Forschungsstelle für Umweltbeobachtung

Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz
2000 bis 2018
Messbericht

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), der OSTLUFT, der ZUDK,
des Fürstentums Liechtenstein
und der Kantone AG, AI, BE, BL/BS, FR, GL, GR, LU, NE, SG, SH, SO, TG, ZG und ZH

AutorInnen:

Lotti Thöni, Eva Seitler, Mario Meier und Zaida Kosonen

Juli 2019

Impressum

Auftraggeber

BAFU	Bundesamt für Umwelt Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien; Sektion Luftqualität Rudolf Weber, Reto Meier
OSTLUFT	Zusammenschluss der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein zur gemeinsamen Überwachung der Luftqualität, Projektgruppe N-Deposition Jörg Sintermann, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Kanton Zürich Albert Kölbener, Amt für Umwelt Kanton Appenzell Innerrhoden
ZUDK	Zentralschweizer Umweltschutzdirektionen Veronika Wolff und Raphael Felber (ZG), Angela Zumbühl (NW), Marco Dusi (OW), Christian Kiebele (SZ), Niklas Joos (UR),
FL	Fürstentum Liechtenstein, AU Amt für Umwelt / Acontec AG, Schaan Andreas Gstöhl, Norbert Ritter und Veronika Wolff, AU Patrizia Cengiz-Hagspiel, Acontec
Kt. AG	Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung für Umwelt Franziska Holzer Küng
Kt. AI	AfU AI Amt für Umwelt Albert Kölbener
Kt. BE	beco Berner Wirtschaft, Immissionsschutz Stefan Schär
Kt. BL/BS	Lufthygieneamt beider Basel Markus Camenzind
Kt. FR	SEn/AfU FR Service de l'environnement Canton de Fribourg/ Amt für Umwelt Kanton Freiburg Bernard Sturny
Kt. GL	Umwelt, Energie Kt. GL Petra Vögeli
Kt. GR	ANU GR Amt für Natur und Umwelt Hanspeter Lötscher
Kt. LU	uwe Umwelt und Energie, Abteilung Energie, Luft und Strahlen Peter Bucher
Kt. NE	Service de l'énergie et de l'environnement Denis Jeanrenaud
Kt. SG	Amt für Umwelt und Energie Susanne Schlatter
Kt. SH	Interkantonales Labor, Schaffhausen, Immissionen Roman Fendt
Kt. SO	AfU SO Amt für Umwelt Rolf Stampfli
Kt. TG	AfU TG Amt für Umwelt Irene Purtschert
Kt. ZG	AfU ZG Amt für Umweltschutz, Luftreinhaltung Immissionen Veronika Wolff, Raphael Felber
Kt. ZH	AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Kanton Zürich, Abteilung Lufthygiene Jörg Sintermann, Roy Eugster

Beteiligte Institutionen

Agroscope Reckenholz, Zürich
Christoph Ammann

Empa Dübendorf, Abteilung Luftfremdstoffe/Umwelttechnik
Christoph Hüglin und Claudia Zellweger

IAP Institut für Angewandte Pflanzenbiologie, Schönenbuch
Untersuchung auf Dauerbeobachtungsflächen
Sabine Braun

Meteotest Bern Beat Rihm

WSL/LWF Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf
Messungen auf LWF-Flächen (Langfristige Waldökosystemforschung)
Maria Schmitt, Anne Thimonier und Peter Waldner

Autorinnen

Lotti Thöni, Eva Seitler, Mario Meier und Zaida Kosonen
FUB – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung AG
Alte Jonastrasse 83
CH – 8640 Rapperswil
E-Mail: fub@fub-ag.ch, www.fub-ag.ch

Der Dank

geht an alle Personen, welche die Passivsammler gewechselt haben oder auf eine andere Art die Untersuchungen unterstützt haben.

Titelbild

Station NMS (Malans), im Rheintal, Kanton Graubünden (Foto ANU Kt. GR, 11.08.2010)

PDF-Download

https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/publikationen-studien/studien.html

(eine gedruckte Fassung liegt nicht vor)

Inhaltsverzeichnis

1.1 Zusammenfassung ... 1

1.2 Résumé ... 4

1.3 Summary ... 7

2.1 Ausgangslage ... 10

2.2 Zielsetzung ... 11

2.3 Projektrahmen ... 12

3.1 Messsystem ... 13

3.2 Empfehlung für Messstandorte ... 13

3.3 Standorteinteilung in Belastungstypen und Immissionstypen ... 14

3.4 Zeitraum und Umfang der Messungen ... 14

3.5 Messstandorte im Überblick ... 14

3.6 Auswertung ... 17
- 3.6.1 Jahres-, Saison- und Monatsmittelwerte ... 17
- 3.6.2 Boxplots ... 17

4.1 Langjährige Entwicklung der Ammoniak-Konzentrationen ... 18
- 4.1.1 Messungen an 13 Standorten seit 2000 ... 18
- 4.1.2 Messungen an 21 Standorten seit 2004 ... 20
- 4.1.3 Messungen an 32 Standorten seit 2008 ... 23
- 4.1.4 Messungen an 70 Standorten seit 2013 ... 25

4.2 Vergleich mit Critical Levels ... 27

4.3 Vergleich mit Emissionsentwicklung ... 28

4.4 Vergleich mit modellierten Konzentrationen ... 29

4.5 Zeitreihen der einzelnen Standorte ... 31

4.6 Jahresverläufe der Konzentrationen ... 52

4.7 Beispiele Regionaler Messnetze ... 56
- 4.7.1 Kanton Bern ... 56
- 4.7.2 Kanton Solothurn ... 57

7.1 Standort-Umplatzierungen ... 65

7.2 Beschreibung der Standorte ... 65

7.3 Jahres- und saisonale Mittelwerte der Standorte ... 68

7.4 Standorte der regionalen Messnetze ... 71

1 Zusammenfassung, Résumé, Summary

1.1 Zusammenfassung

Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz von 2000 bis 2018

Ammoniak trägt heutzutage in der Schweiz von allen reaktiven Stickstoffverbindungen anteilsmässig am meisten zur Stickstoffbelastung von empfindlichen Ökosystemen bei. Damit ist Ammoniak wesentlich für die Überdüngung (Eutrophierung) und Versauerung solcher Systeme verantwortlich. Zu diesen empfindlichen Ökosystemen gehören u.a. Wälder, Hoch- und Flachmoore, artenreiche Naturwiesen und Heidelandschaften. Ammoniak trägt aber auch zum sekundärem Feinstaub bei. Feinstaub hat grosse negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Der Handlungsbedarf zur Minderung der Ammoniakbelastung in der Schweiz ist gross und deshalb ist die Belastungssituation und deren Entwicklung immissionsseitig zu überwachen.

Dieser Bericht beschreibt die Resultate der Ammoniakmessungen in der Schweiz, welche im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), der OSTLUFT, der Zentralschweizer Umweltschutzdirektionen (ZUDK) und verschiedener Kantone sowie des Fürstentums Liechtenstein durchgeführt werden. Das Ziel der Messungen ist die Beurteilung der Immissionssituation, um Veränderungen über einen längeren Zeitraum beobachten zu können. Dabei werden auch die Entwicklung der Ammoniak-Konzentrationen im Jahresverlauf sowie die räumliche Variation zwischen unterschiedlichen Standorttypen aufgezeigt.

Die Ammoniakbelastung der Luft wurde 2018 an 83 Standorten in der Schweiz mit Passivsammlern ganzjährig erfasst. An 13 dieser Standorte wird die NH_3-Konzentration seit 2000 durchgehend gemessen, an acht weiteren Standorten seit 2004 und an elf weiteren Standorten seit 2008. An 51 der 83 Standorte wurden die Messungen nach 2013 aufgenommen. Die Standorte repräsentieren unterschiedliche Belastungstypen und reichen von intensiver Tierproduktion bis hin zu extensiv bewirtschafteten Alpweiden, sowie verkehrsnahen und innerstädtischen Standorten.

Die Passivsammler wurden von der "FUB - Forschungsstelle für Umweltbeobachtung" bereitgestellt und analysiert. Die Auswahl und Betreuung der Standorte erfolgte durch die Standortbetreiber. Ammoniakmessungen können stark von lokalen Quellen oder Senken am Messstandort beeinflusst sein. Dementsprechend müssen die Standorte so ausgewählt und gepflegt werden, dass die freie Anströmbarkeit der Passivsammler jederzeit gewährleistet ist und die Messung nicht durch wechselnde Vegetation beeinflusst wird.

Ab 2018 wurde an vielen Standorten von der Radiello- auf die Ferm-Methode umgestellt. Die Vergleichsmessungen zeigen, dass die beiden Methoden gut übereinstimmen.

Die höchsten Ammoniakkonzentrationen und stärksten jahreszeitlichen Schwankungen wurden in Gebieten mit intensiver Tierproduktion gemessen. Dort erreichten die Jahresmittel von Ammoniak Werte von 6 - 12 $\mu g\ m^{-3}$; weniger intensiv bewirtschaftete Standorte zeigten etwas tiefere Werte. In Regionen mit Ackerbau lagen die Jahresmittelwerte bei 2 - 5 $\mu g\ m^{-3}$. Die drei ländlichen Standorte an Autobahnen, die Konzentrationen von 2 - 6 $\mu g\ m^{-3}$ aufwiesen, sind durch den Verkehr und die Landwirtschaft beeinflusst. In Städten wurden Konzentrationen von 2 – 5 $\mu g\ m^{-3}$ mit geringem Jahresgang beobachtet. Im Jahr 2018 lag der Median der Jahresmittelwerte aller 83 Standorte bei 5.5 $\mu g\ m^{-3}$. An vielen Standorten gehörten die Jahresmittelwerte 2018 zu den höchsten seit Messbeginn 2000.

Die beobachtete Variabilität von Jahr zu Jahr ist stark durch die Witterung beeinflusst, wie eine weitergehende statistische Analyse der Messdaten gezeigt hat (Philipp und Locher 2010). Aus derselben Studie geht hervor, dass der Nachweis einer Emissionsminderung von 10 % eine mindestens zehnjährige Messreihe benötigt. Die vorliegenden Messungen zeigen, dass sich die Ammoniakkonzentrationen seit dem Jahr 2000 nicht signifikant verändert haben. Die rapportierte Abnahme der Emissionen um rund 7 % (FOEN 2019) seit dem Jahr 2000 ist in den gemessenen Immissionen nicht erkennbar. Die Emissionsabnahme ist hauptsächlich dem Verkehr zugeordnet, die landwirtschaftlichen Emissionen haben gemäss Emissionsinventar seit 2000 nur um 1.5% abgenommen.

Fazit

- An den meisten der 13 Standorte, an denen seit 2000 ununterbrochen gemessen wurde, blieb die Ammoniakkonzentration ähnlich hoch. Eine Reduktion der Ammoniakkonzentrationen kann in diesem Zeitraum nicht beobachtet werden. (Abbildung Z 1).
- Die konstant hohen Ammoniakkonzentrationen zeigen, dass die umgesetzten Massnahmen zur Emissionsreduktion in der Landwirtschaft nicht ausreichen, um die Ammoniakimmissionen flächendeckend zu senken.
- Die hohen Konzentrationen im 2018 wurden durch die spezielle Witterung beeinflusst. Es war an vielen Orten das wärmste und oft auch das trockenste Jahr dieser Messreihe, was die Ausbreitung, die Deposition und auch die Emissionsmenge beeinflussen kann.
- Die Ammoniakbelastung ist am höchsten in Gebieten mit intensiver Tierproduktion (6 - 12 µg m^{-3}) und etwas geringer in Gebieten mit weniger intensiver Tierproduktion.
- In Gebieten, in denen mehrheitlich Ackerbau betrieben wird, sind die Ammoniak-Konzentrationen (2 - 5 µg m^{-3}) und die saisonalen Schwankungen meist kleiner als in Gebieten mit Tierproduktion.
- Die höchsten Konzentrationen werden in Perioden mit Gülleausbringung gemessen.
- Im Dezember und Januar sind die Werte im Jahresverlauf in der Regel am niedrigsten.
- Mehrere Messstandorte in der gleichen Geländekammer können unterschiedliche Ammoniak-Konzentrationen aufweisen, zeigen aber meistens parallele Verläufe der Jahreswerte.
- Die Konzentrationen des gasförmigen Ammoniaks tragen wesentlich zum Stickstoffeintrag in empfindliche Ökosysteme bei. Die kritischen Eintragsraten (Critical Loads) nach CLRTAP 2017 (Kapitel V) werden in der Schweiz bei den empfindlichen Ökosystemen grossräumig überschritten. Auch die in Bezug auf die Direktwirkungen von Ammoniak festgelegten kritischen Konzentrationen (Critical Levels) gemäss CLRTAP 2017 (Kapitel III) zum Schutz der Vegetation in naturnahen Ökosystemen werden in der Schweiz vielerorts überschritten.
- Der Vergleich der gemessenen mit den modellierten Konzentrationen, auf Emissionserhebungen basierenden Werten, zeigt eine gute Übereinstimmung der räumlichen Verteilung. Die modellierten Konzentrationen wurden im Mittel an die gemessenen Werte angepasst und erlauben daher keinen Rückschluss auf die absolute Stärke der Emissionen.

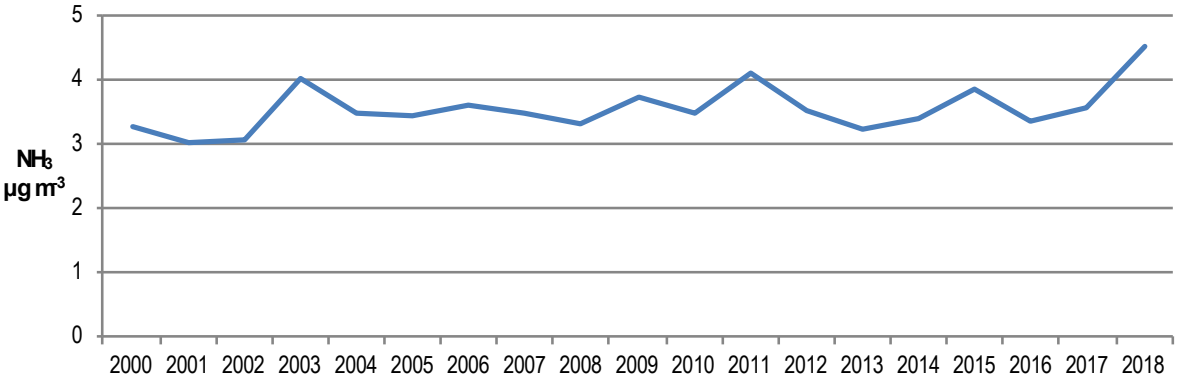


Abb. Z 1 Jahresmittel der Ammoniakkonzentrationen
Mittelwert der Ammoniakkonzentrationen aller 13 Standorte, an denen seit 2000 durchgehend gemessen wird.

Ausblick

Im Jahr 2019 werden die Messungen an den meisten Standorten weitergeführt. Eine langfristige Beobachtung der Ammoniakkonzentration ist notwendig, um die Wirksamkeit von Massnahmen zur Minderung der Ammoniakemissionen immissionsseitig zu überprüfen.

1.2 Résumé

Mesures des immissions d'ammoniac en Suisse entre 2000 et 2018

De tous les composés azotés réactifs l'ammoniac est le polluant le plus important pour les écosystèmes sensibles et un des principaux responsables de leur surfertilisation (eutrophisation) et acidification. Parmi ses écosystèmes sensibles figurent entre autres les forêts, les hauts-marais et bas-marais, les prairies naturelles riches en espèces ou les landes. L'ammoniac contribue aux poussières fines secondaires : Les poussières fines ont des effets négatifs sur la santé humaine. Il y a fort à faire pour réduire la pollution par l'ammoniac en Suisse, d'où l'importance de suivre l'évolution de sa charge polluante, aussi bien sous l'angle des émissions que des immissions.

Ce rapport décrit les résultats des mesures d'ammoniac en Suisse qui sont réalisées sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), OSTLUFT, ZUDK, et plusieurs autres cantons, ainsi que la Principauté du Liechtenstein. Ces mesures ont pour objectif principal de fournir une vue d'ensemble des immissions d'ammoniac à différents endroits de Suisse et de mettre en évidence l'évolution des concentrations sur une longue période, ainsi que les variations saisonnières et entre divers types de sites.

En 2018, les concentrations d'ammoniac en Suisse ont été mesurées à l'aide de capteurs passifs sur 83 emplacements. Treize de ces stations sont entrées en fonction en 2000, huit ont été ajoutées en 2004 et onze en 2008. À 51 des 83 stations, les mesures ont débuté après 2013. Elles sont représentatives de différents types d'exposition: de la région d'élevage intensif jusqu'au pâturage alpin extensif, en passant par des sites urbains ou proches d'axes routiers.

