionen	**2005**	**2006**	**2010**	**2013**	**2015**	**2030**	**Zielvorgabe UZL**
– gesamt (t NH_3-N/a)	*2'850*	*n.a.*	*2'630*	*n.a.*	*2'591*	*n.a.*	*n.a.*
– aus der Tierhaltung (t NH_3-N/a)	*n.a.*	2'909	*n.a.*	2'669	2'659[38]	2'146	1'600
– pro ha LN (kg NH_3-N/ha)	*n.a.*	57	*n.a.*	53	54	*43*	*32*
Nutztiere	**2000**	**2020**					
Kantonaler Nutztierbestand (GVE)	85'420	80'755					
– Entwicklung 2000–2020 (%)	-5.5 %						

Ammoniak und Tierhaltung im Kanton Thurgau



[38] Zu dieser Differenz für das Jahr 2015 siehe unten 3.3.

1. Kantonaler Rechtsrahmen

Im Kanton Thurgau gibt es keine kantonale Gesetzgebung zu Ammoniak und zur Gülleausbringung.

2. Instrumente

2.1. Reduktionsziele

Der Kanton Thurgau hat sich in seinem **Massnahmenplan Ammoniak aus der Landwirtschaft 2021–2030** (siehe unten 2.2) zum Ziel gesetzt, die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung bis 2030 gegenüber dem Referenzjahr 2015 um **ca. 514 t NH_3-N/a (zwischen -18 % und -20 %)** zu reduzieren (*AfU/LA-TG 2020*: 7 ; *AfU-TG 2020*: 35).

Schliesslich setzt sich der Kanton Thurgau ein langfristiges Ziel, um die *Critical Loads*[39] in Übereinstimmung mit den Umweltzielen Landwirtschaft (UZL) künftig einzuhalten. Demnach sollen die Emissionen aus der Tierhaltung im Kanton Thurgau auf **1'600 t NH_3-N/a** sinken, was einer Reduktion um **ca. 38–40 %** gegenüber dem Referenzjahr 2015 entspricht (-991 t NH_3-N/a oder -1'059 t NH_3-N/a)[40]. **Dieses Ziel ist jedoch nicht mit einer Umsetzungsfrist versehen**.

2.2. Massnahmenplan

Der Kanton Thurgau verabschiedete 2020 einen **Massnahmenplan Ammoniak aus der Landwirtschaft 2021–2030** (gemäss ***Art. 44a USG*** und ***Art. 31-34 LRV***). Dieser Plan enthält Reduktionsziele für Ammoniakemissionen (siehe oben 2.1). Das Reduktionspotenzial einzelner Massnahmen wurde quantifiziert.

Die Gesamtkosten des Massnahmenplans für den Bund, den Kanton und die Thurgauer Landwirtschaft belaufen sich bis 2030 auf CHF 26'900'000 bis CHF 32'100'000 (*AfU/LA-TG 2020*: 46).

Geltende Massnahmen (2020):

Massnahme / Inhalt	Reduktion NH_3-N (2030)	Kosten (Mio. CHF)
1) Emissionsarme Gülle-Ausbringtechniken (*AfU/LA-TG 2020*: 10)	150–210 t	Unklar
«Gülle muss mit emissionsmindernden Techniken ausgebracht werden, die mindestens die Emissionsminderung des Schleppschlauchverteilers erreichen.»		
2) Rasche Einarbeitung von Mist auf unbestellten Ackerflächen (*AfU/LA-TG 2020*: 14)	Bis 50 t	Keine
«Mist von Rindvieh, Schweinen und Geflügel, welcher zwischen 1. April und 30. September auf unbestellte Ackerfläche ausgebracht wird, muss innerhalb von 24 Stunden eingearbeitet werden.»		
3A) Abluftreinigungsanlage (ALURA) bei Schweinen (*AfU/LA-TG 2020*: 16) **& 3B) Abluftreinigungsanlage (ALURA) bei Mastpoulet** (*AfU/LA-TG 2020*: 20)	Bis 90 t	20.5–25.6
3A) *«Bewilligungspflichtige Neubauten von Schweineställen mit über 40 GVE sind mit Abluftreinigungsanlagen auszustatten.»* 3B) *«Bewilligungspflichtige Neubauten von Mastpouleteställen mit über 20 GVE werden mit Abluftreinigungsanlagen (ALURA) ausgestattet.»*		
4A & 4B) Bauliche Massnahmen bei Jung- und Legehennen (*AfU/LA-TG 2020*: 23) **& 4C) Bauliche Massnahmen bei Veredelungsbetrieben** (*AfU/LA-TG 2020*: 25)	Bis 20 t	0.8–1
4A & 4B) *«Bei bewilligungspflichtigen Neubauten für Jung- und Legehennenställe ≥ 20 GVE müssen Kotbandtrocknungsanlagen installiert werden.»* 4C) *«Bei bewilligungspflichtigen Bauten mit Erhöhung des gesamtbetrieblichen Schweine- oder Geflügelbestandes dürfen die Emissionen aus dem Stall und dem Auslauf nach der Umsetzung des Bauvorhabens nicht höher sein als vor der Umsetzung des Bauvorhabens.»*		
5) N-angepasste Fütterung Milchvieh (*AfU/LA-TG 2020*: 27)	Bis 56 t	Keine
«Der durchschnittliche jährliche Milchharnstoffwert (MHW) aller milchabliefernden Betriebe im Kanton Thurgau wird um 2 mg / dl Milch gesenkt.»		

[39] Die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) beschreiben den höchsten Stickstoffeintrag, der noch tolerierbar ist, ohne die Ökosysteme schädlich zu verändern.
[40] Zu dieser Differenz für das Jahr 2015 siehe unten 3.3.

6) N-angepasste Fütterung Schweine (*AfU/LA-TG 2020*: 29)	65 t	Gering
«N-angepasste Fütterung auf reinen Mastschweinebetrieben und auf Betrieben mit Zucht- und Mastschweinehaltung mit > 5 GVE.»		
7) Bauliche Massnahmen Rindvieh (*AfU/LA-TG 2020*: 31)	ca. 13 t	Bis 3.3
«Bei bewilligungspflichtigen Bauten von Rindvieh-Laufställen für über 30 GVE, welche die Laufflächen betreffen, werden erhöhte Fressstände mit abgetrennten Fressplätzen sowie geneigte Laufflächen mit Harnsammelrinne und Schieber mit Rinnenräumer umgesetzt.»		
8) Feste Abdeckung Güllelager (*AfU/LA-TG 2020*: 35)	10 t	Keine
«Alle bestehenden offenen Behälter für die Lagerung von flüssigem Hof- und Recyclingdünger müssen abgedeckt werden.»		
9) Prüfen eines Forschungs- oder Ressourcenprojekts zur Reduktion des N-Gehalts im Futter von Geflügel und Schweinen (*AfU/LA-TG 2020*: 37)	unsicher	unsicher
10A) Ansäuerung von Gülle (*AfU/LA-TG 2020*: 38)	unsicher	unsicher
10B) Abklären des Wissensstands zur Wirkung von Güllezusatzstoffen auf die Ammoniakemissionen, ergänzend dazu Abklären Wissensstand Gülleseparierung (*AfU/LA-TG 2020*: 38)	unsicher	0.1
11) Projekt «Genussvolle ressourcenleichte Ernährung» (*AfU/LA-TG 2020*: 40)	unsicher	unsicher
12) Anträge an den Bund (*AfU/LA-TG 2020*: 41)	unsicher	unsicher
Insgesamt	**454 t – 514 t**	**26.9 – 32.1**

Zur Erreichung des vorgegebenen Etappenziels sollen – laut Kanton – in erster Linie alle möglichen und umsetzbaren technischen, betrieblichen und baulichen Massnahmen ausgeschöpft werden (*AfU/LA-TG 2020*: 7).

Erst falls das nicht ausreicht, könnte eine allfällige Tierzahlreduktion geprüft werden. Hingegen hält der Kanton eine Stabilisierung der durchschnittlichen Tierzahlen im Kanton Thurgau für den Erfolg und die Wirksamkeit des Massnahmenplans Ammoniak 2021–2030 für erstrebenswert (*AfU/LA-TG 2020*: 7).

Der Massnahmenplan sieht vor, dass Verstösse (die mangelhafte Durchsetzung der Massnahmen) mit einer Strafanzeige sanktioniert werden (*AfU/LA-TG 2020*: 43–44).

2.3. Ressourcenprogramm

Von 2008 bis 2013 profitierte der Kanton Thurgau von einem ***Ressourcenprogramm*** (gemäss ***Art. 77a und 77b LwG***). Das *Ressourcenprojekt Ammoniak Kanton Thurgau* (*Bleiker, Högger & Müdespacher 2015*)[41] wurde vom Landwirtschaftsamt (LA) durchgeführt[42]. Die effektiven Gesamtkosten des Programms für den Kanton und den Bund beliefen sich auf CHF 9'826'508 (*Ibid.*: 19).

Das Programm sah verschiedene Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung vor. Für jede Massnahme wurden Ziele festgelegt. Bei einer Massnahme wurde das Ziel erreicht, bei zwei Massnahmen fast und bei einer nur teilweise. Das gesamthafte Reduktionsziel wurde bei Weitem nicht erreicht.

Massnahmen (Zielerreichung %): Selbstdeklaration Hofdüngermanagement (73 %); Gülleausbringung mit dem Schleppschlauch (80 %); Schweinefütterung (14 %); einzelbetriebliche Projekte (80–160 %) (*Bleiker, Högger & Müdespacher 2015*: 7583).

Ziel des Projekts war eine Reduktion der Ammoniakemissionen um 532 t NH_3-N/a (18.3 % der Emissionen, gegenüber dem Referenzjahr 2006). Die tatsächliche Reduktion im Jahr 2013 betrug 240 t NH_3-N (8,3 % der Emissionen) (*Bleiker, Högger & Müdespacher 2015*: 30). **Das Programm hat sein Ziel nicht erreicht (45 % des Ziels wurden erreicht).**

[41] Der Schlussbericht ist nicht öffentlich zugänglich im Internet.
[42] Mit Unterstützung von Agridea und in Absprache mit dem Amt für Umwelt (AfU), dem Verband Thurgauer Landwirtschaft (VTL), den Thurgauer Milchproduzenten (TMP), dem Thurgauer Milchkäuferverband (TMKV), dem Thurgauer Verband für Landtechnik (TVLT), Suisseporcs Ostschweiz (SpO), dem Bildungs- und Beratungszentrum Arenenberg (BBZ), dem Maschinenring Boden-See-Rücken (MR BSR) und dem Maschinen- und Betriebshelferring Thurgau AG (MBR TG) (*Bleiker, Högger & Müdespacher 2015*: 8)

3. Monitoring

3.1. Umsetzungsmonitoring

Eine Zwischenbilanz zur Beurteilung der Umsetzung des **Massnahmenplans Ammoniak aus der Landwirtschaft 2021-2030** ist vom Kanton vorgesehen. Allerdings wurde uns kein Veröffentlichungsdatum mitgeteilt.