Les capteurs passifs ont été fournis par l'entreprise FUB (Forschungsstelle für Umweltbeobachtung) et les analyses effectuées par son laboratoire. Le choix des emplacements et leur suivi ont été assurés par les exploitants des réseaux concernés. Les concentrations d'ammoniac sont parfois fortement influencées par les sources et les puits situés au voisinage immédiat des stations. Celles-ci doivent donc être choisies et entretenues de manière à assurer une ventilation sans entraves dans toutes les directions et à éviter toute influence de la végétation environnante.

A partir de 2018, de nombreux sites sont passés de la méthode Radiello à la méthode Ferm. Les mesures comparatives montrent que les deux méthodes s'accordent bien.

Les concentrations d'ammoniac les plus élevées et les variations les plus fortes ont été enregistrées dans les régions pratiquant l'élevage intensif d'animaux. Les concentrations annuelles d'ammoniac y atteignaient entre 6 et 12 µg m^{-3}, alors que les concentrations étaient un peu moins élevées dans les régions où l'élevage est moins intensif. Dans les régions de grandes cultures, elles se situaient entre 2 et 5 µg m^{-3}. Les trois stations rurales en bordure d'autoroute, où les concentrations variaient entre 2 et 6 µg m^{-3}, subissent l'influence conjuguée du trafic et de l'agriculture. Dans les villes les concentrations fluctuent entre 2 et 5 µg m^{-3} avec de faibles variations saisonnières. La médiane des concentrations annuelles pour les 83 stations s'est élevée à 5.5 µg m^{-3} en 2017. À de nombreux endroits, les concentrations moyennes en 2018 étaient parmi les plus élevées depuis le début des mesures en 2000.

Les variations interannuelles observées sont nettement influencées par les conditions météorologiques comme l'a montré l'analyse statistique des données de mesures (Philipp et Locher 2010). Selon cette étude, il est estimé que la mise en évidence d'une réduction des émissions

de 10% nécessitera une série continue d'au moins 10 ans de mesures. Les données disponibles depuis 2000 n'indiquent pas de changement significatif des concentrations d'ammoniac. La diminution des émissions rapportées d'environ 7% (OFEV 2019) depuis 2000 ne peut pas être constatée dans les concentrations ambiantes mesurées. Les réductions d'émissions sont principalement affectées aux transports et les émissions agricoles n'ont diminué que de 1,5% depuis 2000, selon l'inventaire des émissions.

Conclusions

- Sur la majorité des 13 stations ayant fait l'objet d'un suivi ininterrompu depuis 2000, les concentrations d'ammoniac sont restées à peu près constantes. Aucune diminution n'a été constatée pendant cette période. (Fig. R 1)
- Les concentrations d'ammoniac constamment élevées montrent que les mesures mises en œuvre pour réduire les émissions agricoles de l'ammoniac ne sont pas suffisantes pour réduire les immissions d'ammoniac de manière générale.
- Les concentrations élevées mesurées en 2018 ont été influencée par le fait qu'il a été dans de nombreux endroits l'année la plus chaude et souvent la plus sèche de cette série de mesures, ce qui peut affecter la propagation, le dépôt et aussi la quantité d'émission
- Les stations situées en zone de production animale intensive se caractérisent par des concentrations élevées (6 - 12 µg m^{-3}), alors que les concentrations sont un peu moins élevées dans les régions où l'élevage est moins intensif.
- Là où les grandes cultures dominent, les concentrations sont moins élevées (2 - 5 µg m^{-3}) et présentent moins de variations saisonnières que dans les régions d'élevage.
- Les concentrations les plus élevées sont enregistrées durant les périodes d'épandages de lisier.
- Les concentrations d'ammoniac sont les plus faibles en décembre et en janvier.
- Plusieurs stations de mesure dans le même compartiment de terrain peuvent montrer des concentrations différentes, mais souvent avec une évolution parallèle des valeurs annuelles.
- L'ammoniac gazeux contribue substantiellement aux dépôts azotés dans les écosystèmes sensibles. En Suisse, les charges critiques d'azote nutritif selon CLRTAP 2017 (chapitre V) sont dépassées sur une vaste étendue. Quant aux niveaux critiques, fixés en fonction des effets directs de l'ammoniac sur la végétation (CLRTAP 2017, chapitre III), elles sont également dépassées en maints endroits du pays.
- La comparaison des concentrations mesurées avec les concentrations modélisées, basées sur l'inventaire des émissions, montre un bon accord de distribution spatiale. Les concentrations modélisées ont été ajustées en moyenne aux valeurs mesurées et ne permettent pas de tirer des conclusions sur le niveau des émissions.

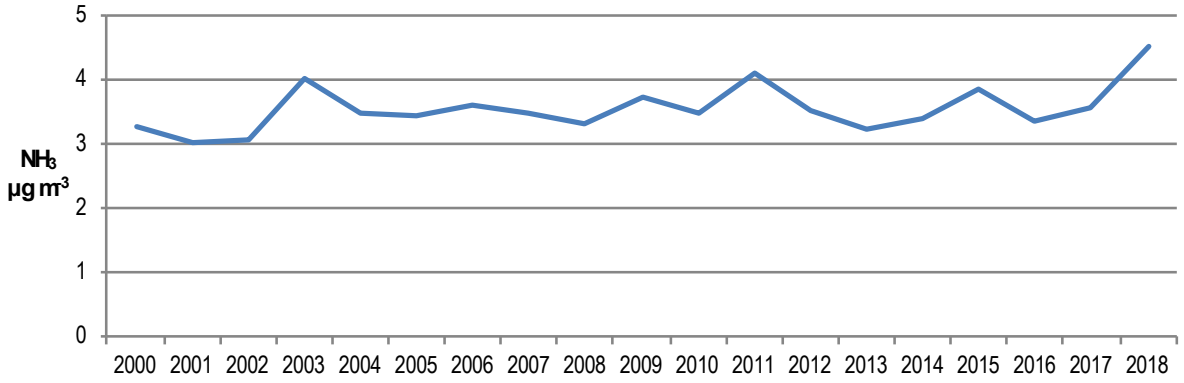


Fig. R 1 Concentrations d'ammoniac en moyenne annuelle
Moyennes des 13 stations qui mesurent l'ammoniac depuis 2000.

Perspectives

Les mesures se poursuivent en 2019 dans la plupart des stations. L'observation permanente des concentrations d'ammoniac en Suisse est nécessaire pour vérifier si les mesures prises pour diminuer les émissions se reflètent au niveau des immissions.

1.3 Summary

Monitoring ambient ammonia concentrations in Switzerland between 2000 and 2018

Of all reactive nitrogen compounds ammonia is the major contributor to nitrogen pollution of sensitive ecosystems, resulting in over-fertilisation (eutrophication) and acidification of such systems. These sensitive ecosystems include, among others, forests, raised bogs, fens, species-rich meadows, and heathlands. Ammonia also contributes to secondary particulate matter. Particulate matter has severe negative impacts on human health. There is a strong need for action to reduce ammonia emissions in Switzerland and monitoring of ambient ammonia concentrations is essential for evaluating their development.

This report describes the results of the ambient ammonia measurements in Switzerland conducted on behalf of the Federal Office for the Environment (FOEN), OSTLUFT, the ZUDK, several cantons and the Principality of Liechtenstein. The main goal of these measurements is to record ambient ammonia concentrations at various sites in Switzerland and to monitor long-term changes. They also aim at monitoring the development of ambient concentrations of ammonia throughout the year, as well as the differences between various types of sites.

In 2018, ambient atmospheric ammonia concentrations in Switzerland were monitored over the entire year at 83 locations, using passive samplers. A total of 13 sites have been operational since 2000, 8 were added in 2004 and 11 in 2008. At the remaining 51 locations, monitoring started after 2008. The sites represent various exposure situations: from intensive animal production to extensive alpine pastures, as well as near roads and in urban areas.

The passive samplers were provided and analysed by FUB - Research Group for Environmental Monitoring. The selection of the locations and the operation of each site were ensured by the various network operators. Local sources or sinks have a strong influence on the ambient ammonia concentrations. Thus, the sites have to be selected and maintained so as to ensure a freely circulating airflow at all times and to avoid the influence of changes in the surrounding vegetation on the measurements.

From 2018, the measurements have been changed from Radiello to the Ferm samplers at many sites. Comparative measurements show that the two methods are in good agreement.

The highest ammonia concentrations and greatest seasonal fluctuations were found in regions with intensive livestock farming, where annual concentrations reached 6 to 12 µg m^{-3}; slightly lower values were measured in areas with less intensive animal production. Values in cultivated crop areas ranged from 2 to 5 µg m^{-3}. The three rural sites near motorways with annual averages of 2 to 6 µg m^{-3} are influenced by both traffic and agriculture. At urban sites concentrations of 2 to 5 µg m^{-3} with small annual cycle were measured. In 2018, the median of all 83 sites amounted to 5.5 µg m^{-3}. For many sites the annual averages in 2018 are among the highest since the beginning of the measurements in 2000.

The year-to-year variability is strongly influenced by meteorological conditions, as shown by a statistical analysis of the data (Philipp and Locher, 2010). According to the same study a time series of ten years monitoring is needed to confirm an overall emission reduction of 10 %. So far the measurements show no significant change of ammonia concentrations since 2000. The reported decrease in emissions of around 7% (FOEN 2019) since the year 2000 can not be seen in the measured ambient concentrations. The emission reductions are mainly attributed to transport, and agricultural emissions have fallen by only 1.5% since 2000, according to the emission inventory.

Conclusions

- Very little change was observed at the 13 locations where ammonia concentrations were monitored since the year 2000. No reduction in ammonia concentrations has been observed during this period. (Fig. S 1)
- The constantly high ammonia concentrations show that the measures implemented to reduce agricultural ammonia emissions are not sufficient to effectively reduce ammonia levels throughout Switzerland.
- The high concentrations measured in 2018 were influenced by the fact that it was in many places the warmest and often also the driest year of this measurement series, which can affect the propagation, the deposition and also the emission quantity.
- Values were generally highest in areas with intensive animal production (6 - 10 µg m^{-3}), slightly lower in areas with less intensive livestock farming.
- In areas with predominant crop farming, both concentrations (2 - 5 µg m^{-3}) and fluctuations were lower compared to areas with livestock farming.
- The highest ammonia concentrations are measured during periods with slurry application.
- Ammonia concentrations were at most sites lowest during December and January.
- Sites located in similar terrains may show different ammonia concentrations, yet the development of the annual mean values is usually very similar.
- The concentrations of gaseous ammonia contribute substantially to the deposition of nitrogen into sensitive ecosystems. The critical loads for nutrient nitrogen (CLRTAP, 2017, chapter V) are exceeded in most parts of Switzerland. The ammonia concentrations also exceed the critical levels set to protect vegetation from direct exposure (CLRTAP, 2017, chapter III) in many regions of Switzerland.
- The comparison of the measured with the modeled concentrations, based on emission inventories, shows a good agreement of spatial distribution. The modelled concentrations were adjusted on average to the measured values and do not allow conclusions about the level of emissions.

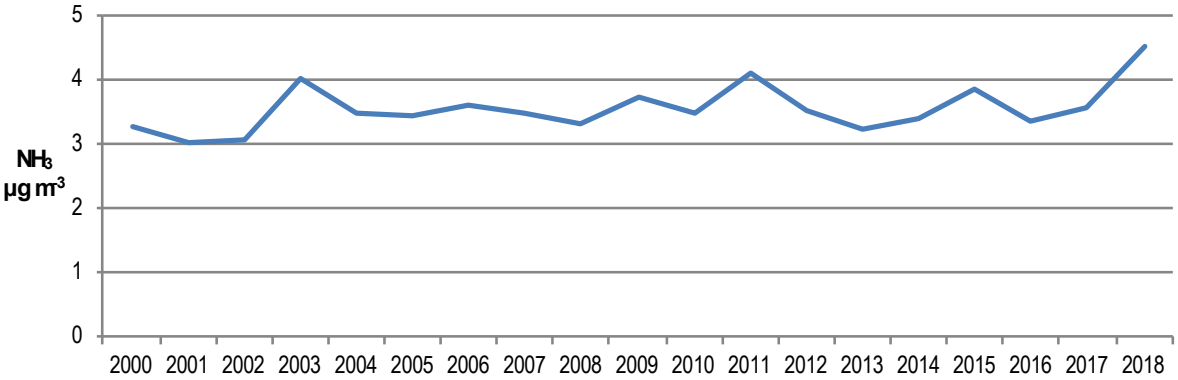


Fig. S 1 Annual mean of ammonia concentrations
Average of ammonia concentrations from all 13 sites, where ammonia measurements are performed since 2000.

Outlook

In 2018 measurements are continued at most of the sites. Monitoring the long-term development of ambient ammonia concentrations is essential to document the efficiency of measures aimed at reducing ammonia emissions.

2 Einleitung

2.1 Ausgangslage

Ammoniakemissionen führen zu bedeutenden Stickstoffeinträgen in empfindliche Ökosysteme wie Wälder, Moore und oligotrophe Stillgewässer, was langfristig zur Bodenversauerung, Überdüngung und einer Verschiebung der Artenzusammensetzung führt. Emittiertes Ammoniak wird teilweise in der näheren Umgebung der Emissionsquellen deponiert, es bildet jedoch auch mit Säuren – vor allem mit Salpetersäure aus Verbrennungsprozessen – Aerosole, die über weite Strecken transportiert werden können (EKL 2013). In Bezug auf die Masse ist Ammonium das weitaus wichtigste beteiligte Kation im Feinstaub. Während winterlicher Inversionen konnte gezeigt werden, dass etwa die Hälfte des PM10 (Empa 2006) und bis zu zwei Drittel des PM1 aus Ammoniumnitrat und -sulfat bestehen (PSI/uwe 2007).

In der Schweiz betrugen die Ammoniakemissionen im Jahr 2017 rund 55’000 Tonnen NH_3 (FOEN 2019). Die Landwirtschaft verursachte davon 93 % (51'200 Tonnen NH_3) und ist damit die grösste Quelle von reduzierten Stickstoffverbindungen in der Schweiz. Weitere Ammoniak-Emittenten sind der "Verkehr" mit einem Anteil von 3 %, "Industrie und Gewerbe" mit 2 % und "Haushalte" mit 2 % (BAFU 2019). Die NH_3-Emissionen aus der Landwirtschaft in der Schweiz sanken zwar zwischen 1990 und 2000 – vor allem wegen der Reduzierung der Tierbestände – von rund 63'000 auf 52’000 Tonnen Ammoniak pro Jahr (FOEN 2019), stagnieren aber seit dem Jahr 2000 auf diesem Niveau. Somit liegen die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft nach wie vor deutlich über der Zielsetzung von 25'000 Tonnen Stickstoff (entsprechen 30’4000 Tonnen NH_3) pro Jahr (BAFU & BLW 2016).

Landwirtschaftsland ist nach Gülleausbringung eine starke Ammoniakquelle, in Zeiträumen, in denen keine Gülle ausgebracht wird, sind landwirtschaftliche Flächen, abhängig von der Art und dem Zustand der Vegetation, aber eine mehr oder weniger starke Senke für Ammoniak. Im Gegensatz dazu bietet überbautes Gebiet wenig Senken.

Sowohl die direkte Belastung der Vegetation mit gasförmigem Ammoniak, als auch die durch Ammoniak und Ammoniumsalze zusammen mit oxidierten Stickstoffverbindungen verursachten Stickstoffeinträge, haben schädliche Auswirkungen auf empfindliche Ökosysteme. Um den Langzeitwirkungen erhöhter Ammoniak-Konzentrationen Rechnung zu tragen (UNECE 2007, Cape et al. 2009, Mills et al. 2010), wurden im Rahmen des UNECE Workshops on Atmospheric Ammonia vom Dezember 2006 die Critical Levels für Ammoniak folgendermassen festgelegt[1]:

- NH_3-Konzentration von 1 µg m^{-3} für empfindliche Moose und Flechten und Ökosysteme, wo diese niederen Pflanzen für das Ökosystem von Bedeutung sind
- NH_3-Konzentration von 3 µg m^{-3} für höhere Pflanzen. Auf Grund der Schätz-Unsicherheit wird jedoch ein Bereich von 2 – 4 µg m^{-3} bevorzugt.

[1] Gemäss Cape et al. (2009) gibt es für die NH_3-Messungen zur Ermittlung der Critical Levels keine standardisierte Höhe über der Vegetation. Es wird auf die Bedeutung einer genügenden Höhe über der Vegetation hingewiesen (üblicherweise 1.5 m bei kurzer Vegetation), um Unsicherheiten in Bezug auf den Einfluss der Vegetation und den damit im Zusammenhang stehenden vertikalen Gradienten möglichst auszuschalten.

Die aus den gemessenen Ammoniakkonzentrationen, den Stickoxiden sowie den Ammonium- und Nitratkonzentrationen in Niederschlägen ableitbaren Gesamtstickstofffrachten liegen weiträumig, inklusive quellenfernen Standorten, über den im Rahmen der UNECE Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (CLRTAP) festgelegten Critical Loads für Stickstoffeinträge in empfindliche Ökosysteme (CLRTAP 2017, Kapitel V; Bobbink & Hettelingh 2011; EKL 2005; EKL 2014, Thimonier et al. 2005; Waldner et al., 2007). In der Schweiz werden die Critical Loads für Stickstoff bei mehr als 95 % der Waldfläche, 100 % der Hochmoore, 84 % der Flachmoore und 42 % der Trockenwiesen (TWW) überschritten (EKL 2014). Diese grossflächige und teilweise massive Überdüngung mit Stickstoff führt u.a. zu einer Reduktion der Artenvielfalt (BAFU 2011, Roth et al. 2013, Roth et al. 2015). Der Anteil des hauptsächlich von der Landwirtschaft stammenden Ammoniaks und Ammoniums macht dabei je nach Standort 50-80 % des gesamten Stickstoffeintrags aus (Seitler et al. 2016).

Verschiedene Standorte sind sehr unterschiedlich durchlüftet. Um von der Ammoniakkonzentration auf die Emissionsstärke in der Umgebung schliessen zu können, bedarf es somit Modellbetrachtungen mit Berücksichtigung der Meteorologie, der Topografie (z.B. Kaltluftabflüsse), der lokalen Vegetation und anderen Faktoren.

Für Ammoniak gibt es im Anhang 7 der Luftreinhalteverordnung (LRV) keinen Immissionsgrenzwert. Critical Loads und Critical Levels sind jedoch von der Bedeutung her mit Immissionsgrenzwerten der LRV gleichwertig (BAFU & BLW 2011)[2]. Bei deren Überschreitung müssen die Immissionen demnach als übermässig bezeichnet werden. Damit sind die Behörden gemäss LRV verbindlich aufgefordert, Massnahmen zur Minderung der massgeblich durch Ammoniak verursachten übermässigen Stickstofffrachten zu treffen. Folgende Massnahmen zur Minderung der Ammoniakverluste in der Landwirtschaft sind Stand der Technik und daher gemäss Art. 4 LRV grundsätzlich anzuwenden: emissionsarme Güllelagerung, Gülleaufbereitung und Gülleausbringung, Optimierung der Stallhaltungssysteme und Tierhaltungsformen (Stall- und Laufhofreinigung, Abluftreinigung etc.), Stickstoff optimierte Fütterung und bedarfsgerechte Düngung (BAFU & BLW 2011, BAFU & BLW 2012, UNECE 2014, Cercl'Air 2002, KOLAS 2006, KVU 2006, Agridea, Landwirtschaftsamt Thurgau 2006, Kanton Luzern uwe 2007, Kanton Appenzell Ausserrhoden 2008).

2.2 Zielsetzung

Das zentrale Ziel der Messungen ist die gesamtschweizerische, langfristige Erfassung und Darstellung der Ammoniak-Immissionssituation. Dabei soll auch die Entwicklung der Ammoniak-Konzentrationen im Jahresverlauf, die räumliche Variation sowie die unterschiedlichen Belastungen an verschiedenen Standorttypen aufgezeigt werden. Die Messungen sollen auch zur Validierung der modellierten Ammoniakkonzentrationen dienen.

Ein wesentliches Ziel des langfristig angelegten Ammoniak-Monitorings an verschiedenen Standorten in der Schweiz ist die Erfolgskontrolle von Massnahmen zur Reduktion von Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft (Ressourcenprojekte, Massnahmenpläne oder die Umsetzung der Vollzugshilfen Landwirtschaft des BAFU in den Kantonen). Die Reduktion

[2] Gemäss EKL (2014) soll Ammoniak in erster Linie aufgrund seines hohen Anteils an den Stickstoffeinträgen beurteilt werden, da die Critical Loads die prioritär zu berücksichtigenden Belastungsgrenzen sind.

der Ammoniakemissionen ist nötig zum Schutz der Ökosysteme vor Eutrophierung und Versauerung sowie zur Minderung der Feinstaubbelastung (BAFU & BLW 2011, Cercl'Air 2002, EKL 2005, KOLAS 2006, BBl 2009, EKL 2013, EKL 2014).

2.3 Projektrahmen

In diesem Bericht werden die Resultate der Ammoniakmessungen in der Aussenluft im Zeitraum von 2000 bis 2018 präsentiert, wobei nur die Standorte berücksichtigt wurden, an denen 2018 seit mindestens zwei Jahren gemessen wurde. Werden räumlich verdichtete Messnetze betrieben, wurde je ein repräsentativer Standort ausgewählt. Die Messungen erfolgen im Auftrag des BAFU, der OSTLUFT, des Fürstentums Liechtenstein (seit 2008), der Zentralschweizer Kantone ZUDK (seit 2010) sowie der Kantone Luzern und Freiburg (seit 2006), Zug (seit 2007), Bern (seit April 2008), Thurgau (seit August 2008), Graubünden (seit 2009), Aargau, Appenzell Innerrhoden und St. Gallen (seit 2010), Solothurn (seit 2011), Neuenburg (seit 2012), Zürich, Schaffhausen und Basel-Land (seit Frühling 2012), Glarus (seit 2015) und werden durch die FUB – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung – an unterschiedlich belasteten Standorten in der Schweiz durchgeführt. Einige Daten stammen aus regionalen Projekten, wie z.B. der Umsetzung des Ressourcenprogramms des BLW (Art. 77 LwG, https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/ressourcen--und-gewaesserschutzprogramm/ressourcenprogramm.html, Stand am 21.03.2019) durch die Kantone.

Die Beschreibungen der Standorte, die gemessenen NH_3-Konzentrationen sowie die modellierten Emissionen und Konzentrationen werden in den Standortdatenblättern 2018 dargestellt (Seitler et al. 2019).

3 Methodisches

3.1 Messsystem

Die Messungen wurden mit Passivsammlern nach VDI 3869 Blatt 4 durchgeführt. Bis 2003 wurden Zürcher-Passivsammler eingesetzt, anfangs 2004 wurde auf Radiello–Passivsammler und anfangs 2018 an einem Teil der Orte auf die Ferm-Passivsammler umgestellt. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der drei Messmethoden wurde durch Parallelmessungen an verschiedenen Standorten untersucht. Die Zürcher Passivsammler wurden auf die Radiello-Passivsammler kalibriert. Die Übereinstimmung zwischen Radiello und Ferm ist gut (siehe Abb. 46).

Die Richtigkeit der Passivsammlermessungen wurde mit einer unabhängigen aktiven Messmethode (Denuder, VDI 3869 Blatt 3) sowie durch weitere Vergleichsmessungen und regelmässige Qualitätskontrollen laufend überprüft. An wechselnden NABEL-Stationen werden die Passivsammler seit 2008 mit NABEL-Minidenudern und seit 2011 mit Spektrometern zur kontinuierlichen Messung von Ammoniak (Cavity Ring Down Spectroscopy) kontinuierlich verglichen (Abb. 45).

Sammel- und Messmethoden, Vergleichsresultate und Aspekte zur Qualitätssicherung sind in einem separaten Methodenbericht (Seitler & Thöni 2009) sowie in Dämmgen et al. (2010) beschrieben.

Vergleichsmessungen haben gezeigt, dass die Expositionsdauer der Radiello-Sammler (1, 2, 4 oder 6 Wochen) keinen Einfluss auf die gemessenen Ammoniakkonzentrationen hat (Seitler 2015).

3.2 Empfehlung für Messstandorte

Die Standorte für Ammoniakmessungen sollen so gewählt werden, dass so weit wie möglich die regionale Immissionsbelastung erfasst werden kann. Dazu sollen folgende Kriterien beachtet werden:

- Platzierung auf einem offenen Feld mit freier Anströmbarkeit.
- Die Sammler sollen an einem Mast oder Kandelaber befestigt werden. In keinem Fall in einer Baumkrone oder in einer Hecke!
- WMO/GAW und das EMEP empfehlen für Schadstoffe, die mit der Vegetation reagieren können (wie z. B. Ozon) eine Expositionshöhe von 3 bis 5 m über Boden. (WMO 2017, EMEP)
- Von Bäumen, Büschen, Hecken oder hochwachsenden Kulturen (z.B. Mais) soll genügend Abstand (horizontal ein Mehrfaches der Vegetationshöhe) gewählt werden.
- Die Passivsammler müssen jederzeit und langfristig frei anströmbar bleiben, d.h. nachwachsende Vegetation (Gras, Büsche) muss regelmässig zurückgeschnitten werden.
- Der Standort soll regelmässig (mindestens vierteljährlich) fotografiert werden, von Vorteil werden die Bilder in vier Himmelsrichtungen jeweils mit der Messstelle im Vordergrund aufgenommen. Jegliche Veränderungen in der Umgebung, wie z.B. neue Bauten, Strassen sowie getroffene Massnahmen zur Emissionsminderung von NH_3 sollen ebenfalls dokumentiert werden.

Weichen die Messstandorte von diesen Empfehlungen ab, wird dies in den Standortdatenblättern begründet. Beispielsweise wurden niedrigere Expositionshöhen von Standorten mit

vorangegangenen Messungen nicht den Empfehlungen angepasst um die Vergleichbarkeit der Daten beizubehalten. Höhere Expositionshöhen werden bewusst gewählt, um z.B. die Immissionen eines grossräumigeren Bereiches oder die Situation über den Baumkronen zu erfassen.

Ergänzend können für Fallstudien, wie z.B. die Überprüfung der Wirksamkeit von kantonalen Massnahmen, Standorte in unmittelbarer Nähe von Emissionsquellen gewählt werden.

3.3 Standorteinteilung in Belastungstypen und Immissionstypen

Angelehnt an die Belastungstypen der NABEL-Stationen werden die Standorte auf Grund ihrer geografischen Lage und der unterschiedlichen Emittenten in deren Umgebung in acht lufthygienische Belastungstypen eingeteilt:

Alp, oberhalb 1800 m ü. M.
Ländlich, oberhalb 900 m ü. M.
Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.
Ländlich, Autobahn
Ländlich, verkehrsbelastet
Vorstädtisch
Städtisch
Städtisch, verkehrsbelastet

Auf Grund der Höhe der Ammoniak-Jahresmittelwerte (2015 bis 2018) wurden die Standorte zusätzlich in Immissionstypen eingeteilt. Diese Einteilung ist an die Critical Levels für Ammoniak gemäss UNECE 2007 angelehnt:

< 1 µg m^{-3}, **1 – 3** µg m^{-3}, **3 – 5** µg m^{-3}, **5 – 8** µg m^{-3}, **> 8** µg m^{-3}

3.4 Zeitraum und Umfang der Messungen

Seit 2000 werden in der Schweiz NH_3-Konzentrationen in der Luft erfasst. An 13 Standorten wird durchgehend seit 2000, an 21 Standorten durchgehend seit 2004 und an 32 Standorten durchgehend seit 2008 gemessen, seit 2013 sind es 70 Standorte. In einigen Kantonen wurde und wird Ammoniak im Zusammenhang mit der Erfolgskontrolle der Ressourcenprojekte gemäss Artikel 77a und 77b des Landwirtschaftsgesetzes (nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen) gemessen. Eine Auswahl dieser Standorte wird hier in die Auswertung miteinbezogen. Bei mehreren Standorten in einem kleinräumigen Gebiet wird jeweils ein möglichst abseits von Dörfern und starken Quellen liegender Standort ausgewählt. Insgesamt werden 83 Standorte in diesem Bericht berücksichtigt, die alle mindestens zwei Jahre betrieben wurden. Die Anzahl vollständiger Messjahre jedes Standortes ist in Tabelle 1 aufgeführt. In Kapitel 7.3, Tabelle 14 ist detailliert ersichtlich, welche Standorte wann beprobt wurden.

3.5 Messstandorte im Überblick

In Abbildung 1 werden die Messstandorte dargestellt[3] und in Tabelle 1 kurz beschrieben (ausführlicher in Kapitel 7.2, Tabelle 13 sowie in den Standortdatenblättern: Seitler et al. 2019).

[3] Programm: QGIS; Quelle Hintergrundkarte: Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Nr. (Karte Abb.1)	Code	Standort Name	Kt. / Land	Höhe m ü.M.	Belastungstyp	Immis-sionstyp µg m^{-3}	Mehrjähriges Jahresmittel µg m^{-3}	Anzahl vollst. Jahre	Messreihe	Boxplots (Kap. 4.5) Abb. Nr.
1	CHA	Chaumont	NE	1137	Ländlich,	1 – 3	1.2	19	2000 – 2018	
2	RIG	Rigi-Seebodenalp	SZ	1031	oberhalb 900 m ü. M.		1.6	19	2000 – 2018	
3	FRÜE	Früebüel	ZG	980			1.8	12	2007 – 2018	10
4	ZB 01	Zugerberg 1	ZG	990			2.0	19	2000 – 2018	
5	BA	Bachtel	ZH	930			2.4	19	2000 – 2018	
6	ZIGE	Zigerhüttli	ZG	989			2.4	12	2007 – 2018	11
7	AIO	St. Anton	AI	1071			2.9	9	2010 – 2018	
8	SARE	Sagno Reservoir	TI	820	Ländlich,	1 – 3	1.4	5	2014 – 2018	
9	SCH	Schänis	SG	630	unterhalb 900 m ü. M.		2.1	18	2000, 2002 – 2018	
10	RAF	Rafzerfeld	ZH	399			2.1	6	2013 – 2018	
11	BAI	Buch am Irchel	ZH	453			2.6	6	2013 – 2018	12
12	BRIS	Brislach	BL	450			2.6	6	2013 – 2018	
13	VTG	Gwatt	BE	558			2.8	10	2009 – 2018	
14	HUD 3	Hudelmoos 3	TG	520			2.8	18	2001 – 2018	
15	KNB	Küsnachter Berg	ZH	658			3.0	6	2013 – 2018	13
16	IEB	Bärau	BE	725			3.0	10	2009 – 2018	
17	PAY	Payerne	VD	489	Ländlich,	3 – 5	3.0	19	2000 – 2018	
18	OBS	Oberstammheim	ZH	459	unterhalb 900 m ü. M.		3.3	6	2013 – 2018	
19	WTG1	Gimmiz Dach	BE	444			3.3	10	2009 – 2018	14
20	RO	Root Michaelskreuz	LU	791			3.4	18	2001 – 2018	
21	HEMO	Hessigkofen Moosgasse	SO	605			3.5	8	2011 – 2018	
22	VU01	Vuisternens-en-Ogoz	FR	850			3.7	13	2006 – 2018	
23	ILN 01	Illnau Chrützegg	ZH	540			3.8	4	2015 – 2018	
24	SNB	Schönenberg	ZH	730			3.9	6	2013 – 2018	
25	BIR1	Birrfeld 1	AG	393			3.9	9	2010 – 2018	15
26	BENN	Bennwil	BL	540			4.0	6	2013 – 2018	
27	STAD	Stadel	ZH	426			4.1	6	2013 – 2018	
28	MI01	Misery	FR	607			4.2	11	2008 – 2018	
29	N14	Ems Plarenga	GR	570			4.2	10	2009 – 2018	
30	DEB	Näfels	GL	436			4.3	4	2015 – 2018	
31	FRAU	Kloster Frauental	ZG	395			4.3	12	2007 – 2018	16
32	HBL	Lotzwil	BE	509			4.4	10	2009 – 2018	
33	INWI	Inwil	ZG	437			4.4	12	2007 – 2018	
34	MAEM	Matzendorf Emet	SO	594			4.6	8	2011 – 2018	
35	AIG	Gontenbad	AI	896			4.7	9	2010 – 2018	
36	WAEN	Wängi TG	TG	641			4.7	8	2009 – 2015, 2018	
37	AIHA	Haslen	AI	768			4.8	9	2010 – 2018	17
38	NEHU	Neuendorf Hurtmatten	SO	435			4.8	8	2011 – 2018	
39	TAE	Tänikon	TG	539			4.8	19	2000 – 2018	
40	SZ-03	Rossmattli	SZ	500			4.8	9	2010 – 2018	
41	MÖN	Mönchaltdorf	ZH	445			4.9	6	2013 – 2018	18
42	NMS	Malans	GR	529	Ländlich,	5 – 8	5.1	10	2009 – 2018	20
43	NE 03	Le Landeron	NE	431	unterhalb 900 m ü. M.		5.1	7	2012 – 2018	
44	SHkl	Klettgau	SH	420			5.1	6	2013 – 2018	19
45	BSZ	Ziegelbrücke	GL	424			5.2	4	2015 – 2018	
46	KAP	Kappel am Albis	ZH	527			5.3	6	2013 – 2018	20
47	SAM2	Suhretal 2	AG	493			5.4	9	2010 – 2018	
48	BRM	Beromünster NABEL	LU	796			5.5	2	2017 – 2018	
49	GEF	Gelfingen	LU	572			5.6	3	2016 – 2018	21
50	NGS	Grüsch Schwellenen	GR	607			5.9	8	2011 – 2018	
51	MAG	Magadino-Cadenazzo	TI	204			5.9	19	2000 – 2018	
52	NZI 01	Zizers Neulöser 1	GR	527			6.0	10	2009 – 2018	
53	WAU 16.4	Wauwil 16	LU	499			6.0	13	2006 – 2018	22
54	MAU 01	Mauren 1	TG	439			6.3	19	2000 – 2018	
55	BAV	Balzers	FL	473			6.3	11	2008 – 2018	
56	NEU 02	Neudorf 2	LU	735			6.3	13	2006 – 2018	
57	ZG-02	Niederwil 2	ZG	420			6.4	9	2010 – 2018	23
58	URI 01	Uri 1	UR	455			6.4	9	2010 – 2018	
59	EST	Eschen	FL	441			6.4	11	2008 – 2018	
60	NW-02	Stans Galgenried Süd	NW	440			6.8	9	2010 – 2018	
61	OW-02	Obwalden 2	OW	560			6.8	9	2010 – 2018	24
62	HOL 01	Holderhus 1	LU	590			6.9	19	2000 – 2018	
63	SCHÜ 00	Schüpfheim 0	LU	735			6.9	19	2000 – 2018	
64	FRFE	Frauenfeld	TG	384			7.1	8	2010 – 2015, 2017 – 2018	25
65	LANG	Langrickenbach TG	TG	515	Ländlich,	> 8	8.0	8	2009 – 2015, 2018	
66	HÄG	Häggenschwil	SG	555	unterhalb 900 m ü. M.		8.1	16	2003 – 2018	26
67	ESCH 01	Eschlikon 1	TG	583			8.6	8	2009 – 2015, 2018	
68	APS	Ap.-Steinegg	AI	820			8.7	16	2003 – 2018	
69	SIN3	Freiamt 3	AG	519			9.2	9	2010 – 2018	27
70	ESC 08	Eschenbach 8	LU	495			9.6	15	2004 – 2018	
71	WEIN	Weinfelden	TG	422			9.8	9	2009 – 2015, 2017 – 2018	
72	WAU 13	Wauwil 13	LU	501			10.1	15	2004 – 2018	28
73	WAEL	Wäldi TG	TG	572			10.3	8	2009 – 2015, 2018	
74	WIG	Netstal	GL	455	Ländlich, verkehrsbelastet	3 – 5	3.4	4	2015 – 2018	29
75	SLI 01	Schaan 1	FL	450	Ländlich, verkehrsbelastet	5 – 8	5.5	7	2012 – 2018	30
76	NV4	San Vittore	GR	270	Ländlich, an Autobahn	3 – 5	3.1	10	2009 – 2018	
77	SIO	Sion-Aeroport	VS	483			3.9	19	2000 – 2018	31
78	HAE	Härkingen	SO	431			4.9	13	2006 – 2018	
79	BAS	Basel-Binningen	BL	317	Vorstädtisch	1 – 3	2.6	19	2000 – 2018	32
80	LUG	Lugano	TI	281	Städtisch	1 – 3	2.5	19	2000 – 2018	33
81	SOAL	Solothurn Altwyberhüsli	SO	453	Städtisch, verkehrsbelastet	1 – 3	2.4	8	2011 – 2018	34
82	RAP	Rapperswil	SG	430	Städtisch, verkehrsbelastet	3 – 5	3.6	16	2003 – 2018	35
83	WIE	Schimmelstrasse	ZH	415			4.3	10	2008, 2010 – 2018	