3.2. Entwicklung der Immissionen (Stand: 2020)

Die Ostschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein messen die Ammoniakimmissionen seit 2000 mit Passivsammlern (***OSTLUFT 2021a***: 2). Im Kanton Thurgau sind zudem elf aktive Messpunkte eingerichtet worden (***OSTLUFT 2021a***: 3-4).
«Die Belastung der Luft mit Ammoniak (NH_3) [in der Ostschweiz] bewegt sich seit 20 Jahren auf hohem Niveau ohne einheitliche Tendenz» ***(OSTLUFT 2021b).*** An den meisten Messstandorten des Ostschweizer Messnetzes liegt der Jahresmittelwert von Ammoniak in der Nähe oder über dem kritischen Wert *(Critical Level)* von 3 µg/m³, der für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder)[43] gilt. Er liegt deutlich über dem kritischen Wert *(Critical Level)* von 1 µg/m³, der für Moose und Flechten festgelegt wurde. In Gebieten mit hoher Viehdichte liegen die Werte deutlich über den Werten aus den Gebieten mit einem grösseren Anteil an Acker- und Gemüsebau ***(Ibid.).*** *«Seit Messbeginn von 2001 wird […] der Critical Load*[44] *für Wald andauernd überschritten, ohne eine klare Verbesserungstendenz»* ***(OSTLUFT 2020)***. **Die sieben am stärksten belasteten Messpunkte (von 22) liegen im Kanton Thurgau.**

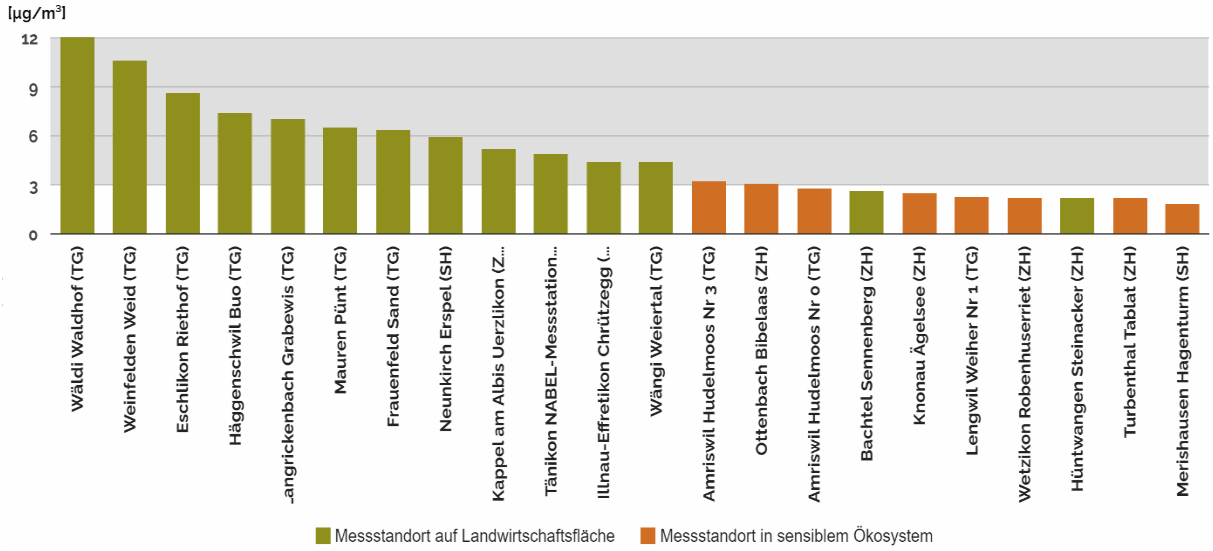


Abbildung 9. Vergleich der Jahresmittelwerte von Ammoniak [µg/m³] – Kantone Zürich, Schaffhausen und Thurgau. Der graue Teil liegt über dem kritischen Wert für höhere Pflanzen (3 µg/m³). Alle Werte liegen über dem kritischen Wert für Moose und Flechten (1 µg/m³). Grün sind Messpunkte in landwirtschaftlichen Gebieten; orange sind Messpunkte in empfindlichen Ökosystemen ***(OSTLUFT 2020)****. Die Abbildung wurde aus dem OSTLUFT-Jahresbericht 2019 übernommen, weswegen einige Beschriftungen nicht vollständig lesbar sind; der Standort «Tänikon NABEL-Messstation» liegt im Kanton Thurgau.*

3.3. Entwicklung der Emissionen

Der Kanton Thurgau führt ein Emissionskataster für Luftschadstoffe. Darin werden die Emissionen für 2005, 2010 und 2015 geschätzt. Darüber hinaus wurden im Rahmen des **Massnahmenplans Lufthygiene Kanton Thurgau 2021–2030** die Emissionen für das Jahr 2015 geschätzt (siehe Absatz unten). Schliesslich wurde im Rahmen des Ressourcenprogramms (siehe

[43] Die Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) hat den kritischen Wert für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) auf 3 µg/m³ mit einer Unsicherheitsspanne von 2 bis 4 µg/m³ festgelegt.
[44] Die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) beschreiben den höchsten Stickstoffeintrag, der noch tolerierbar ist, ohne die Ökosysteme schädlich zu verändern.

oben 2.3) mithilfe des Programms ***AGRAMMON*** eine Schätzung der Emissionen aus der Tierhaltung im Kanton Thurgau für die Jahre 2006 und 2013 vorgenommen.

Zum Jahr 2015 bleibt eine Unklarheit weiterhin unerklärt: Der **Massnahmenplan Lufthygiene Kanton Thurgau 2021-2030** bezieht sich einerseits auf das Emissionskataster des Kantons Thurgau (***AfU-TG 2020***: 23) und andererseits auf die Schätzungen eines nicht namentlich genannten externen Unternehmens (***Ibid.***: 33). Die erste Studie ergab eine jährliche Emissionsmenge von 2'591 t NH_3-N *über alle Bereiche hinweg*, während die zweite Studie eine Emissionsmenge von 2'659 t NH_3-N *nur aus der Nutztierhaltung ergab* – was darauf hindeutet, dass die Gesamtemissionen viel höher sind. Trotz unserer Anfragen erhielten wir keine methodischen Erklärungen für diese Diskrepanz, die zu Unklarheiten in den Zielen führt.

Jahr	t NH_3-N (Tierhaltung) – AGRAMMON	t NH_3-N (gesamt) – Kataster
2005	*n.a.*	2'850
2006	2'909	*n.a.*
2010	*n.a.*	2'630
2013	2'669	*n.a.*
2015	2'659	2'591
→ UZL	1'600	

4. Politik

4.1. Vorstösse (seit 2000)

Es ist nicht möglich, direkt auf Vorstösse in der Thurgauer Datenbank zu verlinken. Zu finden sind die Vorstösse hier: **Datenbank des Thurgauer Parlaments**.

> 11.08.2004 | Motion 163-3-26 | Ruedi Schnyder | Förderung von emissions- und verlustarmer Ausbringung von flüssigen Hofdüngern

5. Schlussfolgerungen

> Der Kanton sollte das im aktuellen ***Massnahmenplan Luftreinhaltung*** gesetzte Ziel **mit einer Umsetzungsfrist versehen** (Ziel: -38–40 % Emissionen ggb. 2015, damit die Einhaltung der *Critical Loads & Levels* gewährleistet ist).

> Der Thurgau sollte dringend einen **ambitionierten Absenkpfad** erarbeiten, dank dem die relevanten Grenzwerte (*Critical Loads & Levels)* künftig eingehalten werden können. Der Kanton sollte zudem festlegen, wie (mit welchen technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Massnahmen) und bis wann diese Werte erreicht werden sollen.

> Der Kanton sollte **regelmässig, öffentlich und transparent** über die ergriffenen Massnahmen und die Reduktion der Ammoniakemissionen **berichten**. Dazu sollte er regelmässig Zwischenevaluationen erstellen und publizieren und darauf basierend die Massnahmen anpassen.

> Zudem sollte der Kanton **den aktuellen Stand (2022) der Emissionen schätzen** (letzte Schätzung 2015), um abschätzen zu können, wie viel Reduktion vonnöten ist, damit die *Critical Loads & Levels* eingehalten werden können.

VII. KANTON ST. GALLEN (SG)

Zusammenfassung

> Die Ammoniak-Immissionsmessungen zeigen, dass die **Grenzwerte (*Critical Levels & Loads*)** für sensible Ökosysteme teils **stark überschritten** werden, teils massiv;

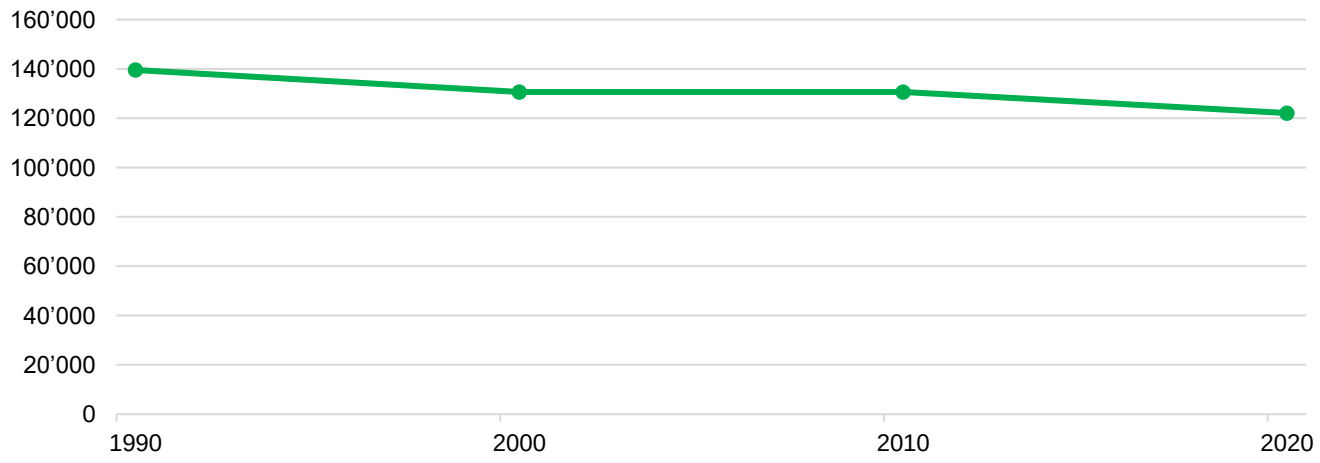
> die Entwicklung der Immissionen zeigt **keine einheitliche Tendenz**;

> die **Ammoniakemissionen** wurden im Kanton **nie geschätzt**;

> der Kanton hat sich keine Reduktionsziele gesetzt und hat auch keinen Massnahmenplan, welcher der Ammoniakreduktion gewidmet ist, **obwohl der Kanton St. Gallen zu den am stärksten von Ammoniakemissionen betroffenen Kantonen gehört.**

Wert	IST	
Nutztiere	**2000**	**2020**
Kantonaler Nutztierbestand (GVE)	130’704	122’122
– Entwicklung 2000–2020 (%)	-6.6 %	

Nutztiere im Kanton St. Gallen (GVE)



1. Kantonaler Rechtsrahmen

> ***sGS 672.1 - Einführungsgesetz zur eidgenössischen Umweltschutzgesetzgebung***: Regelt den Vollzug des Bundesgesetzes über den Umweltschutz und der dazugehörigen Verordnungen, insbesondere die Aufgabenteilung zwischen Kanton und Gemeinden.

2. Instrumente

2.1. Reduktionsziele

Der Kanton St. Gallen hat sich keine Reduktionsziele für Ammoniak gesetzt.
Da die Ammoniakemissionen des Kantons nie geschätzt wurden, kann daraus kein Ziel abgeleitet werden, das den Zielen des Bundes entspricht (Reduktion um mindestens 40 % gegenüber Referenzjahr 2005).

2.2. Massnahmenpläne

Zwar hat der Kanton St. Gallen einen **Massnahmenplan nach Luftreinhalteverordnung** verabschiedet und 1997 nachgeführt, doch finden sich darin keine Massnahmen bezüglich Ammoniak, Landwirtschaft oder Tierhaltung.

2.3. Ressourcenprogramm

Anders als andere Kantone hat der Kanton St. Gallen kein ***Ressourcenprogramm*** (gemäss ***Art. 77a und 77b LwG***) im Bereich Ammoniak durchgeführt.
Allerdings zieht der Kanton im Rahmen eines Postulatsberichts mit dem Titel **Perspektiven der St. Galler Landwirtschaft** die Möglichkeit eines Ressourcenprogramms im Bereich Ammoniak (u. a.) in Betracht (***SG-RR 2020***: 63).

3. Monitoring

3.1. Umsetzungsmonitoring

Der Kanton hat in Bezug auf Ammoniak keine Ziele oder Massnahmen ergriffen.

3.2. Entwicklung der Immissionen (Stand: 2020)

Die Ostschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein messen seit 2000 die Ammoniakimmissionen mit Passivsammlern (***OSTLUFT 2021a***: 2). Im Kanton St. Gallen sind zudem fünf aktive Messpunkte eingerichtet (***Ibid.***: 3-4).

«Die Belastung der Luft mit Ammoniak (NH_3) [in der Ostschweiz] bewegt sich seit 20 Jahren auf hohem Niveau ohne einheitliche Tendenz» ***(OSTLUFT 2021b).*** An den meisten Messstandorten des Ostschweizer Messnetzes liegt der Jahresmittelwert von Ammoniak in der Nähe oder über dem kritischen Wert *(Critical Level)* von 3 µg/m³, der für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder)[45] gilt. Er liegt deutlich über dem kritischen Wert *(Critical Level)* von 1 µg/m³, der für Moose und Flechten festgelegt wurde In Gebieten mit hoher Viehdichte liegen die Werte deutlich über den Werten aus Gebieten mit mehr Acker- und Gemüsebau (***Ibid.***). *«Seit Messbeginn von 2001 wird [...] der Critical Load*[46] *für Wald andauernd überschritten, ohne eine klare Verbesserungstendenz»* ***(OSTLUFT 2020).***

Im Laufe des Jahres 2018 hat das Amt für Umwelt des Kantons St. Gallen die Ammoniakkonzentrationen an vier Messpunkten gemessen. *«Diese zeigten an drei von vier Standorten massive Überschreitungen der Critical Level»* **(AFU-SG 2019: 8)**. Zwei dieser Messpunkte lagen in der Nähe von sensiblen Ökosystemen (Flachmoore): Diese waren stärker bzw. kaum weniger stark mit Ammoniak belastet als ein äusserst landwirtschaftlich geprägter Standort; die Konzentrationen an einem dieser Messpunkte in der Nähe eines Flachmoores (Altstätten, Bannriet) gehören zu den 5 % am stärksten mit Ammoniak belasteten Standorten der Schweiz (***Ibid***: 8).

[45] Die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) hat den kritischen Wert für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) auf 3 µg/m³ mit einer Unsicherheitsspanne von 2 bis 4 µg/m³ festgelegt.
[46] Die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) beschreiben den höchsten Stickstoffeintrag, der noch tolerierbar ist, ohne die Ökosysteme schädlich zu verändern.

3.3. Entwicklung der Emissionen

An dieser Stelle können keine Aussagen gemacht werden, der Kanton St. Gallen hat seine Ammoniakemissionen nicht geschätzt.

4. Politik

4.1. Parlamentarische Vorstösse (seit 2000)

Keine.

5. Schlussfolgerungen

> Der Kanton St. Gallen sollte dringend einen **ambitionierten Absenkpfad** erarbeiten, der sicherstellt, dass die relevanten Grenzwerte (*Critical Loads & Levels)* künftig eingehalten werden können. Der Kanton sollte zudem festlegen, wie (mit welchen technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Massnahmen) und bis wann diese Werte erreicht werden sollen.

> Der Kanton sollte **regelmässig, öffentlich und transparent** über die ergriffenen Massnahmen und die Reduktion der Ammoniakemissionen **berichten**. Dazu sollte er regelmässig Zwischenevaluationen erstellen und publizieren und darauf basierend die Massnahmen anpassen.

> Zudem sollte der Kanton **den Stand der Emissionen schätzen** (für die Jahre 2005 und 2022), um abschätzen zu können, wie viel Reduktion vonnöten ist, damit die *Critical Loads & Levels* eingehalten werden können.

VIII. KANTON APPENZELL AUSSERRHODEN (AR)

Zusammenfassung

> Die Ammoniak-Immissionsmessungen zeigen, dass die **Grenzwerte (*Critical Levels & Loads*)** für sensible Ökosysteme teils **überschritten** werden;

> die Entwicklung der Immissionen zeigt **keine einheitliche Tendenz**;

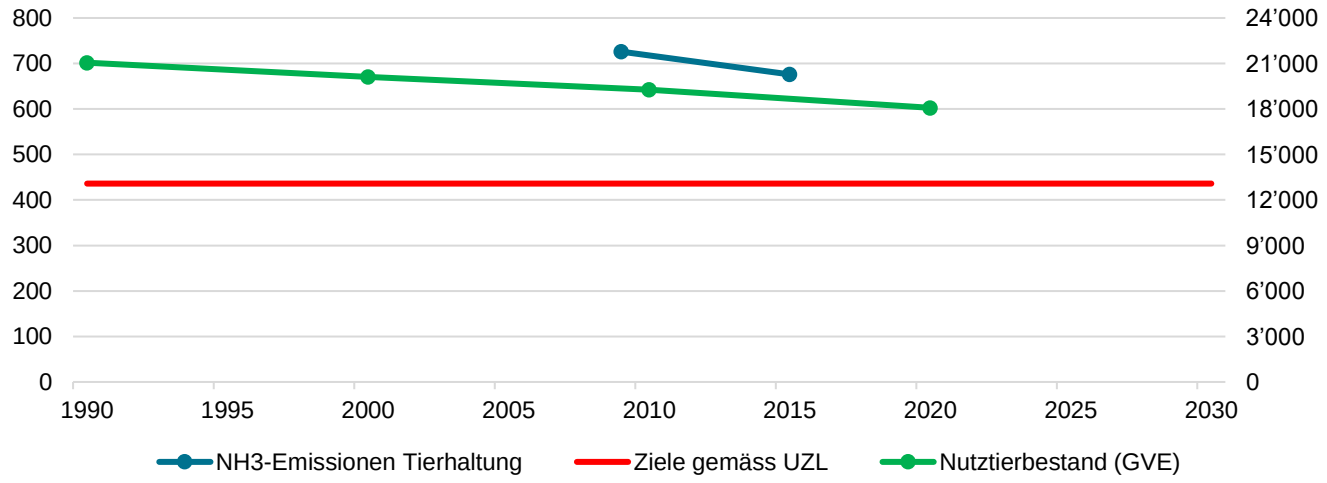
> die **Ammoniakemissionen** (Stand: 2015) müssen noch um **ca. 36 % (240 t NH_3-N/a) reduziert werden**, damit der Kantonsbeitrag zur Einhaltung der *Critical Loads* (Umweltziele Landwirtschaft) auf nationaler Ebene geleistet wird;

> der Kanton hat sich zum Ziel gesetzt, die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung **um ca. 9 %** zu reduzieren (ggb. Referenzjahr 2008), er hat aber **keine Umsetzungsfrist** gesetzt;

> der Rückgang der Ammoniakemissionen (9 % Emissionsreduktion in 6 Jahren) folgt dem Rückgang des Nutztierbestands, wobei die Emissionen etwas schneller zurückzugehen scheinen – wahrscheinlich aufgrund der Massnahmen des Ressourcenprojekts.

Wert	IST		SOLL
Ammoniakemissionen	**2009**	**2015**	**Zielvorgabe gemäss UZL/EKL**
– aus der Tierhaltung (t NH_3-N/a)	726	676	436[47]
– pro ha LN (kg NH_3-N/ha)	60	57	37
Nutztiere	**2000**	**2020**	
Kantonaler Nutztierbestand (GVE)	20’106	18’077	
– Entwicklung 2000–2020 (%)	-10.1 %		

Ammoniak und Tierhaltung im Kanton Appenzell Ausserrhoden



[47] Eigene Berechnung, basierend auf dem *Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes* (***Bundesrat 2009***: 12), den Umweltzielen Landwirtschaft (UZL) (***BAFU & BLW 2016***: 55–59) und den aktuelleren Schlussfolgerungen der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) (***EKL 2020***: 16), wonach die Ammoniakemissionen um ca. 40 % reduziert werden müssen, um die *Critical Loads* für Stickstoff nicht zu überschreiten.

1. Kantonaler Rechtsrahmen

> ***bGS 814.0 – Gesetz über die Einführung der Bundesgesetze über den Umweltschutz und über den Schutz der Gewässer***: klärt die kantonalen Zuständigkeiten im Bereich des Umwelt- und Gewässerschutzes. Art. 27 weist darauf hin, dass Massnahmenpläne nach Art. 31 LRV durchgeführt werden müssen, wenn übermässige Immissionen festgestellt werden. Art. 28 legt die Regeln für das Ausbringen von Hofdünger im Hinblick auf mögliche Geruchsbelastungen fest.

2. Instrumente

2.1. Reduktionsziele

Der Kanton Appenzell Ausserrhoden hat sich in seinem **Massnahmenplan Luftreinhaltung – Aktualisierung 2008** (siehe unten 2.2) das Ziel gesetzt, die Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung gegenüber dem Referenzjahr 2008 um **70 t NH_3-N/a (-9 %)** zu reduzieren, der Kanton hat jedoch keine Umsetzungsfrist festgelegt (***AfU-AR 2008***: 31).