Tab. 1 Standorte der Messungen 2018

Einteilung der Standorte nach Belastungs- und Immissionstypen. Das mehrjährige Jahresmittel ist (wo vorhanden) aus den Jahren 2015 – 2018 berechnet worden. Die schwarzen Linien trennen Belastungstypen, die grauen Immissionstypen innerhalb eines Belastungstyps.

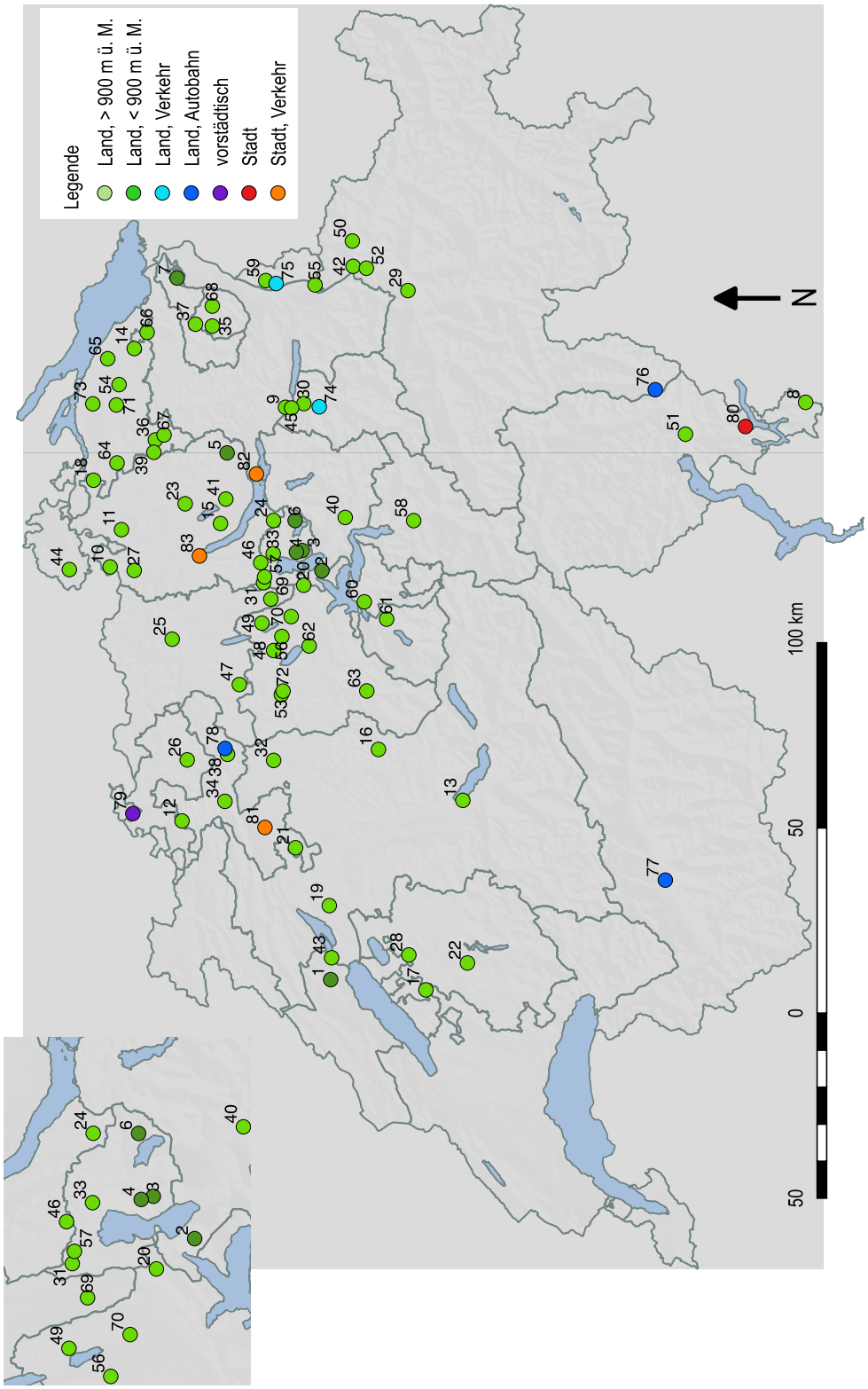


Abb. 1 Messnetz 2018, ganze Schweiz und vergrösserter Ausschnitt um Zugersee
Die Nummerierung entspricht den Standortnummern in Tabelle 1.

3.6 Auswertung

3.6.1 Jahres-, Saison- und Monatsmittelwerte

Für die Jahresmittelwerte wurden die Messwerte auf das Kalenderjahr umgerechnet, indem die Messperioden über den Jahreswechsel zeitgewichtet aufgeteilt wurden.

Die Messperiode 1999/2000, im Bericht als 2000 beschrieben, stimmt nicht mit einem Kalenderjahr überein. Für die Berechnung dieser Jahresmittelwerte wurde als Ende der Messperiode der Messbeginn plus ein Jahr festgelegt.

Als Saisonmittelwerte wurden die Messwerte aus den folgenden Monaten zeitgewichtet berechnet:

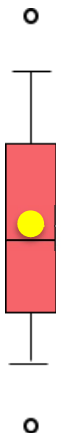
Winter Dezember des Vorjahrs, Januar, Februar
Frühling März, April, Mai
Sommer Juni, Juli, August
Herbst September, Oktober, November

Die Jahreswerte werden nur berücksichtigt, wenn mindestens 11 Monate vorhanden sind (ca. 85 %). Die Saisonmittelwerte werden verwendet, wenn mindestens 80 % und die Monatsmittel wenn mindestens 50 % der Zeit gemessen wurde.

Monatsmittelwerte wurden als Grundlage für Boxplots und Verlaufsgrafiken genommen.

3.6.2 Boxplots

Die einzelnen Standorte sind als Boxplots dargestellt, darin sind die 10er, 25er, 50er (Median), 75er und 90er Perzentile berücksichtigt. Werte oberhalb des 90er Perzentils respektive unterhalb des 10er Perzentils sind als Einzelpunkte eingezeichnet (siehe unten). Bei den Boxplots aus mehreren, seit 2000, 2004 und 2008 durchgehend gemessenen Standorten, sind auch die Mittelwerte eingezeichnet (gelber Punkt). Die Monatsmittelwerte eines Jahres bilden jeweils einen Boxplot.



4 Resultate

Die Resultate werden in diesem Bericht zusammengefasst dargestellt. Die Verläufe der Konzentrationen werden in den Standortdatenblättern (Seitler et al. 2019) dargestellt.

4.1 Langjährige Entwicklung der Ammoniak-Konzentrationen

4.1.1 Messungen an 13 Standorten seit 2000

An dreizehn Standorten wird bereits seit 2000 durchgehend gemessen (Tabelle 2). An einigen Sandorten mussten die Passivsammler verschoben werden. Zum Teil wurden Parallelmessungen durchgeführt und wenn nötig die früheren Werte angepasst. In Kapitel 7.1 sind die Änderungen detailliert aufgeführt.

Tab. 2 Standorte seit 2000, Standortcharakteristik
Belastungs- und Immissionstypen der 13 Standorte, an denen schon seit 2000 gemessen wird.

4 Standorte	**Ländlich**, oberhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **1 - 3**	CHA, RIG, ZB 01, BA
2 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **3 - 5**	PAY, TAE
4 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **5 - 8**	MAG, MAU 01, HOL 01, SCHÜ 00
1 Standort	**Ländlich**, Autobahn	Immissionstyp **3 - 5**	SIO
1 Standort	**Vorstädtisch**	Immissionstyp **1 - 3**	BAS
1 Standort	**Städtisch**	Immissionstyp **1 - 3**	LUG

Tab. 3 Standorte seit 2000, Perzentile und Mittelwerte
Die Perzentile und Mittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen (in µg m^{-3}) aller 13 Standorte an denen seit 2000 gemessen wird. Datengrundlage sind Monatsmittelwerte.

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Anzahl Monatsmittelwerte	156	*151*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*	*156*
kleinster Monatsmittelwert	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1
10er Perzentil	0.7	0.7	0.8	0.7	0.9	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	1.4	0.9	0.8	0.9	1.2	0.9	1.1	1.3
25er Perzentil	1.8	1.4	1.3	1.9	1.7	1.9	2.0	1.8	1.8	2.0	1.8	2.2	1.8	1.6	1.6	2.1	1.8	1.9	2.4
Median	**3.0**	**2.8**	**2.7**	**3.6**	**3.2**	**3.2**	**3.2**	**3.0**	**3.0**	**3.5**	**3.3**	**3.5**	**3.1**	**2.9**	**3.1**	**3.3**	**2.8**	**3.2**	**3.9**
Mittelwert	**3.3**	**3.0**	**3.1**	**4.0**	**3.5**	**3.4**	**3.6**	**3.5**	**3.3**	**3.7**	**3.5**	**4.1**	**3.5**	**3.2**	**3.4**	**3.8**	**3.4**	**3.6**	**4.6**
75er Perzentil	4.1	4.0	3.9	5.1	4.9	4.8	4.9	4.8	4.6	5.0	4.7	5.7	4.9	4.6	4.9	5.1	4.7	4.6	6.5
90er Perzentil	5.5	5.5	5.6	7.7	6.2	6.3	6.8	6.5	6.0	7.0	6.3	7.7	6.3	6.4	6.1	7.4	6.7	6.1	8.6
grösster Monatsmittelwert	14.9	15.6	16.5	17.3	9.6	9.9	11.9	11.7	15.8	12.6	14.4	13.5	13.5	9.2	13.2	12.7	12.5	22.0	19.9

In Tabelle 3 und Abbildung 2 sind die Perzentile und Mittelwerte der Monatsmittelwerte zusammengefasst. Die Perzentile der Jahre 2000 bis 2002 sowie 2013 sind eher tief. 2003 (Jahrhundertsommer), 2011 (zweitwärmstes Jahr) und 2018 wärmstes Jahr seit Messbeginn (MeteoSchweiz 2019) wurden hohe Werte gemessen.

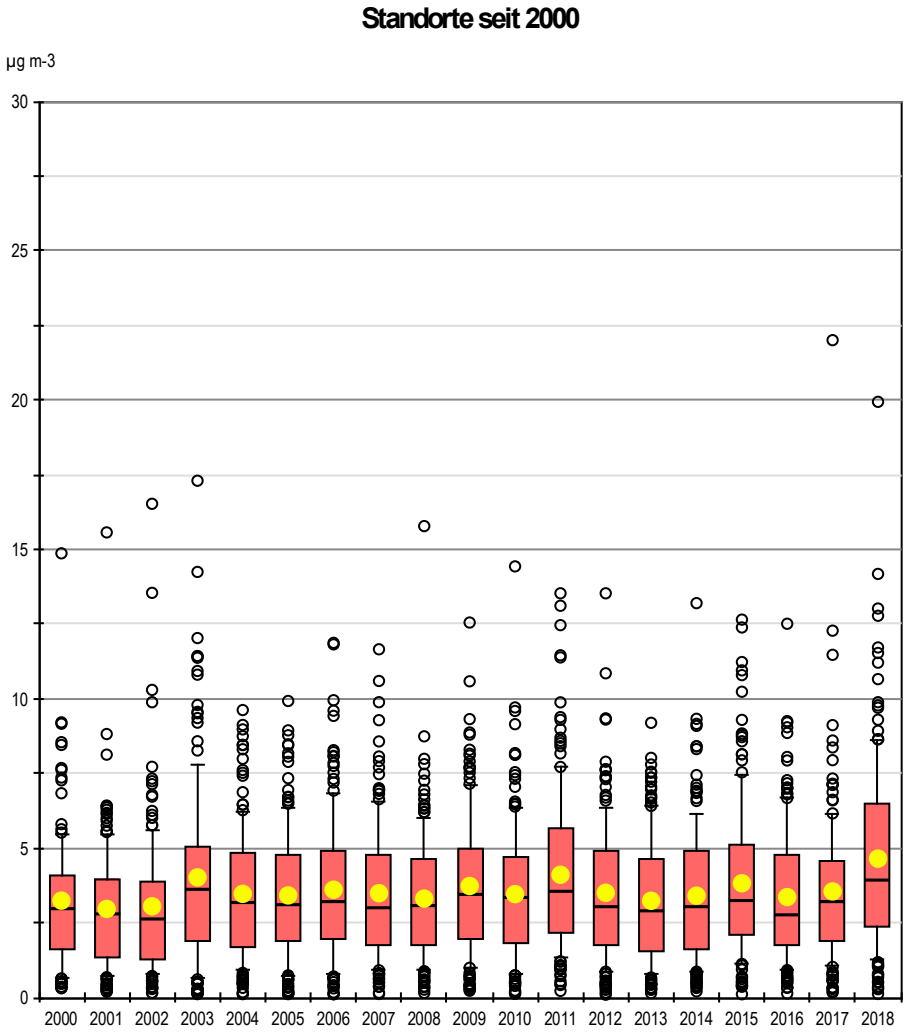


Abb. 2 Monatliche Konzentrationen der Standorte seit 2000, Boxplots
Die Ammoniak-Konzentrationen der 13 Standorte, an denen seit Messbeginn während 19 Jahren durchgehend gemessen wurde. Datengrundlage sind Monatsmittelwerte.

Abbildung 3 zeigt die Jahresmittelwerte der einzelnen Standorte, an denen seit 2000 jedes Jahr gemessen wurde. Bei vielen Verläufen fallen 2003, 2011 und 2018 mit den höchsten Werten auf. 19 Jahre Ammoniakmessung an verschieden belasteten Standorten in der Schweiz zeigen, dass sich die Immissionen im gemessenen Zeitraum an den meisten Standorten kaum verändert haben.