Mit Blick auf die Reduktionsziele anderer Kantone (z. B. ZG: -50 % der Emissionen aus der Tierhaltung gegenüber 2000; ZH: -40 % der Gesamtemissionen gegenüber 2005) und auf die Zielsetzung des Bundes[48] können jedoch auch Annahmen für Appenzell Ausserrhoden getroffen werden. Demnach wäre auch im Kanton Appenzell Ausserrhoden eine Reduktion der Ammoniakemissionen um mindestens 40 % gegenüber dem Referenzjahr 2005 nötig, damit die *Critical Loads*[49] für Stickstoff nicht mehr überschritten werden.

Nun liegen zwar für das Referenzjahr 2005 im Kanton Appenzell Ausserrhoden keine Schätzungen zu den Ammoniakemissionen vor, doch im Jahr 2009 hat der Kanton die Emissionen im Rahmen des **Ressourcenprojekts zur Verminderung der Ammoniakverluste im Kanton Appenzell Ausserrhoden** geschätzt.

Geht man davon aus, dass die Ammoniakemissionen aus dem Jahr 2009 um ungefähr 40 % reduziert werden müssen, um die *Critical Loads* für Stickstoff einzuhalten, liegt die neue Höchstgrenze für Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft dementsprechend bei ca. **436 t NH_3-N/a (ca. 37 kg/ha).**

2.2. Massnahmenplan

Der Kanton Appenzell Ausserrhoden verabschiedete im Jahr 2008 seinen **Massnahmenplan Luftreinhaltung – Aktualisierung 2008** (gemäss ***Art. 44a USG*** und ***Art. 31-34 LRV***). Dieser Plan enthält Reduktionsziele für die Ammoniakemissionen (siehe oben 2.1) und das Reduktionspotenzial der Massnahmen wurde quantifiziert.

Die Gesamtkosten der ammoniakbezogenen Massnahmen wurden auf CHF 45'000 geschätzt (***AfU-AR 2008***: 31). Dabei handelt es sich um die Entwicklungskosten und nicht um die Umsetzungskosten (siehe unten 2.3).

Geltende Massnahmen (2008):

Massnahme / Inhalt	Reduktion NH_3-N	Kosten (CHF)
LW1 Verbesserung der Stickstoff-Nutzung, Minimierung der Ammoniakverluste (***AfU-AR 2008***: 42)	60 t	15'000
«Der Kanton erarbeitet zusammen mit den interessierten Kreisen ein Projekt im Sinne von **Art. 77a LwG** *(***Ressourcenprogramm***). Mit dem Projekt werden das Potenztial für eine bessere Stickstoffnutzung und Minimierung der Ammoniakverluste erhoben, Ziele und Massnahmen festgelegt sowie die Umsetzung geplant (Kosten, Finanzierung, Zuständigkeiten, Controlling).* *Das Projekt wird dem Bundesamt für Landwirtschaft zur Genehmigung vorgelegt und anschliessend umgesetzt.»*		
LW2 Technische Anforderungen zur Minimierung der Ammoniakverluste bei Bauvorhaben (***AfU-AR 2008***: 43)	5 t	20'000

[48] Luftreinhaltestrategie des Bundes (***Bundesrat 2009***: 5952), Umweltziele Landwirtschaft (UZL) (***BAFU & BLW 2016***: 55–59) Schlussfolgerungen der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) (***EKL 2020***: 16).
[49] Die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) beschreiben den höchsten Stickstoffeintrag, der noch tolerierbar ist, ohne die Ökosysteme schädlich zu verändern.

«1. Für landwirtschaftliche Bauten mit Nutztierhaltung sind in Zusammenarbeit mit Bau- und Betriebsfachleuten lufthygienische Anforderungen zur Minimierung der Ammoniak-Verluste nach dem Stand der Technik festzulegen. Die einzelbetriebliche Beurteilung ist auf schweizerisch einheitliche Berechnungswerkzeuge abzustützen. *2. Für die Bewilligung von landwirtschaftlichen Neubauten oder von bewilligungspflichtigen Anpassungen bestehender Bauten ist ein Nachweisverfahren auszuarbeiten, welches sicherstellt, dass die notwendigen baulichen und betrieblichen Vorkehren zur Minimierung der Ammoniak-Verluste nach den vorgegebenen Anforderungen (vgl. Ziff. 1) getroffen werden.»*		
LW3 Abluft-Nachbehandlung zur Minimierung der Ammoniakverluste (***AfU-AR 2008***: 44)	4 t	10'000
«Minderung der fassbaren Ammoniak-Emissionen um 50 % bei Tierhaltungsanlagen mit einem Schweinebestand von mehr als 100 GVE bzw. einem Geflügelbestand von mehr als 30 GVE.»		
Total	**69 t**	**45'000**

2.3. Ressourcenprogramm

Von 2010 bis 2015 profitierte der Kanton Appenzell Ausserrhoden von einem ***Ressourcenprogramm*** (gemäss ***Art. 77a und 77b LwG***) für die Umsetzung der Massnahme LW1 des **Massnahmenplans Luftreinhaltung – Aktualisierung 2008**. Die effektiven Gesamtkosten des **Ressourcenprojekts zur Verminderung der Ammoniakverluste im Kanton Appenzell Ausserrhoden** für den Kanton und den Bund beliefen sich auf CHF 3'194'314 (***Mühlebach 2016***: 6).

Das Programm sah verschiedene Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung vor. Für jede Massnahme wurde festgelegt, wie häufig sie umgesetzt werden soll. Bei einer der Massnahmen wurde das gesetzte Ziel erreicht, bei zwei weiteren Massnahmen nur teilweise, und bei einer Massnahme wurde das Ziel verfehlt. Das übergeordnete Reduktionsziel wurde dementsprechend nicht ganz erreicht.

Massnahmen (Zielerreichung %): Hofdüngermanagement (57 %); Schleppschlaucheinsatz (70 %); Punktesystem (97 %); einzelbetriebliche Massnahmen (4 %) (***Mühlebach 2016***: 6).

Ziel des Projekts war eine Reduktion der Ammoniakemissionen um 83 t NH_3-N/a (11 % der Emissionen, gegenüber Referenzjahr 2008). Die tatsächliche Reduktion im Jahr 2015 betrug 67 t NH_3-N (9 % der Emissionen) (***Mühlebach 2016***: 12). **Das Programm hat sein Ziel nicht ganz erreicht (81 % des Ziels).**

3. Monitoring

3.1. Umsetzungsmonitoring

> Die Massnahme LW1 wurde anlässlich des **Ressourcenprojekts zur Verminderung der Ammoniakverluste im Kanton Appenzell Ausserrhoden** (siehe oben 2.3) umgesetzt.
> Der Kanton betrachtet die Massnahme LW2 aufgrund der Veröffentlichung der Vollzugshilfe ***Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft (BAFU/BLW)*** im Jahr 2021 für hinfällig. Noch offen ist allerdings der Vollzug der neuen Richtlinien.
> Massnahme LW3 wurde nicht realisiert.

Der Kanton Appenzell Ausserrhoden selbst hat intern Bilanz gezogen zu den Resultaten des Massnahmenplans, dazu jedoch keinen Bericht veröffentlicht.

3.2. Entwicklung der Immissionen (Stand: 2020)

Die Ostschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein messen die Ammoniakimmissionen seit 2000 mit Passivsammlern (***OSTLUFT 2021a***: 2). Im Kanton Appenzell Ausserrhoden ist zudem ein aktiver Messpunkt eingerichtet (***Ibid.***: 3-4), 2021 wurden zwei aktive Messpunkte in Naturschutzgebieten aufgestellt.

«Die Belastung der Luft mit Ammoniak (NH_3) [in der Ostschweiz] bewegt sich seit 20 Jahren auf hohem Niveau ohne einheitliche Tendenz» ***(OSTLUFT 2021b).*** An den meisten Messstandorten des Ostschweizer Messnetzes liegt der Jahresmittelwert von Ammoniak in der Nähe oder oberhalb des kritischen Grenzwerts *(Critical Level)* von 3 µg/m³, der für höhere Pflanzen

(Gräser und Wälder)[50] gilt. Der einzige Messpunkt im Kanton, der sich auf einer trockenen Wiese befindet, zeigt ebenfalls einen sehr hohen Jahresmittelwert von ***5,1*** µg/m³. Er liegt damit deutlich über dem kritischen Wert *(Critical Level)* von 1 µg/m³, der für Moose und Flechten festgelegt wurde. In Gebieten mit hoher Viehdichte liegen die Werte deutlich über den Werten aus Gebieten mit mehr Acker- und Gemüsebau ***(Ibid.).*** *«Seit Messbeginn von 2001 wird […] der Critical Load für Wald andauernd überschritten, ohne eine klare Verbesserungstendenz»* ***(OSTLUFT 2020).***

3.3. Entwicklung der Emissionen

Anlässlich des **Ressourcenprojekts zur Verminderung der Ammoniakverluste im Kanton Appenzell Ausserrhoden** (siehe oben 2.3) schätzte der Kanton Appenzell Ausserrhoden seine Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft mithilfe des Programms ***AGRAMMON***.

Jahr	t NH_3-N (Tierhaltung) – IST und SOLL	Ziele (%)
2009	726	*keine*
2015	676	*keine*
→ Massnahmenplan	661	-9 % ggb. 2009
→ UZL	**436**	**-40 % ggb. 2009**

4. Politik

4.1. Vorstösse (seit 2000)

Es wurden keine parlamentarischen Vorstösse zu diesem Thema eingereicht (seit 2000).

5. Schlussfolgerungen

> Appenzell Ausserrhoden sollte dringend einen **ambitionierten Absenkpfad** erarbeiten, um sicherzustellen, dass die relevanten Grenzwerte (*Critical Loads & Levels)* künftig eingehalten werden können. Der Kanton sollte zudem festlegen, wie (mit welchen technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Massnahmen) und bis wann diese Werte erreicht werden sollen.

> Dafür könnte der Kanton den **Massnahmenplan** (der vor 14 Jahren in Kraft getreten ist) **aktualisieren**.

> Der Kanton sollte **regelmässig, öffentlich und transparent** über die ergriffenen Massnahmen und die Reduktion der Ammoniakemissionen **berichten**. Dazu sollte er regelmässig Zwischenevaluationen erstellen und publizieren, sowie basierend darauf die Massnahmen anpassen.

> Zudem sollte der Kanton den **aktuellen Stand (2022) der Emissionen schätzen** (letzte Schätzung 2015), um abschätzen zu können, wie viel Reduktion vonnöten ist, damit die *Critical Loads & Levels* eingehalten werden können.

[50] Die Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) hat den kritischen Wert für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) auf 3 µg/m³ mit einer Unsicherheitsspanne von 2 bis 4 µg/m³ festgelegt.

IX. KANTON APPENZELL INNERRHODEN (AI)

Zusammenfassung

> Die Ammoniak-Immissionsmessungen zeigen, dass die **Grenzwerte (*Critical Levels & Loads*)** für sensible Ökosysteme teils **überschritten** werden;

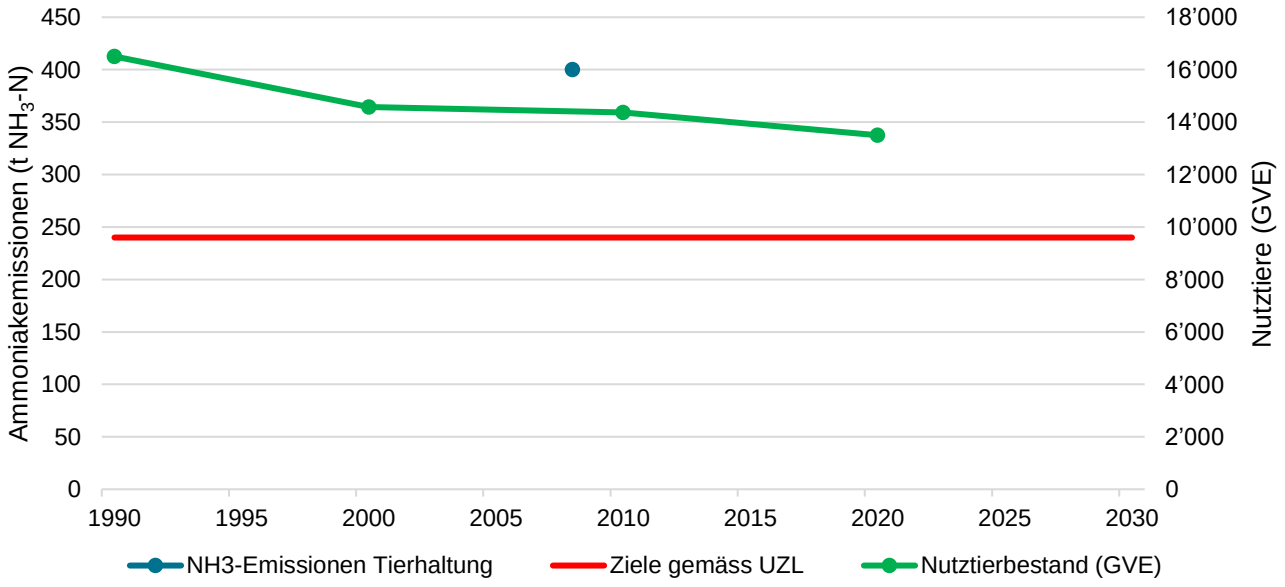
> die Entwicklung der Immissionen zeigt **keine einheitliche Tendenz**;

> die **Ammoniakemissionen** müssen gegenüber 2008 um **ca. 40 % (160 t NH_3-N/a) reduziert werden**, damit der Kantonsbeitrag zur Einhaltung der *Critical Loads* (Umweltziele Landwirtschaft) auf nationaler Ebene geleistet wird;

> der Kanton hat sich **keine Ziele zur Reduktion der Ammoniakemissionen gesetzt** und auch **keinen Massnahmenplan** ausgearbeitet (Massnahmenplan derzeit in Ausarbeitung);

Wert	IST		SOLL
Ammoniakemissionen	**2008**		**Zielvorgabe gemäss UZL/EKL**
– aus der Tierhaltung (t NH_3-N/a)	400		240[51]
– pro ha LN (kg NH_3-N/ha)	56		34
Nutztiere	**2000**	**2020**	
Kantonaler Nutztierbestand (GVE)	14’572	13’501	
– Entwicklung 2000–2020 (%)	-7.3 %		

Ammoniak und Tierhaltung im Kanton Appenzell Innerrhoden



[51] Eigene Berechnung, basierend auf dem *Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes* (***Bundesrat 2009***: 12), den Umweltzielen Landwirtschaft (UZL) (***BAFU & BLW 2016***: 55–-59) und den aktuelleren Schlussfolgerungen der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) (***EKL 2020***: 16), wonach die Ammoniakemissionen um ca. 40 % reduziert werden müssen, um die *Critical Loads* für Stickstoff nicht zu überschreiten.

1. Kantonaler Rechtsrahmen

Im Kanton Appenzell Innerrhoden gibt es keine kantonale Gesetzgebung zu Ammoniak und zur Gülleausbringung.

2. Instrumente

2.1. Reduktionsziele

Der Kanton Appenzell Innerrhoden hat keine Ziele zur Reduktion der Ammoniakemissionen.

Mit Blick auf die Reduktionsziele anderer Kantone (z. B. ZG: -50 % der Emissionen aus der Tierhaltung gegenüber 2000; ZH: -40 % der Gesamtemissionen gegenüber 2005) und auf die Zielsetzung des Bundes[52] können jedoch auch für Appenzell Innerrhoden Annahmen getroffen werden. Demnach wäre auch im Kanton Appenzell Innerrhoden eine Reduktion der Ammoniak-Emissionen um mindestens 40 % gegenüber dem Referenzjahr 2005 nötig, damit die *Critical Loads*[53] für Stickstoff nicht mehr überschritten werden.

Nun liegt zwar für das Referenzjahr 2005 im Kanton Ammoniak Innerrhoden keine Schätzung zu den Ammoniakemissionen vor, doch der Kanton hat die Emissionen im Jahr 2008 im Rahmen des Berichtes *Ressourcenprojekt zur Verminderung der Ammoniakverluste im Kanton Appenzell Innerrhoden* geschätzt. Da die Zahl der Nutztiere zwischen 2005 und 2008 stabil geblieben ist, ist es unwahrscheinlich, dass sich die Emissionen aus der Tierhaltung in diesen Jahren signifikant verändert haben.

Geht man davon aus, dass die Ammoniakemissionen aus dem Jahr 2008 um 40 % reduziert werden müssen, um die *Critical Loads* für Stickstoff einzuhalten, liegt die neue Höchstgrenze für Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft dementsprechend bei **ca. 240 t NH_3-N/a (ca. 34 kg/ha).**

2.2. Massnahmenpläne

Der Kanton Appenzell Innerrhoden hat derzeit keinen gültigen Massnahmenplan zur Reduktion der übermässigen Ammoniakemissionen aufgestellt. Die kantonalen Behörden arbeiten derzeit an der Erstellung eines Massnahmenplans zur Luftreinhaltung, der auch Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakemissionen enthalten soll. Der Inhalt des Massnahmenplans ist derzeit noch unbekannt.

2.3. Ressourcenprojekt

Von 2010 bis 2015 profitierte der Kanton Appenzell Innerrhoden von einem ***Ressourcenprogramm*** (gemäss ***Art. 77a und 77b LwG***). Die effektive Gesamtkosten des *Ressourcenprojekt zur Verminderung der Ammoniakverluste im Kanton Appenzell Innerrhoden*[54] beliefen sich für den Bund auf CHF 2'037'851. Der Bericht enthält keine Angaben zu den vom Kanton getragenen Kosten.

Das Programm sah verschiedene Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung vor. Für jede Massnahme wurde festgelegt, wie häufig sie umgesetzt werden soll. Bei einer Massnahme wurde das Ziel fast erreicht, bei drei anderen Massnahmen nicht.

Massnahmen (Zielerreichung %): Hofdüngermanagement (63 %); Schleppschlaucheinsatz (96 %); Abluftwäscher (13 %); einzelbetriebliche Massnahmen (0 %)

Ziel des Projekts war eine Reduktion der Ammoniakemissionen um 32 t NH_3-N/a (-8 % der Emissionen bis 2015 in Bezug auf das Referenzjahr 2008) **Die Wirkung des Projektes zur Ammoniakreduktion wurde nach Abschluss weder gemessen noch geschätzt, der Nutzen oder allfällige Erfolg des Projekts wurde also nicht kontrolliert.**

Im Anschluss an dieses Projekt beschlossen die Ämter für Landwirtschaft und Umwelt des Kantons Appenzell Innerrhoden, ihre Zusammenarbeit in Bezug auf die Düngepraxis und den Gewässerschutz in der Landwirtschaft zu intensivieren. So

[52] Luftreinhaltestrategie des Bundes (***Bundesrat 2009***: 5952), Umweltziele Landwirtschaft (UZL) (***BAFU & BLW 2016***: 55–59), Schlussfolgerungen der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL) (***EKL 2020***: 16).
[53] Die kritischen Belastungen (*Critical Loads*) beschreiben den höchsten Stickstoffeintrag, der noch tolerierbar ist, ohne die Ökosysteme schädlich zu verändern.
[54] Der Abschlussbericht ist nicht öffentlich im Internet verfügbar – er ist auf Anfrage bei der kantonalen Verwaltung erhältlich.

veröffentlichte der Kanton 2020 ein **Konzept Gülleaustrag** (***LFD/BUD-AI 2020***), in dem mehrere Merkblätter zur Düngepraxis zur Vermeidung von übermässigen Ammoniakemissionen zusammengefasst sind. Und es wurde eine Informationsplattform eingerichtet, die über die geltenden Ausbringungsrichtlinien informiert (***ai.ch/duengen***).

3. Monitoring

3.1. Umsetzungsmonitoring

Es wurden keine Reduktionsziele festgelegt und kein Massnahmenplan verabschiedet. Seit Inkrafttreten des **Konzept Gülleaustrag** wurde keine Zwischenbilanz erstellt.

3.2. Entwicklung der Immissionen (Stand: 2020)

Die Ostschweizer Kantone und das Fürstentum Liechtenstein messen seit 2000 die Ammoniakimmissionen mit Passivsammlern (***OSTLUFT 2021a***: 2). Im Kanton Appenzell Innerrhoden sind vier aktive Messpunkte eingerichtet (***Ibid.***: 3–4).