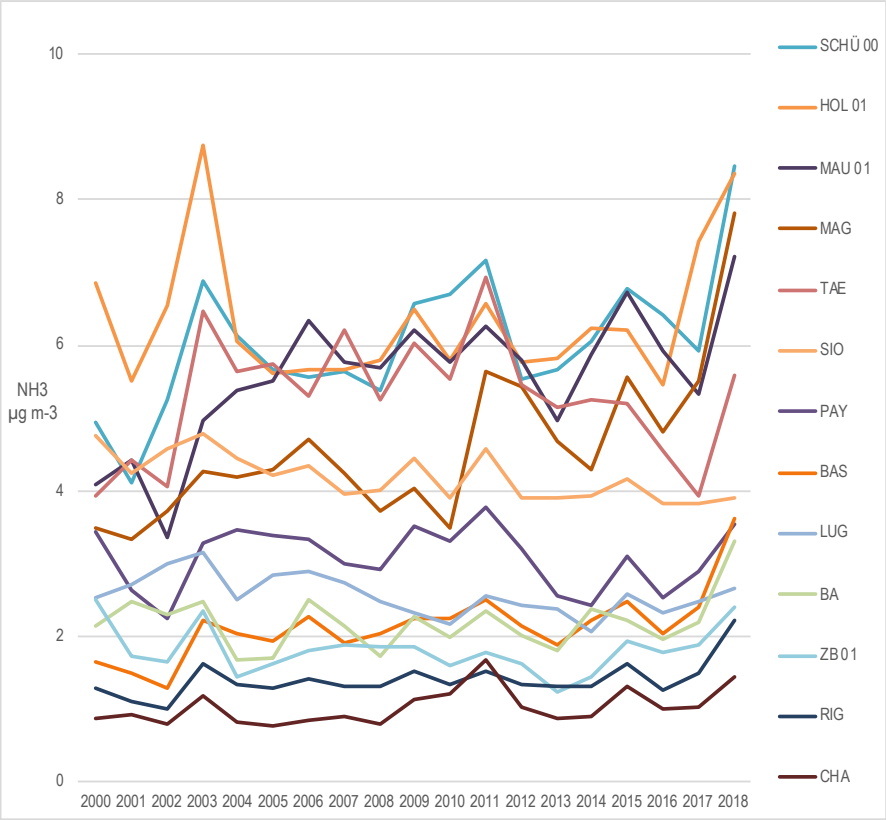


Abb. 3 Standorte seit 2000, Jahresmittelwerte im Verlauf
Jahresmittelwerte der Ammoniakkonzentrationen aller 13 Standorte an denen seit 2000 gemessen wird.

4.1.2 Messungen an 21 Standorten seit 2004

An 21 Standorten wird seit 2004 durchgehend gemessen (Tabelle 4)

Tab. 4 Standorte seit 2004, Perzentile und Mittelwerte
Belastungs- und Immissionstypen der 21 Standorte, an denen seit 2004 gemessen wird.

4 Standorte	**Ländlich**, oberhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **1 - 3**	CHA, RIG, ZB 01, BA
2 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **1 - 3**	SCH, HUD 03
3 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **3 - 5**	PAY, RO, TAE
4 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **5 - 8**	MAG, MAU 01, HOL 01, SCHÜ 00
4 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **> 8**	HÄG, ESC 08, APS, WAU 13
1 Standort	**Ländlich**, Autobahn	Immissionstyp **3 - 5**	SIO
1 Standort	**Vorstädtisch**	Immissionstyp **1 - 3**	BAS
1 Standort	**Städtisch**	Immissionstyp **1 - 3**	LUG
1 Standort	**Städtisch**, verkehrsbelastet	Immissionstyp **3 - 5**	RAP

In Tabelle 5 und Abbildung 4 sind die Perzentile und Mittelwerte der Monatsmittelwerte zusammengefasst. Die Monatsmittelwerte der 21 Standorte, an denen während 15 Jahren gemessen wurde, sind als Boxplots dargestellt (Abbildung 4). Die Jahresmittel der Jahre 2004 bis 2017 schwanken wenig, 2018 zeigt einen deutlich höheren Wert.

Tab. 5 Standorte seit 2004, Perzentile und Mittelwerte

Die Perzentile und Mittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen (in µg m^{-3}) aller 21 Standorte an denen seit 2004 gemessen wird. Datengrundlage sind Monatsmittelwerte.

Jahr	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Anzahl Monatsmittelwerte	*252*	*252*	*252*	*252*	*252*	*252*	*251*	*252*	*252*	*252*	*252*	*252*	*252*	251	*252*
kleinster Monatsmittelwert	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1
10er Perzentil	1.2	1.0	1.2	1.3	1.2	1.3	1.1	1.6	1.0	1.0	1.1	1.2	1.2	1.3	1.6
25er Perzentil	2.1	2.0	2.2	1.9	1.9	2.1	2.0	2.3	1.9	1.8	1.9	2.3	2.1	2.2	2.9
Median	**3.8**	**3.6**	**3.5**	**3.3**	**3.3**	**3.9**	**3.7**	**3.9**	**3.5**	**3.2**	**3.4**	**3.6**	**3.1**	**3.6**	**4.5**
Mittelwert	**4.3**	**4.3**	**4.7**	**4.2**	**4.1**	**4.5**	**4.2**	**4.9**	**4.2**	**3.8**	**4.1**	**4.6**	**4.1**	**4.4**	**5.6**
75er Perzentil	5.7	5.7	5.9	5.7	5.5	6.3	5.6	6.6	5.7	5.4	5.6	5.7	5.4	5.6	7.7
90er Perzentil	8.4	8.8	9.6	8.2	8.0	8.5	8.3	9.3	8.3	7.4	7.4	9.3	8.7	8.9	11.4
grösster Monatsmittelwert	17.5	20.0	19.7	15.1	15.8	18.4	20.5	20.2	21.6	13.1	19.1	22.3	17.7	22.8	19.9

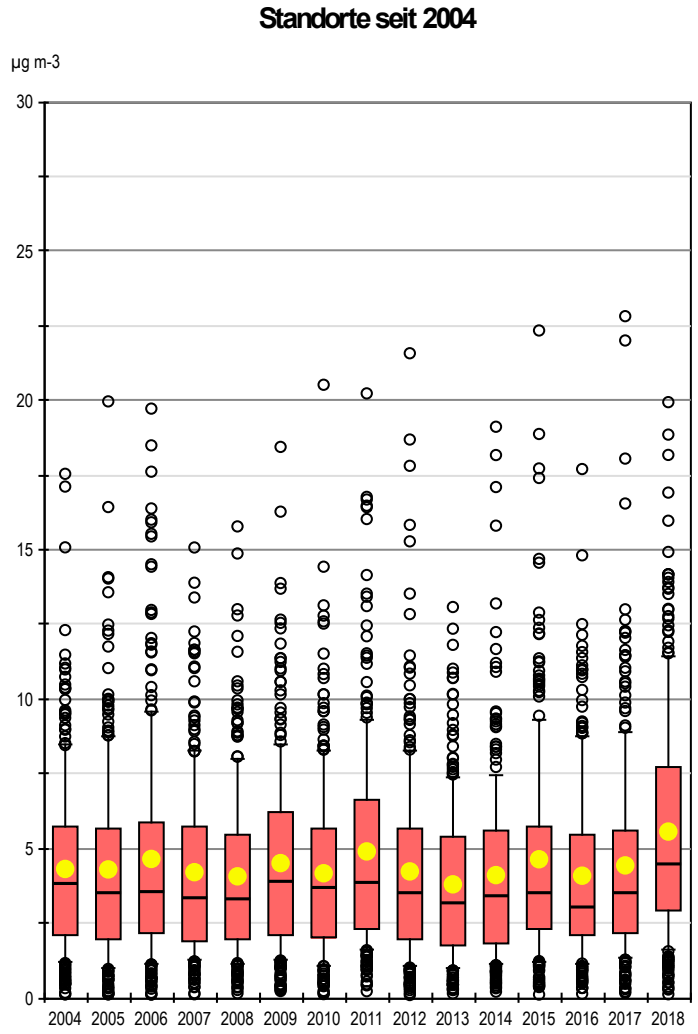


Abb. 4 Monatliche Konzentrationen der Standorte seit 2004, Boxplots

Die Ammoniak-Konzentrationen der 21 Standorte, an denen während 15 Jahren gemessen wurde. Datengrundlage sind Monatsmittelwerte.

Abbildung 5 zeigt die Jahresmittelwerte der einzelnen Standorte, an denen seit 2004 durchgehend gemessen wird. Bei den Standorten mit hohen Konzentrationen sind die Schwankungen von Jahr zu Jahr meist grösser als bei Standorten mit niedrigen Konzentrationen.

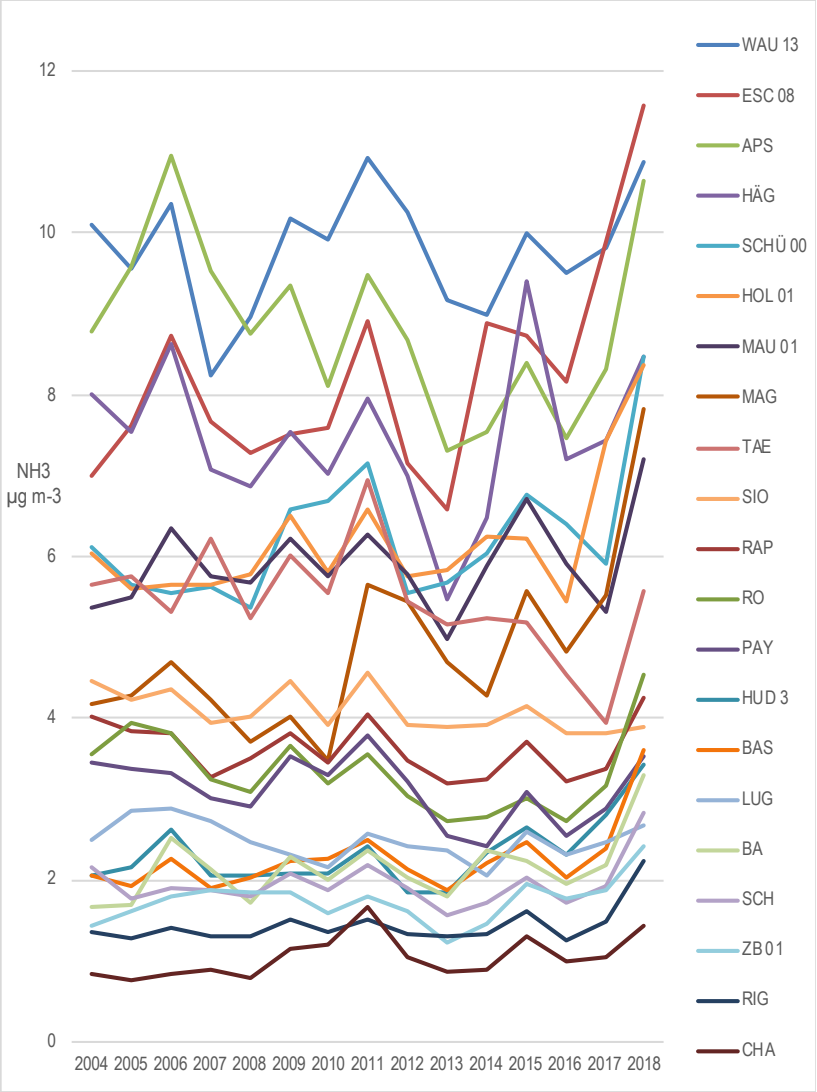


Abb. 5 Standorte seit 2004, Jahresmittelwerte im Verlauf

Jahresmittelwerte der Ammoniakkonzentrationen aller 21 Standorte an denen seit 2004 gemessen wird.

4.1.3 Messungen an 32 Standorten seit 2008

An 32 Standorten wird seit 2008 durchgehend gemessen (Tabelle 6).

Tab. 6 Standorte seit 2008, Standortcharakteristik
Die Perzentile und Mittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen (in µg m^{-3}) aller 32 Standorte an denen seit 2008 gemessen. Datengrundlage sind Monatsmittelwerte.

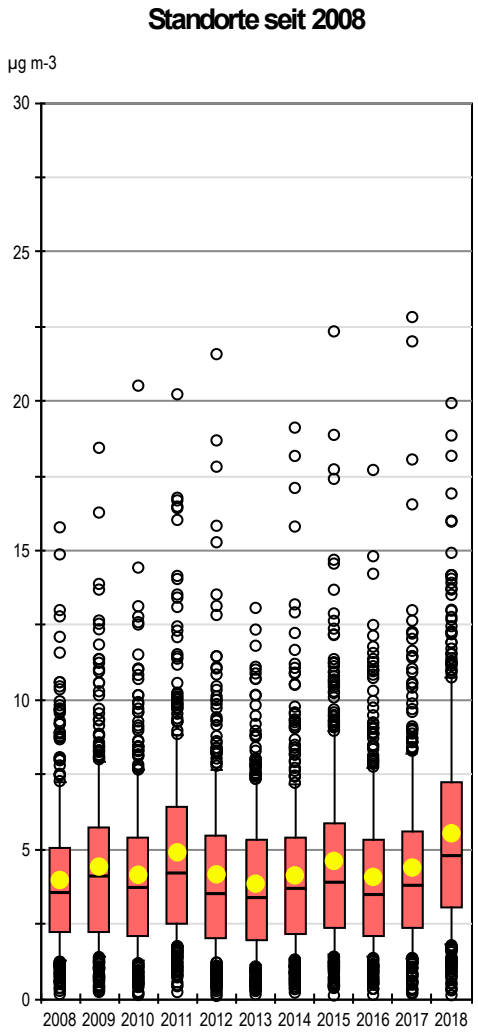
6 Standorte	**Ländlich**, oberhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **1 – 3**	CHA, RIG, FRÜE, ZB 01, BA, ZIGE
2 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **1 – 3**	SCH, HUD 03
7 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **3 – 5**	PAY, RO, TAE, VU01, MI01, FRAU, INWI
8 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **5 – 8**	MAG, WAU16.4, MAU 01, BAV, NEU02, EST, HOL 01, SCHÜ 00
4 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **> 8**	HÄG, ESC 08, APS, WAU 13
2 Standorte	**Ländlich**, Autobahn	Immissionstyp **3 – 5**	SIO. HAE
1 Standort	**Vorstädtisch**	Immissionstyp **1 – 3**	BAS
1 Standort	**Städtisch**	Immissionstyp **1 – 3**	LUG
1 Standort	**Städtisch**, verkehrsbelastet	Immissionstyp **3 – 5**	RAP

In Tabelle 7 sind die Perzentile und Mittelwerte der Monatsmittelwerte zusammengefasst.

Tab. 7 Standorte seit 2008, Perzentile und Mittelwerte
Die Perzentile und Mittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen aller 32 Standorte an denen seit 2008 gemessen wird, in µg m^{-3}, Datengrundlage sind Monatsmittelwerte.

Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Anzahl Monatsmittelwerte	*384*	*384*	*383*	*384*	*381*	*382*	*383*	*384*	*384*	*383*	*384*
kleinster Monatsmittelwert	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1
10er Perzentil	1.3	1.4	1.2	1.8	1.2	1.1	1.3	1.5	1.4	1.4	1.8
25er Perzentil	2.2	2.3	2.1	2.5	2.0	2.0	2.1	2.4	2.1	2.4	3.1
Median	**3.5**	**4.1**	**3.8**	**4.2**	**3.6**	**3.4**	**3.6**	**3.9**	**3.5**	**3.8**	**4.8**
Mittelwert	**4.0**	**4.4**	**4.2**	**4.9**	**4.2**	**3.9**	**4.1**	**4.6**	**4.1**	**4.4**	**5.5**
75er Perzentil	5.0	5.7	5.4	6.4	5.4	5.3	5.4	5.9	5.3	5.6	7.3
90er Perzentil	7.2	7.9	7.6	8.8	7.6	7.3	7.2	8.9	7.6	8.2	10.7
grösster Monatsmittelwert	15.8	18.4	20.5	20.2	21.6	13.1	19.1	22.3	17.7	22.8	19.9

Die Monatsmittelwerte der 32 Standorte, an denen seit 2008 gemessen wurde, sind als Boxplots dargestellt (Abbildung 6 links). Abbildung 6 rechts zeigt den Verlauf der Jahresmittelwerte dieser Standorte. Wiederum fallen die Jahre 2011 und 2018 auf.