«Die Belastung der Luft mit Ammoniak (NH_3) [in der Ostschweiz] bewegt sich seit 20 Jahren auf hohem Niveau ohne einheitliche Tendenz» ***(OSTLUFT 2021b).*** An den meisten Messstandorten des Ostschweizer Messnetzes liegt der Jahresmittelwert von Ammoniak in der Nähe oder oberhalb des kritischen Werts *(Critical Level)* von 3 µg/m³, der für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder)[55] gilt. Er liegt deutlich über dem kritischen Wert *(Critical Level)* von 1 µg/m³, der für Moose und Flechten festgelegt wurde; so weist z.B. der Messpunkt Gontenbad, der in unmittelbarer Nähe von Hoch- und Flachmooren von nationaler Bedeutung liegt, einen Jahresmittelwert auf, der die kritische Grenze bis zu 6-fach überschreitet (***LA/AfU-AI 2020***: 2). In Gebieten mit hoher Viehdichte liegen die Werte deutlich über den Werten aus Gebieten mit mehr Acker- und Gemüsebau (***OSTLUFT 2021b***). *«Seit Messbeginn von 2001 wird […] der Critical Load für Wald andauernd überschritten, ohne eine klare Verbesserungstendenz»* ***(OSTLUFT 2020).***

Entwicklung Ammoniakkonzentration

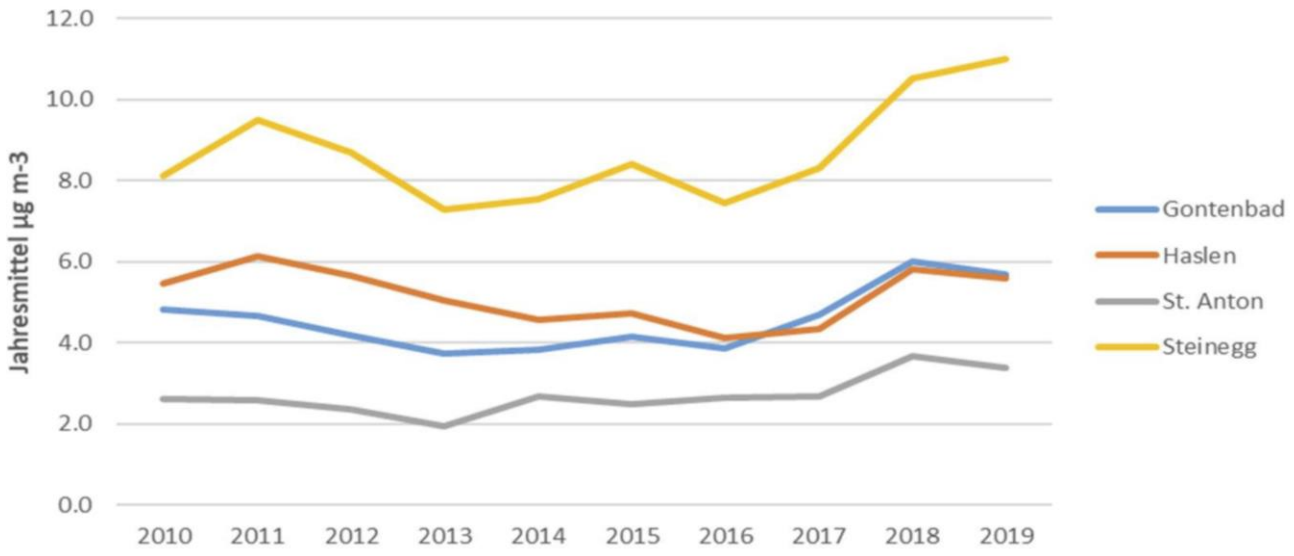


*Abbildung 10. Entwicklung der Jahresmittelwerte von Ammoniak [µg/m³] – Kanton Appenzell Innerrhoden. Die kritischen Werte für die empfindlichen Ökosysteme höhere Pflanzen (3 µg/m³) sowie Moose und Flechten (1 µg/m³) werden fast überall systematisch überschritte (**LA/AfU-AI 2020**: 2).*

[55] Die Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE) hat den kritischen Wert für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder) auf 3 µg/m³ mit einer Unsicherheitsspanne von 2 bis 4 µg/m³ festgelegt.

3.3. Entwicklung der Emissionen

Anlässlich des *Ressourcenprojekts zur Verminderung der Ammoniakverluste im Kanton Appenzell Innerrhoden* (siehe oben 2.3) schätzte der Kanton Appenzell Innerrhoden seine Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft mithilfe des Programms DYNAMO.

Die geschätzten Emissionen für **2008** betrugen **400 t NH_3-N (46 kg/ha LN)**. Seither wurden keine Emissionsschätzungen mehr durchgeführt, sodass keine Aussagen über die jüngsten Entwicklungen gemacht werden können.

4. Politik

4.1. Parlamentarische Vorstösse

Die Datenbank vom Kanton Appenzell Innerrhoden hat keine Suchfunktion.

5. Schlussfolgerungen

> Appenzell Innerrhoden sollte dringend einen **ambitionierten Absenkpfad** erarbeiten, der sicherstellt, dass die relevanten Grenzwerte (*Critical Loads & Levels)* künftig eingehalten werden können. Der Kanton sollte zudem festlegen, wie (mit welchen technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Massnahmen) und bis wann diese Werte erreicht werden sollen.

> Der Kanton sollte **regelmässig, öffentlich und transparent** über die ergriffenen Massnahmen und die Reduktion der Ammoniakemissionen **berichten**. Dazu sollte er regelmässig Zwischenevaluationen erstellen und publizieren und darauf basierend die Massnahmen anpassen.

> Zudem sollte der Kanton **den aktuellen Stand (2022) der Emissionen schätzen** (letzte Schätzung 2008), um abschätzen zu können, wie viel Reduktion vonnöten ist, damit die *Critical Loads & Levels* eingehalten werden können.

Die Tierhaltung ist vielerorts intensiv und belastet die Umwelt. Anstatt Viehhaltung zu betreiben und dafür auch noch wertvolle Ackerböden für dem Futteranbau zu opfern, sollten Ackerböden vermehrt für den Anbau von Pflanzen für den direkten menschlichen Verzehr verwendet werden.
Im Bild: Senfanbau in der Nähe von Willisau/LU.
© Kurt Eichenberger, WWF

Kapitel 4. Forderungen an Politik und Behörden

Diese Forderungen wurden von den Auftraggebern (*WWF Schweiz, Pro Natura, BirdLife Schweiz, Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz*) erarbeitet. Sie richten sich als politische Forderungen an das Parlament, den Bund und an die Kantone. Sie wurden auf der Grundlage der Ergebnisse des vorliegenden Berichts und unter Berücksichtigung des aktuellen Stands der Wissenschaft abgeleitet.

Allgemeine Forderungen

> Anpassung der landwirtschaftlichen Produktionsintensität an das Potenzial und die ökologische Tragfähigkeit des Standortes. Tierbestände und -rassen an der regionalen Futterbasis des Grünlandes ausrichten sowie Einsatz und Import von Kraftfutter verringern;

> Einsatz und Import von Stickstoff- und Phosphordünger im Pflanzenbau reduzieren;

> Ersatz von Mineraldünger durch Hofdünger;

> Steigerung des Anteils pflanzlicher Kalorien für die direkte menschliche Ernährung gegenüber tierischen Kalorien bei der Kalorienproduktion in der Schweiz. Damit verbunden ist eine deutliche Verringerung des Anbaus von Futterpflanzen (Mais, Getreide usw.) auf ackerfähigen Böden;

> Förderung eines höheren Anteils pflanzlicher Proteine (im Vergleich zu tierischen) in der menschlichen Ernährung und Unterstützung eines suffizienten, umweltbewussten Konsumverhaltens sowie Reduktion von Nahrungsmittelverlusten;

> Abschaffung oder Umgestaltung von Subventionen, welche direkt oder indirekt Stickstoff- und Phosphorüberschüsse sowie -emissionen verursachen (Gemäss WSL 2020, Biodiversitätsschädigende Subventionen in der Schweiz. Grundlagenbericht);

> Verringerung von Stickstoff- und Phosphorüberschüssen sowie -emissionen durch organisatorische und technische Massnahmen in der Landwirtschaft wie z. B. Verbreitung von Praktiken, welche die Stickstoff- und Phosphorauswaschung sowie die Stickstoffemissionen in die Luft vermindern;

> Reduktion der grossräumig vorkommenden übermässigen Stickstoffeinträge in naturnahe Ökosysteme (Wälder, Hochmoore, Flachmoore, artenreiche Trockenwiesen und -weiden) durch eine Minderung der Ammoniakemissionen in die Luft, die zum Erreichen des Umweltziels Landwirtschaft für stickstoffhaltige Luftschadstoffe erforderlich ist;[1]

> Vermeidung von neuen, zusätzlichen Stickstoff- und Phosphoreinträgen in intakte, noch wenig belastete Gebiete;

> Verringerung von Emissionen durch planerische und technische Massnahmen in Verkehr, Industrie und Gewerbe.

Forderungen an das Parlament

> Standortangepasste und somit an die regionale Futterbasis des Grünlandes ausgerichtete Tierbestände räumlich differenziert bezeichnen und als Vorgabe in den ÖLN aufnehmen;

> Unterstützungsfond für Landwirtschaftsbetriebe, welche aus der Tierhaltung aussteigen oder die Viehdichte reduzieren und vermehrt auf die Produktion pflanzenbasierter Kalorien für die menschliche Ernährung umstellen;

> Kostenwahrheit stärken: Einsatz und Import von Kraftfutter via Verteuerung und Limitierung der Menge (Zölle, Kontingentierung, Lenkungsabgaben, Erhöhung der Mehrwertsteuersätze) einschränken;

> Versorgungssicherheitsbeiträge ausschliesslich für den Anbau von Kulturen, die der direkten menschlichen Ernährung dienen, sowie für die Raufutterproduktion im Rahmen ökologisch sinnvoller Fruchtfolgen und auf Flächen, die nicht für den Anbau von Ackerkulturen geeignet sind;

> die Produktion und den Konsum von pflanzlichem Protein für den direkten menschlichen Konsum proaktiv fördern;

> Kostenwahrheit stärken via Berücksichtigung der externen Kosten bei den Konsumentenpreisen;

> Einführung eines Moratoriums für Bauprojekte, deren Folge eine Erhöhung der Tierzahlen ist, solange die Immissionsgrenzwerte für sensible Ökosysteme (Critical Loads & Levels) überschritten werden;

> Abschaffung der staatlichen Absatzförderung für Fleisch- und Milchprodukte.

Forderungen an den Bundesrat und an die Verwaltung

Wahrnehmung der Oberaufsicht des Bundes:

- Erarbeiten eines einheitlichen Leitfadens für die Analyse und die Berichterstattung gegenüber dem Bund, für eine bessere Vergleichbarkeit der kantonalen Massnahmen und der Zielerreichung;
- transparente Festlegung der kantonalen Reduktionsziele sowie Ausscheiden von Sanierungsgebieten mit dem Ziel, die Critical Loads für Stickstoffeinträge & Critical Levels für Ammoniak zu unterschreiten;
- transparente und terminierte Festsetzung von entsprechenden Absenkpfaden pro Kanton inkl. Sanktionsschema beim Verfehlen der Ziele (Umsetzung z.B. via Tierhaltungszertifikate).

Forderungen an die kantonale Vollzugsbehörde

- Flächendeckende, regelmässige und effektive Überwachung der Immissionen gemäss Luftreinhalte-Verordnung (LRV) unter Berücksichtigung der Vollzugshilfe «Übermässigkeit von Stickstoff-Einträgen und Ammoniak-Immissionen» (BAFU 2020);
- durchsetzen der Rechtsgrundlagen betreffend Luftreinhalte-Verordnung (LRV);
- konsequente Umsetzung der Vollzugshilfen «Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft» (BAFU & BLW 2021a) und «Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft» (BAFU & BLW 2021b);
- konsequente Kontrolle verordneter und subventionierter Massnahmen;
- kantonale Fachstellen für die Luftreinhaltung konsequent bereits bei der Bauplanung einbeziehen;
- sicherstellen, dass Bauprojekte weit genug von Biotopen und Wäldern entfernt errichtet und nach dem Stand der Technik zur Emissionsminderung betrieben werden, um den Druck auf die Umwelt zu beschränken;
- in Kantonen mit Pflicht für die Erarbeitung von Massnahmenplänen: Zielführende Massnahmenpläne erarbeiten, Zielerreichung regelmässig überprüfen und Massnahmen bei Nichterreichung der Ziele anpassen;
- in Kantonen ohne Pflicht für die Erarbeitung von Massnahmenplänen: Wirkungsvollste Massnahmen evaluieren und ergreifen, konsequent umsetzen, Zielerreichung regelmässig überprüfen und Massnahmen bei Nichterreichung der Ziele anpassen.