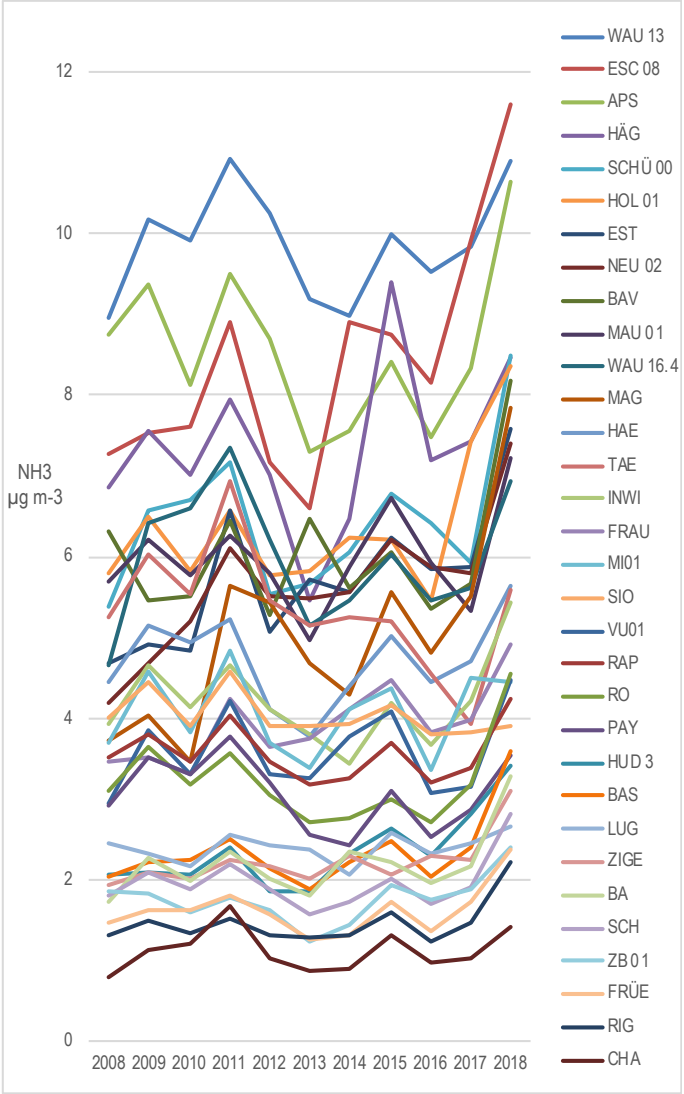


Abb. 6 Standorte seit 2008, monatliche Konzentrationen (links) und Jahresmittelwerte (rechts)

Die Ammoniak-Konzentrationen der 32 Standorte, bei denen während 11 Jahren gemessen wurde. Die jährlichen Boxplots (links) fassen die Monatsmittelwerte zusammen, die Jahresmittelwerte sind im Verlauf dargestellt (rechts).

4.1.4 Messungen an 70 Standorten seit 2013

An 70 Standorten wird seit 2013 durchgehend gemessen (Tabelle 8).

Tab. 8 Standorte seit 2013, Standortcharakteristik
Die Perzentile und Mittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen (in µg m^{-3}) aller 70 Standorte an denen seit 2013 gemessen wird. Datengrundlage sind Monatsmittelwerte.

7 Standorte	**Ländlich**, oberhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **1 - 3**	CHA, RIG, FRÜE, ZB 01, BA, ZIGE, AIO
8 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **1 - 3**	SCH, RAF, BAI, BRIS, VTG, HUD 03, KNB, IEB
22 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **3 - 5**	PAY, OBS, WTG1, RO, HEMO, VU01, SNB, BIR1, BENN, STAD, MI01, N14, FRAU, HBL INWI, MAEM, AIG, AIH, NEHU, TAE, SZ-03, MÖN
19 Standorte	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **5 - 8**	NMS, NE03, SHkl, KAP, SAM2, NGS, MAG, NZI01, WAU16.4, MAU 01, BAV, NEU02, ZG-02, UR01, EST, NW-02, OW-02, HOL 01, SCHÜ 00
5 Standort	**Ländlich**, unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp **> 8**	HÄG, APS, SIN3, ESC08, WAU 13
3 Standorte	**Ländlich**, Autobahn	Immissionstyp **3 - 5**	NV4, SIO. HAE
1 Standort	**Ländlich,** verkehrsbelastet	Immissionstyp **5 – 8**	SLI01
1 Standort	**Vorstädtisch**	Immissionstyp **1 - 3**	BAS
1 Standort	**Städtisch**	Immissionstyp **1 - 3**	LUG
1 Standort	**Städtisch,** verkehrsbelastet	Immissionstyp **1 - 3**	SOAL
2 Standorte	**Städtisch**, verkehrsbelastet	Immissionstyp **3 - 5**	RAP, WIE

In Tabelle 9 und Abbildung 7 sind die Perzentile und Mittelwerte der Monatsmittelwerte zusammengefasst.

Tab. 9 Standorte seit 2013, Perzentile und Mittelwerte
Die Perzentile und Mittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen (in µg m^{-3}) aller 70 Standorte an denen seit 2013 gemessen wird. Datengrundlage sind Monatsmittelwerte.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Anzahl Monatsmittelwerte	*837*	*837*	*836*	*840*	*837*	839
kleinster Monatsmittelwert	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1
10er Perzentil	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	2.0
25er Perzentil	2.2	2.3	2.5	2.3	2.6	3.2
Median	**3.4**	**3.5**	**3.9**	**3.5**	**3.9**	**5.0**
Mittelwert	**3.8**	**4.1**	**4.5**	**4.0**	**4.3**	**5.4**
75er Perzentil	5.0	5.2	5.6	5.1	5.5	6.9
90er Perzentil	7.0	6.9	8.3	7.1	7.5	9.1
grösster Monatsmittelwert	13.1	31.4	22.3	17.7	22.8	19.9

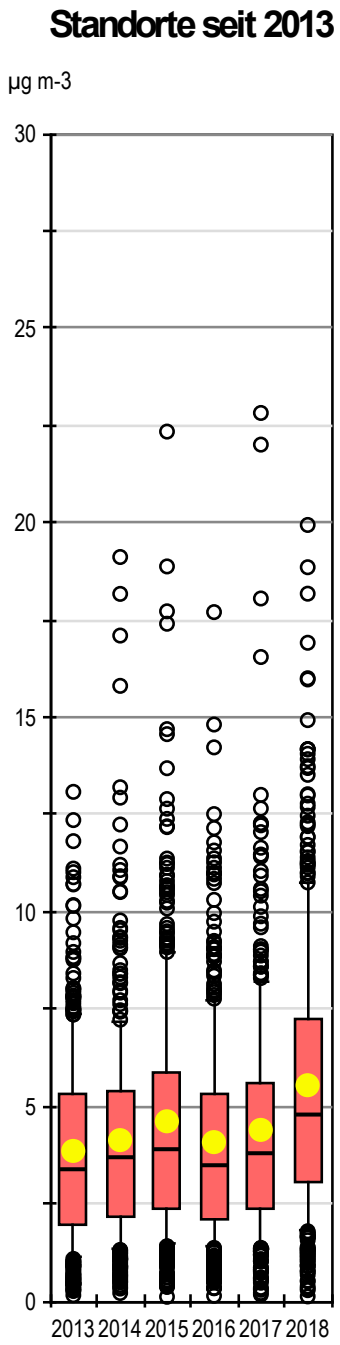


Abb. 7 Standorte seit 2013, monatliche Konzentrationen

Die Ammoniak-Konzentrationen der 70 Standorte, bei denen während 6 Jahren gemessen wurde. Die jährlichen Boxplots fassen die Monatsmittelwerte zusammen.

4.2 Vergleich mit Critical Levels

Die Critical Levels für Ammoniak betragen (CLRTAP 2017, Kapitel III):

- NH_3-Konzentration von 1 µg m^{-3} für empfindliche Moose und Flechten sowie Ökosysteme, wo diese niederen Pflanzen für das Ökosystem von Bedeutung sind
- NH_3-Konzentration von 3 µg m^{-3} für höhere Pflanzen. Auf Grund der Schätz-Unsicherheit wird jedoch ein Bereich von 2 – 4 µg m^{-3} bevorzugt.

Drei Standorte des Messnetzes befinden sich direkt bei Hochmooren (FRÜE und ZB 01 im Kt. ZG, AIG von Kt. AI) (Tabelle 10). Mit Mehrjahresmittelwerten von 1.8, 2.0 und 4.7 µg m^{-3} wird an diesen Standorten der Critical Level für Ammoniak für empfindliche Ökosysteme deutlich überschritten. Im Flachmoor bei Zigerhüttli auf dem Zugerberg und Gwatt am Thunersee (VTG) wird der Unsicherheitsbereich des Critical Levels für höhere Pflanzen mit 2.4 resp. 2.8 µg m^{-3} erreicht, im Wauwiler Moos (WAU 16) wird er mit dem Mehrjahresmittelwert von 6.0 µg m^3 deutlich überschritten. Von vier waldnahen Standorten (innerhalb 25 m vom Waldrand) bleiben der voralpine (SCH, Kt. SG) und der in den Südalpen gelegenen Standort (SARE, Kt. TI) unter dem Critical Level für höhere Pflanzen. Der im Mittelland gelegene Standort (HUD 3, Kt. TG) erreicht den Unsicherheitsbereich des Critical Levels für höhere Pflanzen von 2 – 4 µg m^{-3}, in Gelfingen (GEF, Kt. LU) wird der Critical Level deutlich überschritten. Grosse Teile der landwirtschaftlichen Flächen in der Schweiz grenzen an empfindliche Ökosysteme, vor allem an Wald.

Zu beachten ist, dass die Critical Loads für Stickstoff für empfindliche Ökosysteme überschritten sein können, auch wenn die Ammoniakkonzentrationen unterhalb des Critical Levels für Ammoniak bleiben. Dies aufgrund des zusätzlichen Stickstoffeintrags durch oxidierte Verbindungen, durch den Eintrag via Niederschläge sowie durch den Ferntransport von sekundären Stickstoffverbindungen.

Tab. 10 Ammoniak-Konzentrationen bei empfindlichen Ökosystemen

Mehrjahresmittelwerte von nahe bei Hochmooren, Flachmooren oder an Wäldern gelegenen Standorten, verglichen mit den Critical Levels für empfindliche Ökosysteme. Konzentrationen an Standorten im Bereich der Critical Levels sind orange, diejenigen oberhalb der Critical Levels sind rot dargestellt.

			NH_3-Konzentration	
Nr.	**Code**	**direkte Umgebung**	**Mittelwert** 2015 - 2018 µg m^{-3}	**Critical Level** µg m^{-3}
	Hochmoore			
3	FRÜE	Wiese, Weide, Hoch- & Flachmoorrand	**1.8**	
4	ZB 01	Wiese, Weide, Hoch- & Flachmoorrand	**2.0**	1
35	AIG	Hoch- & Flachmoorrand, Golfplatz	**4.7**	
	Flachmoore			
6	ZIGE	Flachmoor, Naturschutzgebiet	**2.4**	
13	VTG	Flachmoor, auf Turm im Schilf, Seeufer	**2.8**	2 - 4
53	WAU 16.4	Flachmoor, extensives Wiesland	**6.0**	
	Waldrand			
8	SARE	Waldlichtung	1.4	2 - 4
9	SCH	Waldlichtung, Schafweide, Graswirtschaf	2.1	
14	HUD 3	Wiesen, Acker, Wald	**2.8**	
49	GEF	Wiesen, Wald	**5.6**	

4.3 Vergleich mit Emissionsentwicklung

Die Schweiz rapportiert jährlich die modellierten Emissionszahlen von SO_2, NO_x, VOC und NH_3 im Rahmen der LRTAP-Konvention und als Mitglied der Europäischen Umweltagentur (EUA). Die Luftverunreinigungen werden gemäss dem Guidebook zur Emissionsberichterstattung von EMEP und EUA rapportiert (FOEN 2019). Aufgrund von Modelländerungen bei der Emissionsberechnung werden heute niedrigere Ammoniakemissionen ausgewiesen als mit früheren Berechnungen. Dies hat auf die relative zeitliche Entwicklung allerdings keinen Einfluss (Kupper et al. 2018).

Bei Ammoniak ist die Landwirtschaft der Hauptemittent (Tabelle 11).

Tab. 11 NH_3-Emissionen der Schweiz zwischen 2000 und 2017
Für die Quellengruppe Landwirtschaft und die Summe aller Quellengruppen (FOEN 2019)
In blau gekennzeichnet: Bezugsjahr für Vergleich Emission und Immission.

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Landwirtschaft	kt NH_3	52.0	51.9	51.1	50.5	50.6	51.7	52.3	53.1	53.5	52.5	52.7	52.1	51.3	51.8	51.9	51.5	51.3	51.2
total	kt NH_3	59.2	58.9	57.9	57.0	56.8	57.7	57.9	58.5	58.7	57.5	57.4	56.6	56.2	55.5	56.0	55.4	55.2	55.1
Anteil Landwirtschaft	*%*	*87.8*	*88.1*	*88.3*	*88.6*	*89.1*	*89.6*	*90.3*	*90.8*	*91.1*	*91.3*	*91.8*	*92.0*	*91.3*	*93.3*	*92.7*	*93.0*	*92.9*	*92.9*

Die Mittelwerte der Immissionen der 13 seit 2000 resp. der 21 seit 2004 gemessenen Standorte werden mit den Ammoniakemissionen verglichen. Dazu wird 2005 als Bezugsjahr festgelegt und alle Werte relativ zum Wert dieses Jahres angegeben (Abb. 8).

Die landwirtschaftlichen Ammoniakemissionen haben sich zwischen 2000 und 2017 wenig verändert, während die gesamten schweizerischen Emissionen leicht, jedoch signifikant um ca. 7 % abgenommen haben. Bei den Immissionen ist kein Trend sichtbar. Die Schwankungen von Jahr zu Jahr bei den Immissionen werden zum Teil durch die meteorologischen Bedingungen in den jeweiligen Jahren beeinflusst, so ist z.B. der Mittelwert 2003 (zweitwärmster Sommer), 2011 und 2015 (zweitwärmste Jahre) und 2018 (wärmstes Jahr seit Messbeginn) (MeteoSchweiz 2019) erhöht. Bei den Emissionsberechnungen wird die Witterung eines spezifischen Jahres nicht berücksichtigt.

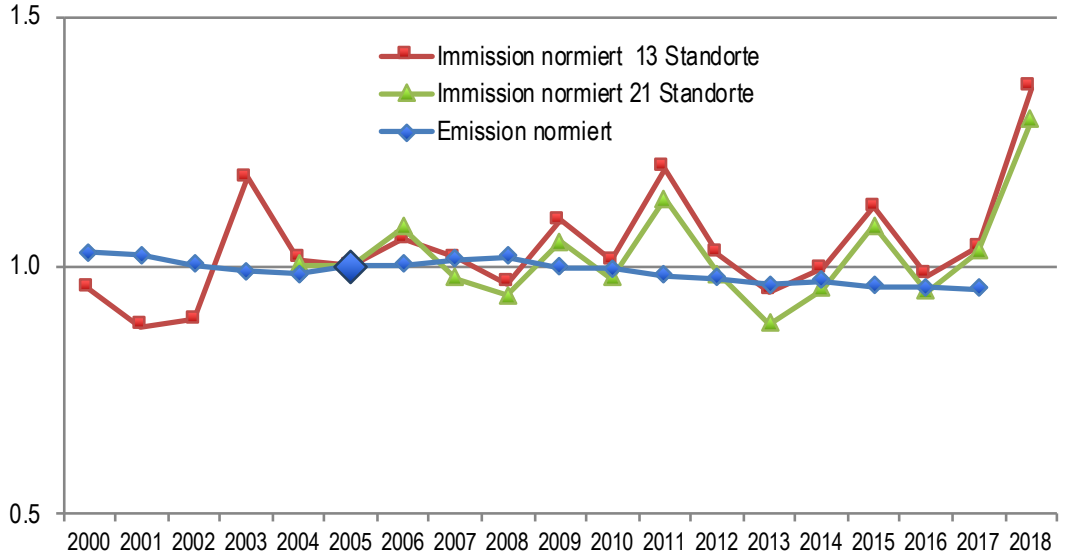


Abb. 8 Vergleich der Entwicklung von Emissionen und Immissionen, beide normiert auf das Jahr 2005.
Die Emissionen (Summe aller Quellengruppen) und die Mittelwerte der Immissionen der 13 bzw. 21 Standorte wurden auf das Bezugsjahr 2005 normiert.

4.4 Vergleich mit modellierten Konzentrationen

Meteotest hat im Auftrag des BAFU die Ammoniakemissionen und -konzentrationen flächendeckend für die Schweiz mit einem einfachen Ansatz modelliert (Thöni et al. 2004, Rihm und Achermann 2016, Kap. 3.5 mit Modifikationen 2018, Rihm & Künzle 2019). Dabei werden die modellierten Konzentrationen durch eine höhenabhängige Korrekturfunktion im Mittel an die gemessenen Konzentrationen angepasst (Rihm & Künzle 2019).

Die auf dem Hektarraster aus Emissionsdaten der Jahre 2000, 2005, 2010 und 2015 modellierten Ammoniakkonzentrationen wurden mit den gemessenen Mittelwerten der Jahre 2000-2004, 2003-2007, 2008-2012 und 2013-2017 verglichen (Abbildung 9). Die modellierten Werte stimmen im Gesamten recht gut mit den gemessenen Konzentrationen überein (R^2=0.84, 0.77, 0.48 resp. 0.68). Die Abweichungen zwischen den mit Passivsammlern für einen bestimmten Punkt ermittelten Konzentrationen und den Modellresultaten können hauptsächlich mit eingeschränkten räumlichen Informationen zu den stationären landwirtschaftlichen Quellen (Ställe, Hofdüngerlager) und Vereinfachungen bei der Ausbreitungsberechnung erklärt werden. Die Modellierung basiert auf gesamtschweizerisch vorhandenen Datensätzen wie der landwirtschaftlichen Betriebszählung und der Arealstatistik des BFS, Gemeindegebiete und Topografie von swisstopo sowie Hofdüngerflüsse und Sömmerungsbetriebe des BLW.

Messstandorte wurden nicht in die Regression einbezogen, wenn ihr Abstand zu Ställen weniger als 150 m beträgt oder wenn der Stallstandort aus der Betriebszählung des BFS offensichtlich stark vom tatsächlichen Stallstandort abweicht (Abb. 9, rote Punkte).

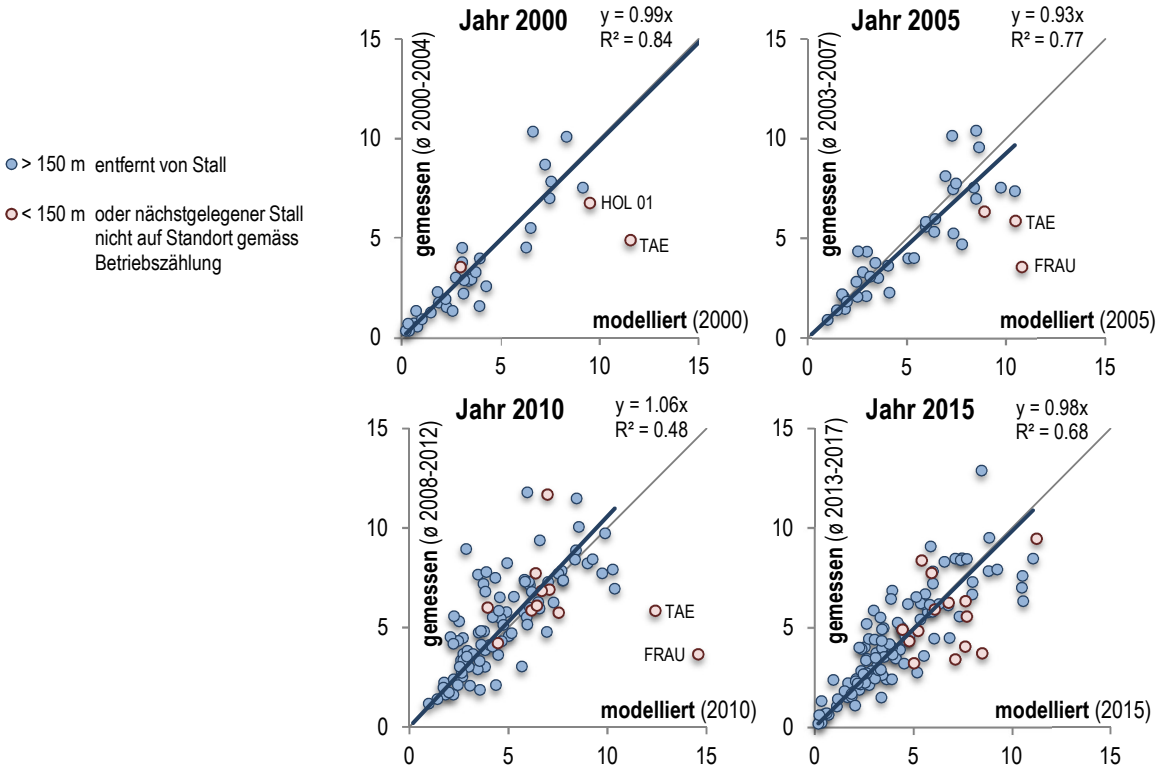


Abb. 9 Vergleich modellierter mit gemessen NH_3- Konzentrationen, Jahre 2000 resp. 2000-2004, 2005 resp. 2003-2007, 2010 resp. 2008-2012 und 2015 resp. 2013-2017

Die Trendlinien beziehen sich nur auf Standorte > 150 m entfernt von landwirtschaftlichen Betrieben (blaue Punkte). Einheit: µg m^{-3}

4.5 Zeitreihen der einzelnen Standorte

In den folgenden Abbildungen werden die Ammoniakkonzentrationen der einzelnen Standorte als jährliche Boxplots dargestellt (je aus den 12 Monatsmittelwerten berechnet), einerseits um den Vergleich unter den Standorten besser sichtbar zu machen, andererseits um die Entwicklung über diese 20 Jahre aufzuzeigen. Berücksichtigt wurden die Standorte an denen (auch) im Jahr 2018 und mindestens zwei ganze Jahre gemessen wurde. Die Reihenfolge entspricht weitgehend jener der Tabelle 1. Eine Erklärung der Symbole in den Boxplots findet sich in Abschnitt 3.6.2 auf Seite 17.

Belastungstyp: Ländlich, oberhalb 900 m ü. M.; Immissionstyp: NH_3-Konzentration 1 - 3 µg m^{-3}

Abbildungen 10 und 11 zeigen die 7 höher gelegenen Standorte in Wiesen- und Weidegebieten mit Jahresmittelwerten zwischen 1 und 3 µg m^{-3}.

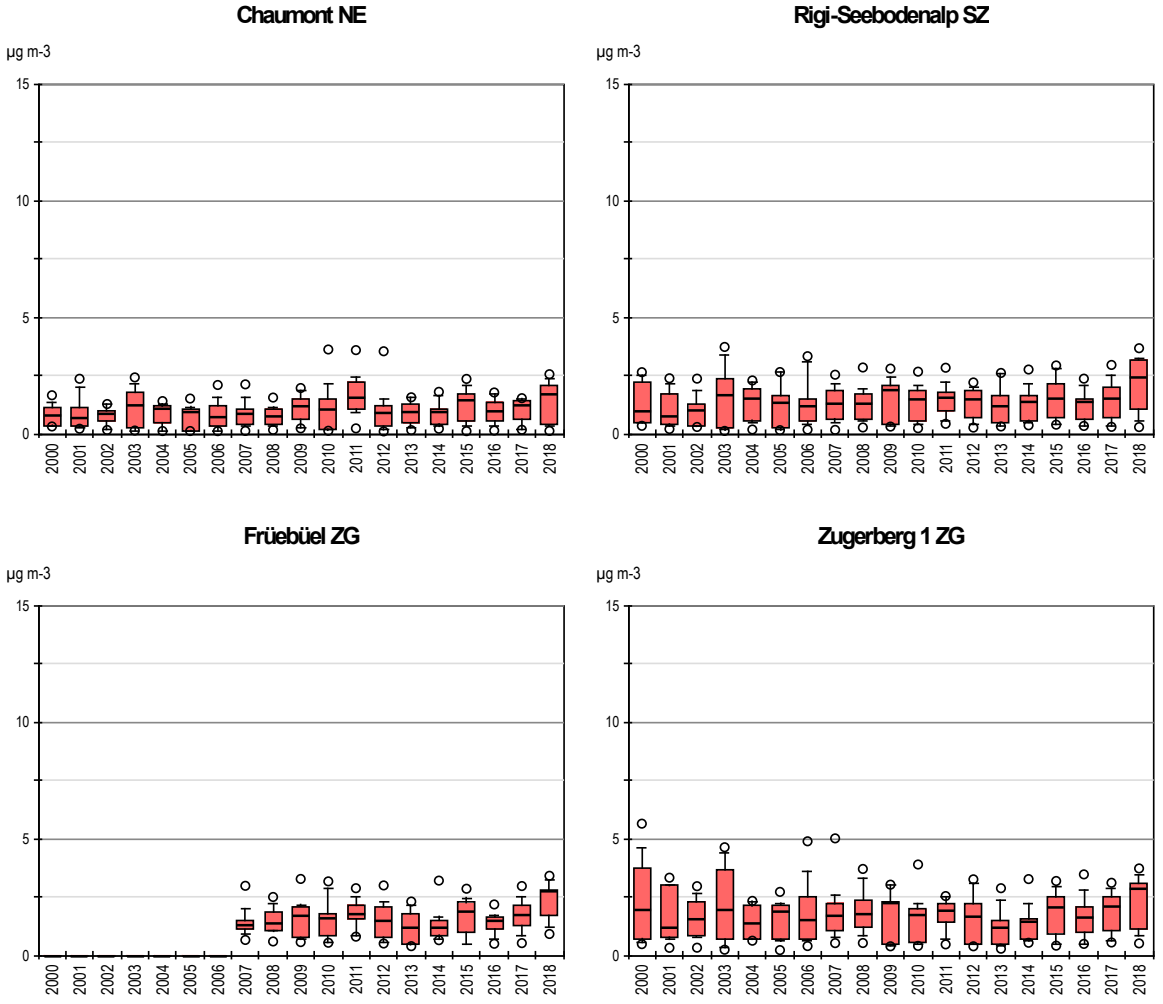


Abb. 10 Ammoniakkonzentration von CHA, RIG, FRÜE und ZB 01
Monatsmittelwerte von Chaumont (NE), Rigi-Seebodenalp (SZ), Früebüel (ZG) und Zugerberg 1 (ZG), als Boxplots dargestellt.

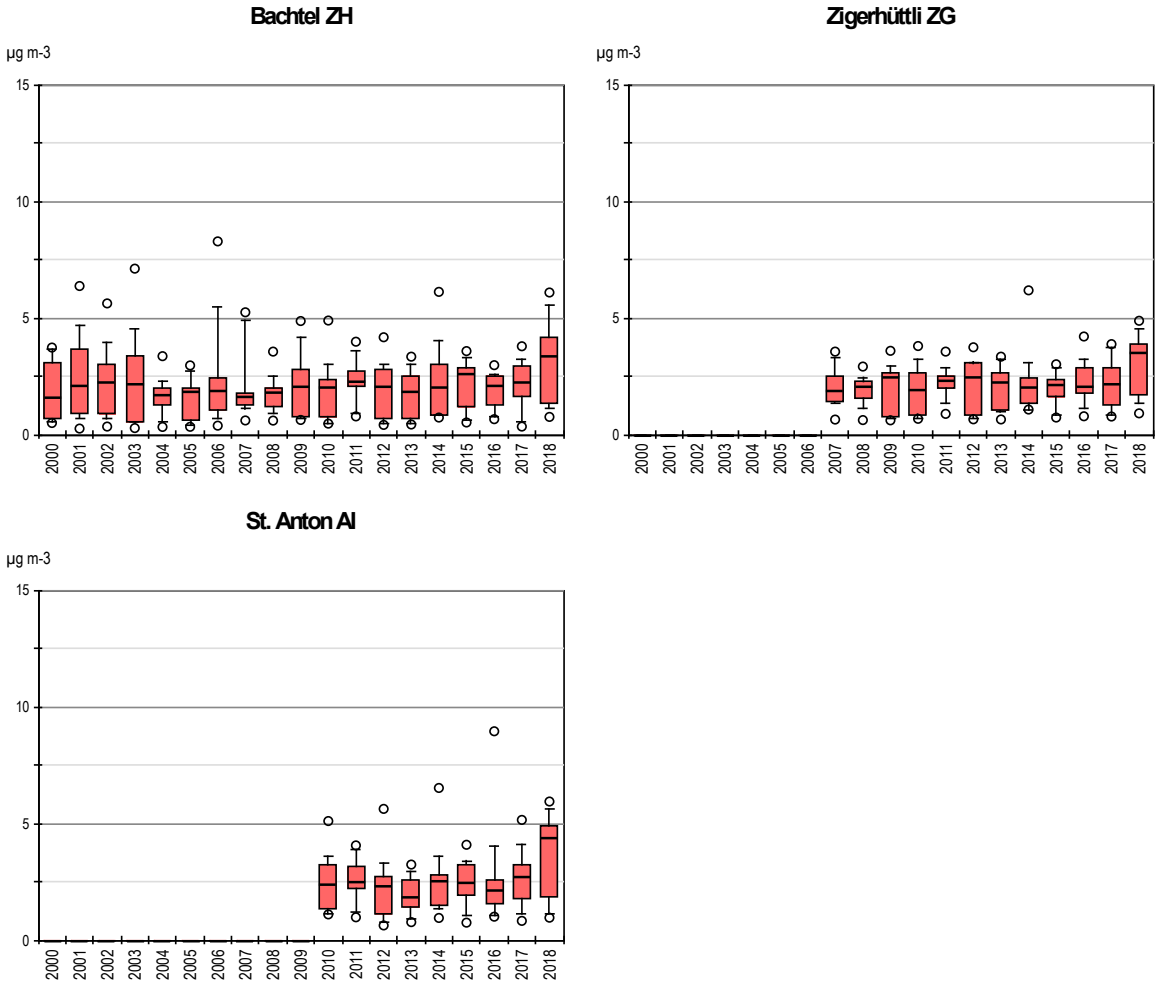


Abb. 11 Ammoniakkonzentration von BA, ZIGE und AIO
Monatsmittelwerte von Bachtel (ZH), Zigerhüttli (ZG) und St. Anton (AI) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.; Immissionstyp: NH_3-Konzentration 1 - 3 µg m^{-3}

Abbildungen 12 bis 13 zeigen die neun ländlich gelegenen Standorte unterhalb 900 m ü. M. mit niedrigen Immissionen.

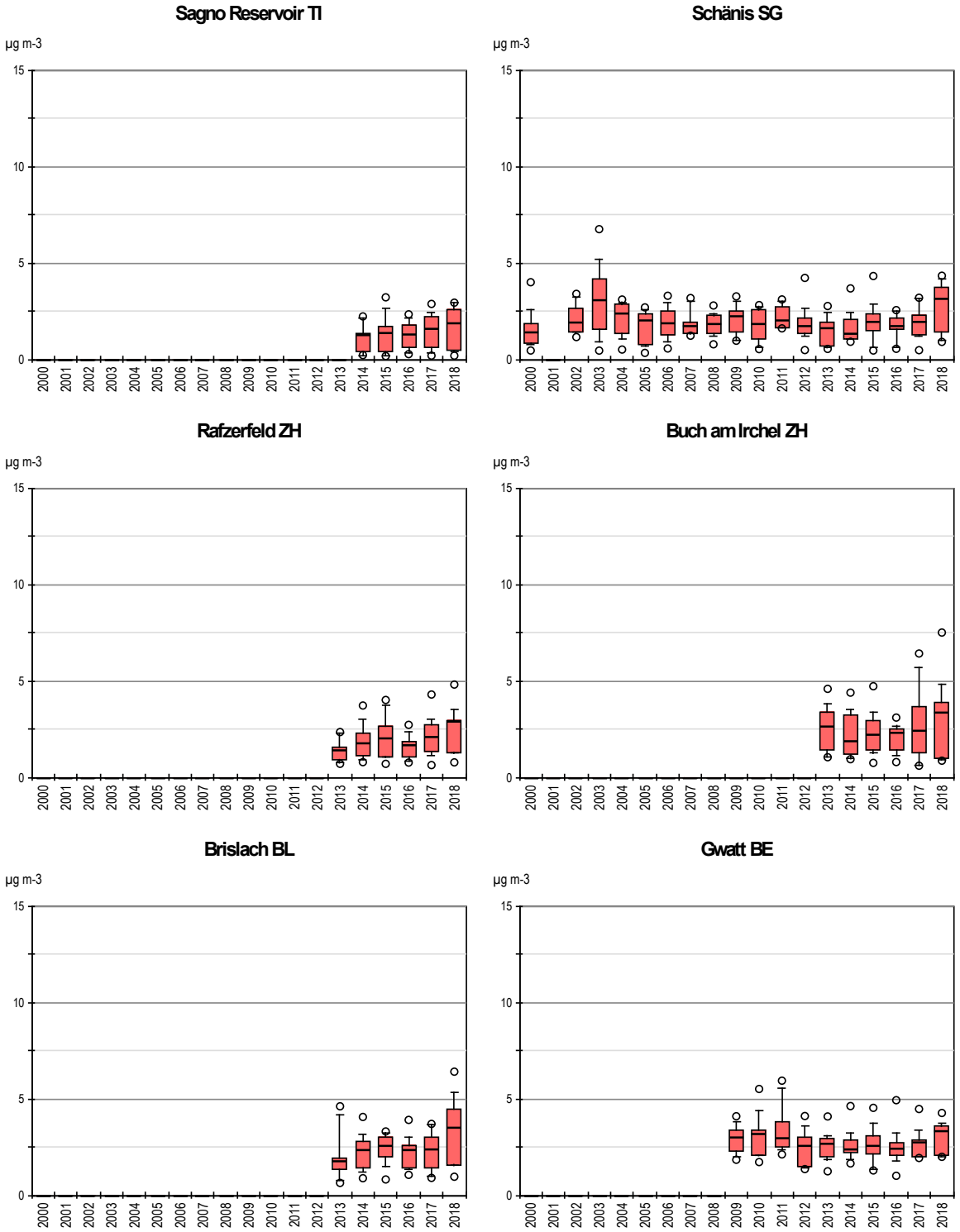


Abb. 12 Ammoniakkonzentration von SARE, SCH, RAF, BAI, BRIS und VTG
Monatsmittelwerte von Sagno Reservoir (TI), Schänis (SG), Rafzerfeld (ZH), Buch am Irchel (ZH), Brislach (BL) und Gwatt (BE) als Boxplots dargestellt.