Literaturverzeichnis

Kapitel 1. Ammoniak in der Schweiz

AfU-FR. (2021). *Luftreinhaltung. Überwachung der Luftschadstoffbelastung* (Die Luftqualität, S. 24). Amt für Umwelt AfU, Staat Freiburg. ***https://www.fr.ch/sites/default/files/2021-05/die-luftqualitat-2020--bericht.pdf***

Ammann, C., Voglmeier, K., Münger, A., & Bretscher, D. (2019). Reduktion der Ammoniak-Emissionen auf der Weide. *Agrarforschung Schweiz*, 12–19.

BAFU. (2014). *Grundlagenpapier zur Stickstoffproblematik. Luft, Boden, Wasser, Biodiversität und Klima* (Nr. N281–1904). Bundesamt für Umwelt. ***https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/luft/fachinfo-daten/stickstoffproblematik.pdf.download.pdf/stickstoffproblematik.pdf***

BAFU. (2017). *Biodiversität in der Schweiz: Zustand und Entwicklung. Ergebnisse des Überwachungssystems im Bereich Biodiversität, Stand 2016* (Nr. 1630; Umwelt-Zustand). Bundesamt für Umwelt. ***https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/biodiversitaet-schweiz-zustand-entwicklung.html***

BAFU. (2020). *Übermässigkeit von Stickstoff-Einträgen und Ammoniak-Immissionen* (UV-2003-D; Umwelt-Vollzug). Bundesamt für Umwelt. ***https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/publikationen-studien/publikationen/uebermaessigkeit-von-stickstoff-eintraegen-und-ammoniak-immissionen.html***

BAFU. (2021). *Critical Loads und Critical Levels für Luftschadstoffe*. ***https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-luft/luft--fachinformationen/luftqualitaet-in-der-schweiz/grenzwerte-fuer-die-luftbelastung/critical-loads-und-critical-levels-fuer-luftschadstoffe.html***

BAFU, & BLW. (2016). *Umweltziele Landwirtschaft* (Statusbericht UW-1633-D; Umwelt-Wissen). Bundesamt für Umwelt. ***https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/umweltziele-landwirtschaft-statusbericht-2016.html***

BAFU et al. (2021a). *Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Teilrevidierte Ausgabe*. (UV-1101-D; Umwelt-Vollzug). Bundesamt für Umwelt. ***https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/baulicher-umweltschutz-landwirtschaft.html***

BAFU et al. (2021b). *Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Teilrevidierte Ausgabe* (UV-1225-D; Umwelt-Vollzug). Bundesamt für Umwelt. ***https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/naehrstoffe-verwendung-duengern-landwirtschaft.html***

Bundesrat. (2009). *Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes* (Nr. 1221). Bundesrat. ***https://www.fedlex.admin.ch/eli/fga/2009/1164/de***

Decker, A., Zähner, M., Dohme-Meier, F., Böttger, C., Münger, A., Heimo, D., & Schrade, S. (2021). Milchharnstoffgehalt: Was sagt er über die Stickstoffausscheidungen aus? *Agrarforschung Schweiz*, *12*, 137–145.

EKL. (2005). *Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz* (Nr. 384; Schriftenreihe Umwelt). Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL). ***https://www.ekl.admin.ch/inhalte/ekl-dateien/themen/stickstoffhaltigeluftschadstoffeinderschweiz.pdf***

EKL. (2014). *Ammoniak-Immissionen und Stickstoffeinträge*. Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL). ***https://www.ekl.admin.ch/inhalte/ekl-dateien/themen/Ammoniak-Immissionen_und_Stickstoffeintraege.pdf***

EKL. (2020). *Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz – Situation mit Bezug zur Landwirtschaft im Zeitraum 2000–2018*. Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL). ***https://www.ekl.admin.ch/inhalte/ekl-dateien/dokumentation/EKL-Stickstoffhaltige-Luftschadstoffe-in-der-Schweiz-200826-2_de.pdf***

European Environmental Agency. (2019). *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019: Technical guidance to prepare national emission inventories*. ***https://op.europa.eu/publication/manifestation_identifier/PUB_THAL19015ENN***

Kupper, T., Bonjour, C., Menzi, H., Bretscher, D., & Zaucker, F. (2018). *Ammoniakemissionen der schweizerischen Landwirtschaft 1990-2015*. Bundesamt für Umwelt. ***https://agrammon.ch/assets/Documents/02364.pdf***

Philipp, M., & Locher, R. (2010). *Trendanalyse NH_3-Immissionsmessungen in der Schweiz* [Schlussbericht]. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. ***https://digitalcollection.zhaw.ch/bitstream/11475/14101/2/204220.pdf***

Rihm, B., & Künzle, T. (2019). *Mapping Nitrogen Deposition 2015 for Switzerland*. FOEN. ***https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/en/dokumente/luft/externe-studien-berichte/mapping-nitrogen-deposition-2015-for-switzerland.pdf.download.pdf/Mapping%20Nitrogen%20Deposition%202015%20for%20Switzerland.pdf***

Seitler, E., Meier, M., & Thöni, L. (2018). *Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2017*. Forschungsstelle für Umweltbeobachtung. ***https://www.aramis.admin.ch/Default?DocumentID=49794&Load=true***

Kapitel 2. Methoden

BS, & BL. (2017). *Luftreinhalteplan 2016 der Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft. Aktualisierung 2016* [Schlussbericht]. Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft. ***https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/lufthygiene/lufthygiene/luftreinhalteplanung/luftreinhalteplan-2016/download-luftreinhalteplan-2016/bericht-lrp-2016-version-1-2.pdf/@@download/file/Bericht_LRP_2016_Version_1_2.pdf***

Kapitel 3. Ergebnisse

Kanton Luzern (LU)

Scherer, J. (2021, Januar 15). Ammoniak und Gerüche senken. *BauernZeitung*, 21.

uwe-LU. (2007). *Massnahmenplan Luftreinhaltung. Teilplan Ammoniak* [Schlussbericht]. Umwelt und Energie (uwe), Kanton Luzern.

uwe-LU. (2015). *Erfolgskontrolle und Überprüfung Massnahmenplan Luft Teilplan Ammoniak Kanton Luzern 2007* [Zwischenbericht]. Umwelt und Energie (uwe), Kanton Luzern.

uwe-LU. (2020). *Teilplan Ammoniak in der Landwirtschaft. Massnahmenplan II 2020*. [Schlussbericht]. Umwelt und Energie (uwe), Kanton Luzern. ***https://uwe.lu.ch/-/media/UWE/Dokumente/Themen/Luft/Ammoniak/BEI_BUWD_Massnahmenplan_Ammoniak.pdf?la=de-CH***

Wey, H., & Ruckstuhl, C. (o. J.). *Ammoniakmessungen in der Zentralschweiz von 2000 bis 2020* [Messbericht Ammoniak]. inNET Monitoring AG / Umweltfachstellen ZUDK.

Kanton Zürich (ZH)

AWEL-ZH. (2015). *Emissionen und Immissionen Kanton Zürich* [Emissionskataster]. Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Abteilung Lufthygiene, Kanton Zürich. ***https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/luft-strahlung/daten---karten/immissionskarten_schadstoffemissionen_kt_zuerich.pdf***

AWEL-ZH. (2016). *Massnahmenplan Luftreinhaltung. Teilrevision 2016* [Grundlagenbericht]. Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Abteilung Lufthygiene, Kanton Zürich. ***https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/luft-strahlung/massnahmen-luftreinhaltung/grundlagenbericht_mapla_luft.pdf***

AWEL-ZH. (2021). *Luftschadstoffemissionen Kanton Zürich. Aktualisierung 2021*. Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Abteilung Lufthygiene, Kanton Zürich. ***https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/luft-strahlung/daten---karten/emissionen_lss_zh_cd_web.pdf***

Bundesrat. (2009). *Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes* (Nr. 1221). Bundesrat. ***https://www.fedlex.admin.ch/eli/fga/2009/1164/de***

Jenni, S., Uebersax, A., & Keller, L. (2019). *Ressourcenprojekt Ammoniak Kanton Zürich* [Schlussbericht]. Agrofutura / Amt für Landschaft und Natur, Abteilung Landwirtschaft, Kanton Zürich. ***https://www.zh.ch/content/dam/zhweb/bilder-dokumente/themen/umwelt-tiere/landwirtschaft/schlussbericht_rp_zh.pdf***

OSTLUFT. (2020). *Luftqualität 2019*. OSTLUFT-Jahresbericht 2019. ***https://jahresbericht.ostluft.ch/2019/***

OSTLUFT. (2021a). *Luftqualität 2020*. OSTLUFT-Jahresbericht 2020. ***https://jahresbericht.ostluft.ch/2020/***

OSTLUFT. (2021b). *NH_3-Passivsammler 2001 bis 2020* [Zusammenstellung der Ammoniak-Messreihen im Gebiet von OSTLUFT]. OSTLUFT – Die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein. ***https://www.ostluft.ch/fileadmin/intern/LZ_Information/Publikationen/Jahresberichte/BE_JahresberichtNH3-PS2020_202105.pdf***

Kanton Bern (BE)

BAFU, & BLW. (2016). *Umweltziele Landwirtschaft* (Statusbericht UW-1633-D; Umwelt-Wissen). Bundesamt für Umwelt. ***https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/umweltziele-landwirtschaft-statusbericht-2016.html***

beco. (2005). *Massnahmenplan zur Luftreinhaltung 2000 / 2015* [Standortbestimmung 2005]. beco Berner Wirtschaft, Kanton Bern. ***https://www.mm.directories.be.ch/files/1649/12335.pdf***

beco. (2015). *Massnahmenplan zur Luftreinhaltung 2015 / 2030*. beco Berner Wirtschaft, Kanton Bern. ***https://www.weu.be.ch/content/dam/weu/dokumente/aue/de/luft/IMM-Luft-lrv-Massnahmenplan_DE.pdf***

Bundesrat. (2009). *Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes* (Nr. 1221). Bundesrat. ***https://www.fedlex.admin.ch/eli/fga/2009/1164/de***

EKL. (2020). *Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz – Situation mit Bezug zur Landwirtschaft im Zeitraum 2000–2018*. Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL). ***https://www.ekl.admin.ch/inhalte/ekl-dateien/dokumentation/EKL-Stickstoffhaltige-Luftschadstoffe-in-der-Schweiz-200826-2_de.pdf***

Hofer, P., Leu, A., & Schwarz, R. (2016). *Förderprogramm Boden Kanton Bern* [Schlussbericht]. Amt für Landwirtschaft und Natur (LANAT), Kanton Bern.

Künzle, T., & Rihm, B. (2011). *Ammoniak im Kanton Bern. Karten der Emissionen, Immissionen und Überschreitungen von Critical Loads für Stickstoff*. Meteotest / beco Berner Wirtschaft, Immissionschutz, Kanton Bern.

Kanton Zug (ZG)

AFU-ZG. (2016). *Massnahmenplan Ammoniak*. Amt für Umwelt AfU, Kanton Zug. ***https://www.zg.ch/behoerden/baudirektion/amt-fuer-umwelt/landwirtschaft/luftreinhaltung-in-der-landwirtschaft/massnahmenplan-ammoniak***

Uebersax, A. (2016). *Ressourcenprojekt Ammoniak Zentralschweiz* [Schlussbericht]. Agrofutura. ***https://www.ow.ch/_docn/88431/Schlussbericht_Ressourcenprojekt_Ammoniak_Zentralschweiz_2015.PDF***

Wey, H., & Ruckstuhl, C. (o. J.). *Ammoniakmessungen in der Zentralschweiz von 2000 bis 2020* [Messbericht Ammoniak]. inNET Monitoring AG / Umweltfachstellen ZUDK.

Kanton Freiburg (FR)

AfU-FR. (2011). *Protection de l'air. Plan de mesures* [Bilan]. Amt für Umwelt AfU, Staat Freiburg. ***https://www.fr.ch/sites/default/files/2018-09/plan_mesures_air_bilan_2010_fr.pdf***

AfU-FR. (2019). *Luftreinhaltung. Massnahmenplan 2019*. Amt für Umwelt AfU, Staat Freiburg. ***https://www.fr.ch/de/energie-landwirtschaft-und-umwelt/luft/massnahmenplan-luftreinhaltung***

AfU-FR. (2021). *Luftreinhaltung. Überwachung der Luftschadstoffbelastung* (Die Luftqualität, S. 24). Amt für Umwelt AfU, Staat Freiburg. ***https://www.fr.ch/sites/default/files/2021-05/die-luftqualitat-2020--bericht.pdf***

BAFU, & BLW. (2016). *Umweltziele Landwirtschaft* (Statusbericht UW-1633-D; Umwelt-Wissen). Bundesamt für Umwelt. ***https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/umweltziele-landwirtschaft-statusbericht-2016.html***

Bundesrat. (2009). *Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes* (Nr. 1221). Bundesrat. ***https://www.fedlex.admin.ch/eli/fga/2009/1164/de***

EKL. (2020). *Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz – Situation mit Bezug zur Landwirtschaft im Zeitraum 2000–2018*. Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL). ***https://www.ekl.admin.ch/inhalte/ekl-dateien/dokumentation/EKL-Stickstoffhaltige-Luftschadstoffe-in-der-Schweiz-200826-2_de.pdf***

LwA-FR. (2015). *Amélioration de l'efficience de l'azote par réduction des émissions d'ammoniac d'origine agricole (FRIAMMON)* [Schlussbericht]. Amt für Landwirtschaft LwA, Staat Freiburg. ***https://www.fr.ch/sites/default/files/contens/sagri/_www/files/pdf80/Rapport_annuel_2014_canton_FR_etat_du_10420151.pdf***

Kanton Thurgau (TG)

AfU/LA-TG. (2020). *Massnahmenplan Ammoniak aus der Landwirtschaft Kanton Thurgau 2021–2030*. Amt für Umwelt und Landwirtschaftsamt, Kanton Thurgau. ***https://umwelt.tg.ch/public/upload/assets/109810/Massnahmenplan%20Ammoniak_2020.pdf***

AfU-TG. (2020). *Massnahmenplan Lufthygiene Kanton Thurgau 2021–2030. Aktualisierung 2020*. Amt für Umwelt AfU, Kanton Thurgau. ***https://umwelt.tg.ch/public/upload/assets/109233/Massnahmenplan%20Luft_2020.pdf***

Bleiker, U., Högger, C., & Müdespacher, E. (2015). *Ressourcenprojekt Ammoniak Kanton Thurgau* [Schlussbericht]. Landwirtschaftsamt, Kanton Thurgau.

OSTLUFT. (2020). *Luftqualität 2019*. OSTLUFT-Jahresbericht 2019. ***https://jahresbericht.ostluft.ch/2019/***

OSTLUFT. (2021a). *Luftqualität 2020*. OSTLUFT-Jahresbericht 2020. ***https://jahresbericht.ostluft.ch/2020/***

OSTLUFT. (2021b). *NH_3-Passivsammler 2001 bis 2020* [Zusammenstellung der Ammoniak-Messreihen im Gebiet von OSTLUFT]. OSTLUFT - Die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein. ***https://www.ostluft.ch/fileadmin/intern/LZ_Information/Publikationen/Jahresberichte/BE_JahresberichtNH3-PS2020_202105.pdf***

Kanton St. Gallen (SG)

AfU-SG. (2019). *NH_3 Passivsammler Messungen 2018 in Moorgebieten* [Zwischenbericht]. Amt für Umwelt AfU, Kanton St. Gallen. ***https://www.sg.ch/news/sgch_umwelt/2019/04/ammoniak-in-moorgebieten/_jcr_content/Par/sgch_downloadlist/DownloadListPar/sgch_download.ocFile/Ammoniak_Messungen_Zwischenbericht_2019.pdf***

OSTLUFT. (2020). *Luftqualität 2019*. OSTLUFT-Jahresbericht 2019. ***https://jahresbericht.ostluft.ch/2019/***

OSTLUFT. (2021a). *Luftqualität 2020*. OSTLUFT-Jahresbericht 2020. ***https://jahresbericht.ostluft.ch/2020/***

OSTLUFT. (2021b). *NH3-Passivsammler 2001 bis 2020* [Zusammenstellung der Ammoniak-Messreihen im Gebiet von OSTLUFT]. OSTLUFT – Die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein. ***https://www.ostluft.ch/fileadmin/intern/LZ_Information/Publikationen/Jahresberichte/BE_JahresberichtNH3-PS2020_202105.pdf***

SG-RR. (2020). *Perspektiven der St. Galler Landwirtschaft* (Bericht der Regierung 40.20.02). Kantonsrat St. Gallen. ***https://www.sg.ch/content/dam/sgch/kanton-stgallen/statistik/b07/Perspektivenbericht_Landwirtschaft_April2020.pdf***

Kanton Appenzell Ausserrhoden (AR)

AfU-AR. (2008). *Massnahmenplan Luftreinhaltung. Aktualisierung 2008*. Amt für Umwelt, Abteilung Luft und Boden, Kanton Appenzell Ausserrhoden. ***https://www.ar.ch/fileadmin/user_upload/Departement_Bau_Volkswirtschaft/Amt_fuer_Umwelt/Umwelt/Publikationen/Merkblaetter/Allgemeine_Informationen/Massnahmenplan_Luftreinhaltung2008.pdf***

BAFU, & BLW. (2016). *Umweltziele Landwirtschaft* (Statusbericht UW-1633-D; Umwelt-Wissen). Bundesamt für Umwelt. ***https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/umweltziele-landwirtschaft-statusbericht-2016.html***

Bundesrat. (2009). *Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes* (Nr. 1221). Bundesrat. ***https://www.fedlex.admin.ch/eli/fga/2009/1164/de***

EKL. (2020). *Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz – Situation mit Bezug zur Landwirtschaft im Zeitraum 2000–2018*. Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL). ***https://www.ekl.admin.ch/inhalte/ekl-dateien/dokumentation/EKL-Stickstoffhaltige-Luftschadstoffe-in-der-Schweiz-200826-2_de.pdf***

Mühlebach, I. (2016). *Ressourcenprojekt zur Verminderung der Ammoniakverluste im Kanton Appenzell Ausserrhoden* [Abschlussbericht]. Amt für Landwirtschaft, Kanton Appenzell Ausserrhoden. ***https://www.ar.ch/verwaltung/departement-bau-und-volkswirtschaft/amt-fuer-landwirtschaft/beratung-im-laendlichen-raum/ressourcenprogramm-ammoniak-schleppschlauch/***

OSTLUFT. (2020). *Luftqualität 2019*. OSTLUFT-Jahresbericht 2019. ***https://jahresbericht.ostluft.ch/2019/***

OSTLUFT. (2021a). *Luftqualität 2020*. OSTLUFT-Jahresbericht 2020. ***https://jahresbericht.ostluft.ch/2020/***

OSTLUFT. (2021b). *NH_3-Passivsammler 2001 bis 2020* [Zusammenstellung der Ammoniak-Messreihen im Gebiet von OSTLUFT]. OSTLUFT – Die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein. ***https://www.ostluft.ch/fileadmin/intern/LZ_Information/Publikationen/Jahresberichte/BE_JahresberichtNH3-PS2020_202105.pdf***

Kanton Appenzell Innerrhoden (AI)

BAFU & BLW. (2016). *Umweltziele Landwirtschaft* (Statusbericht UW-1633-D; Umwelt-Wissen). Bundesamt für Umwelt. ***https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/umweltziele-landwirtschaft-statusbericht-2016.html***

Bundesrat. (2009). *Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes* (Nr. 1221). Bundesrat. ***https://www.fedlex.admin.ch/eli/fga/2009/1164/de***

EKL. (2020). *Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz – Situation mit Bezug zur Landwirtschaft im Zeitraum 2000–2018*. Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL). ***https://www.ekl.admin.ch/inhalte/ekl-dateien/dokumentation/EKL-Stickstoffhaltige-Luftschadstoffe-in-der-Schweiz-200826-2_de.pdf***

LA/AfU-AI. (2020). *Konzept Gülleaustrag* (AI 721.2-11-459773). Landwirtschaftsamt und Amt für Umwelt, Kanton Appenzell Innerrhoden. ***https://www.ai.ch/themen/natur-und-umwelt/gewaesserschutz/gewaesserschutz-in-der-landwirtschaft/umweltgerechtes-duengen/ftw-simplelayout-filelistingblock/konzept-gulleaustrag-juli-2020-gesamt.pdf/download***

OSTLUFT. (2020). *Luftqualität 2019*. OSTLUFT-Jahresbericht 2019. ***https://jahresbericht.ostluft.ch/2019/***

OSTLUFT. (2021a). *Luftqualität 2020*. OSTLUFT-Jahresbericht 2020. ***https://jahresbericht.ostluft.ch/2020/***

OSTLUFT. (2021b). *NH_3-Passivsammler 2001 bis 2020* [Zusammenstellung der Ammoniak-Messreihen im Gebiet von OSTLUFT]. OSTLUFT – Die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein. ***https://www.ostluft.ch/fileadmin/intern/LZ_Information/Publikationen/Jahresberichte/BE_JahresberichtNH3-PS2020_202105.pdf***

WWF

pro natura

BirdLife
Schweiz/Suisse/Svizzera

ÄRZTINNEN
UND ÄRZTE FÜR
UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE
L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER
L'AMBIENTE

© 1986 Panda Symbol WWF ® «WWF» ist eine vom WWF eingetragene Marke