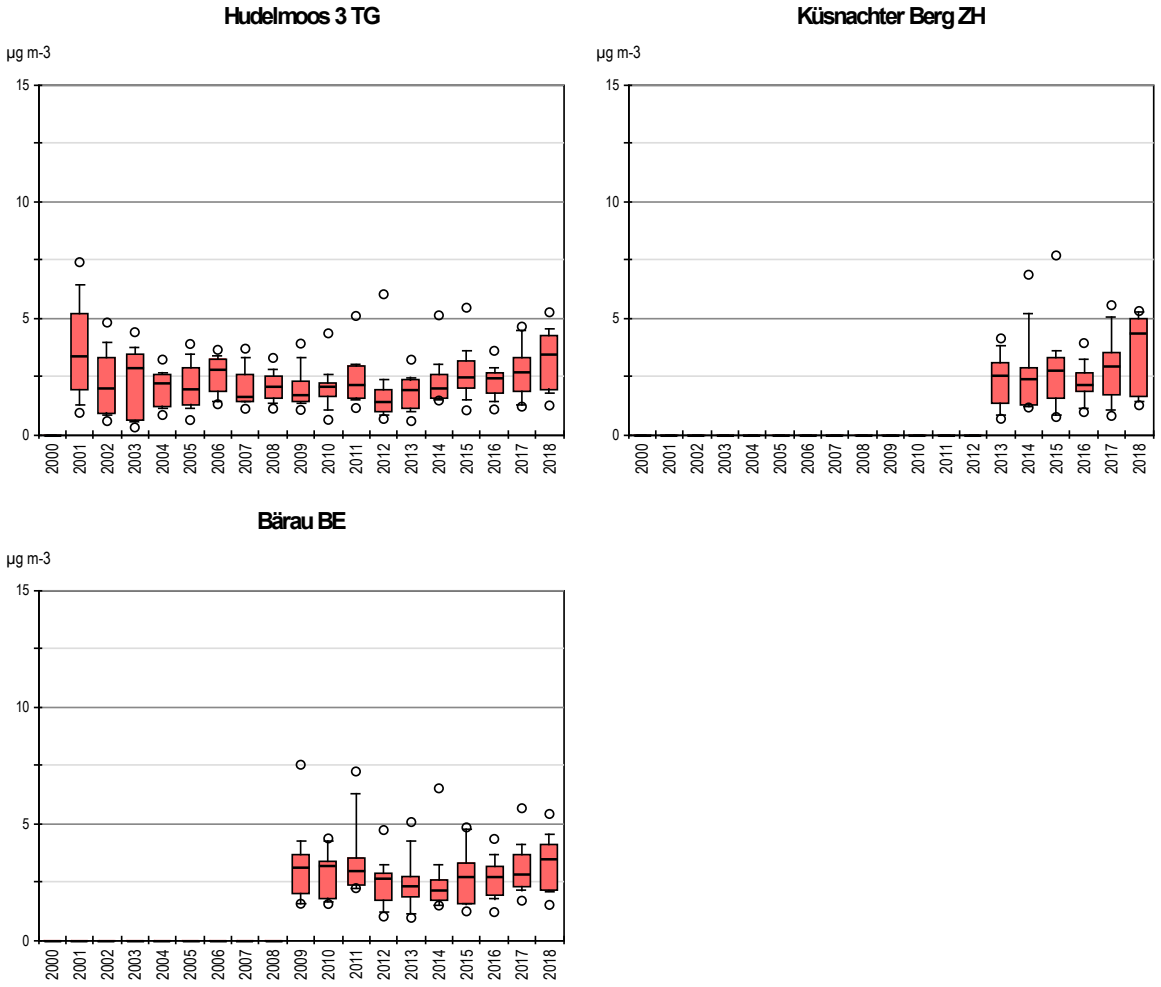


Abb. 13 Ammoniakkonzentration von HUD 3, KNB und IEB
Monatsmittelwerte von Hudelmoss 3 (TG), Küsnachter Berg (ZH) und Bärau (BE) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.; Immissionstyp: NH_3-Konzentration 3 - 5 µg m^{-3}

Abbildungen 14 bis 18 zeigen die 25 unter 900 m gelegenen ländlichen Standorte mit einem Jahresmittelwert im Bereich von 3 bis 5 µg m^{-3}.

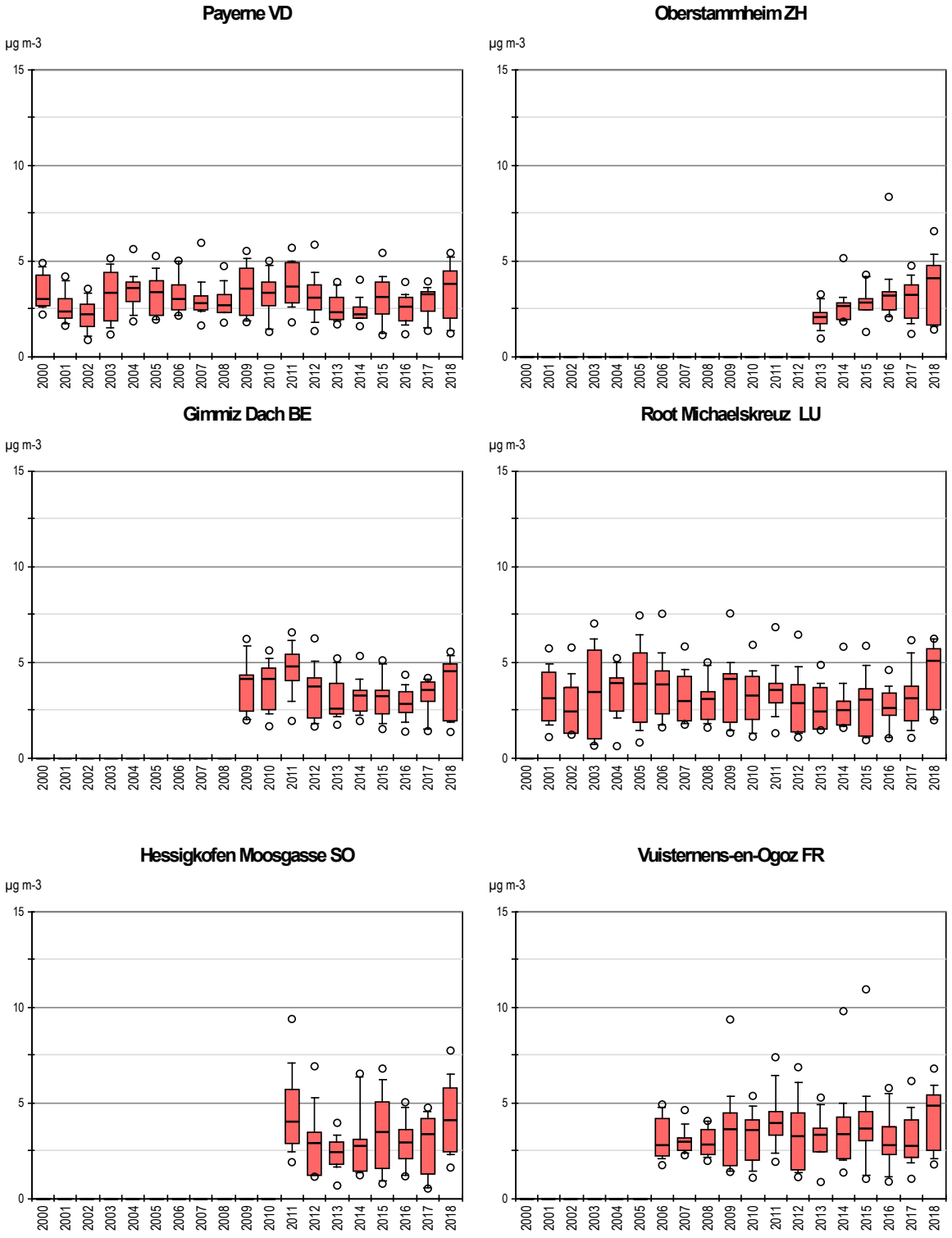


Abb.14 Ammoniakkonzentration von PAY, OBS, WTG1, RO, HEMO, VU01
Monatsmittelwerte von Payerne (VD), Oberstammheim (ZH), Gimmiz Dach (BE), Root Michaelskreuz (LU), Hessigkofen Moosgasse (SO) und Vuisternens-en-Ogoz (FR)) als Boxplots dargestellt.

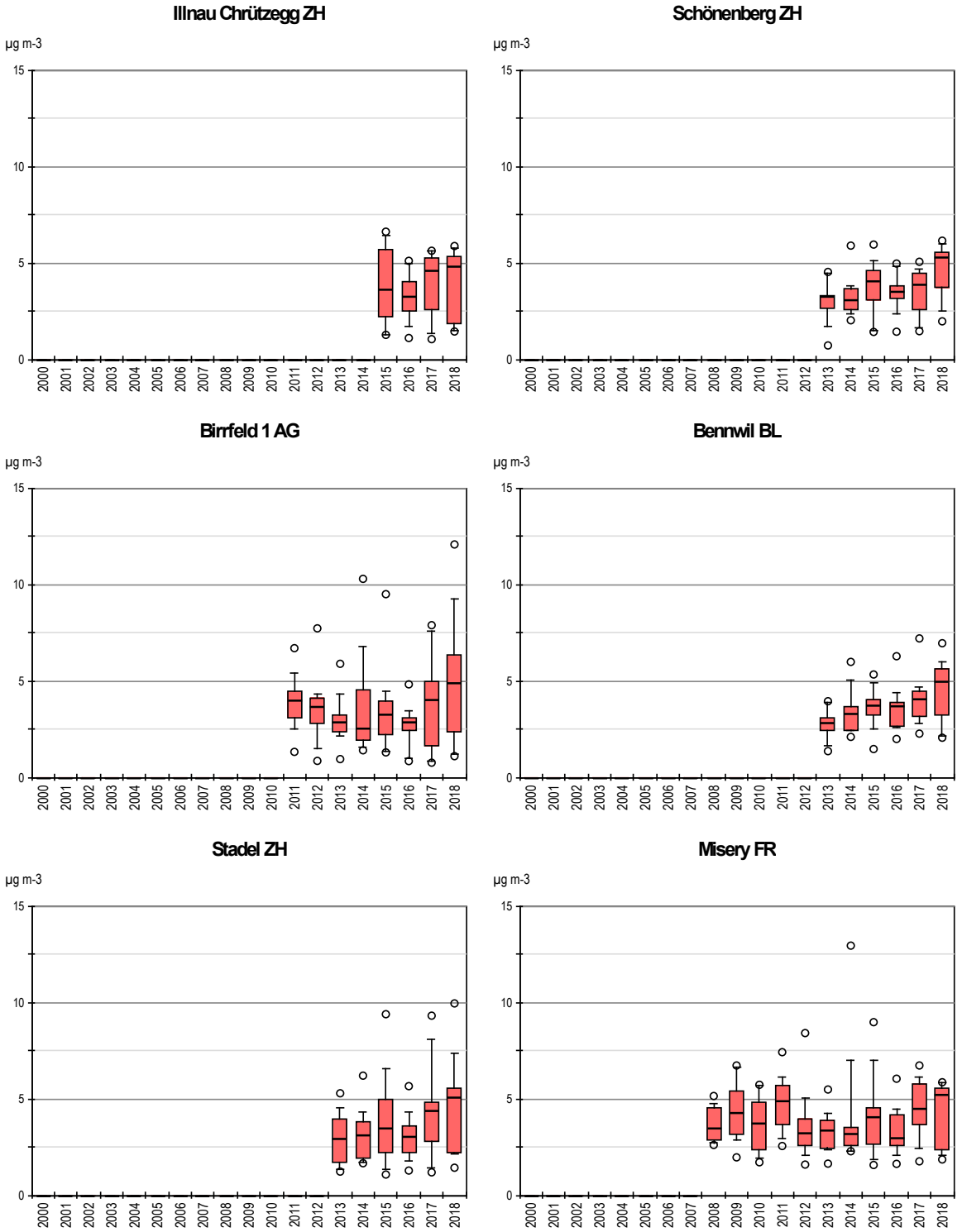


Abb.15 Ammoniakkonzentration von ILN 01, SNB, BIR1, BENN, STAD, MI01
Monatsmittelwerte von Illnau Chrützegg (ZH), Schönenberg (ZH), Birrfeld 1(AG), Bennwil (BL),), und Stadel (ZH), Misery (FR) als Boxplots dargestellt.

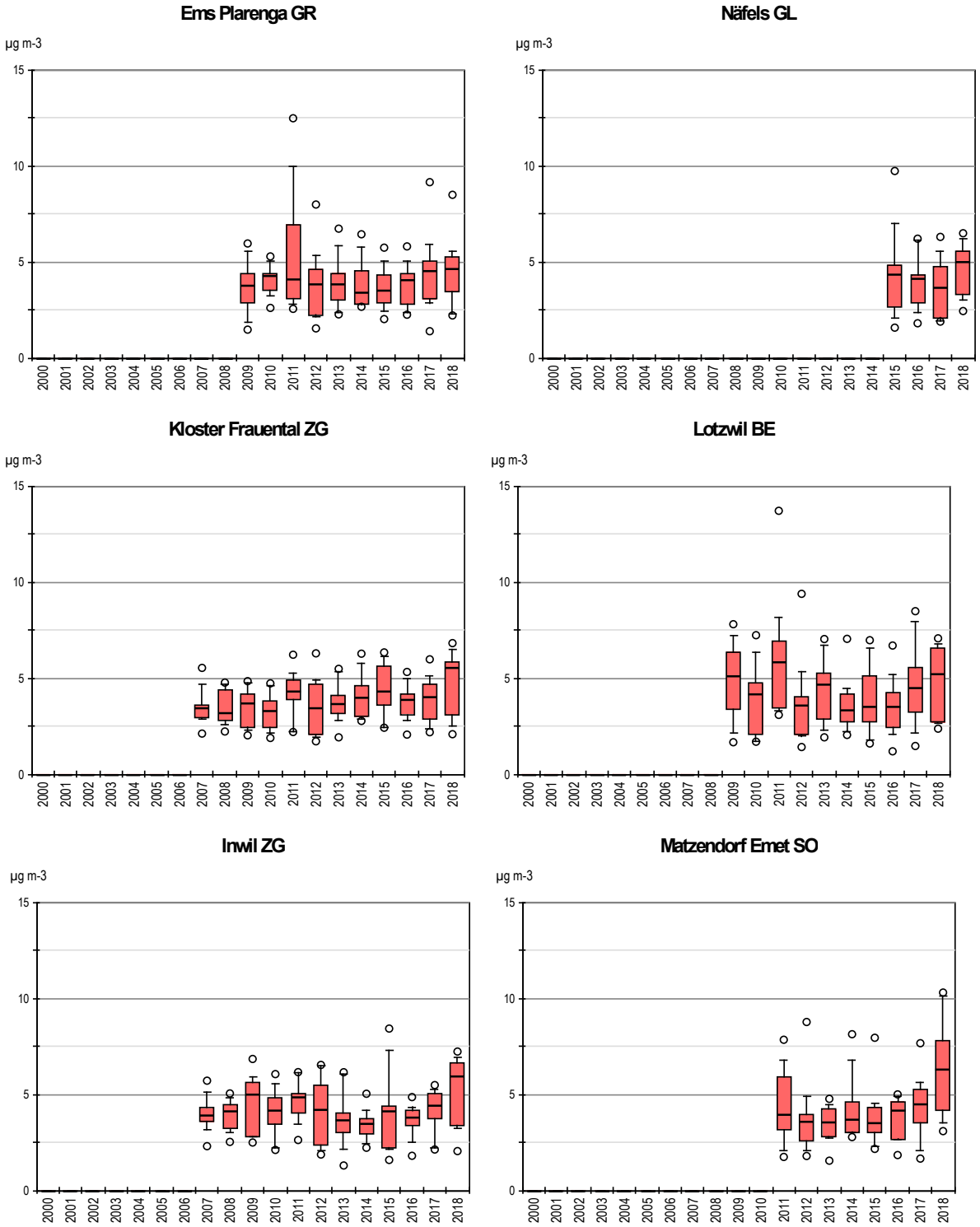


Abb. 16 Ammoniakkonzentration von N14, DEB, FRAU, HBL, INVI und MAEM,
Monatsmittelwerte von Ems Plarenga (GR), Näfels (GL), Kloster Frauental (ZG), Lotzwil (BE), Inwil (ZG) und Matzendorf Emet (SO) als Boxplots dargestellt.

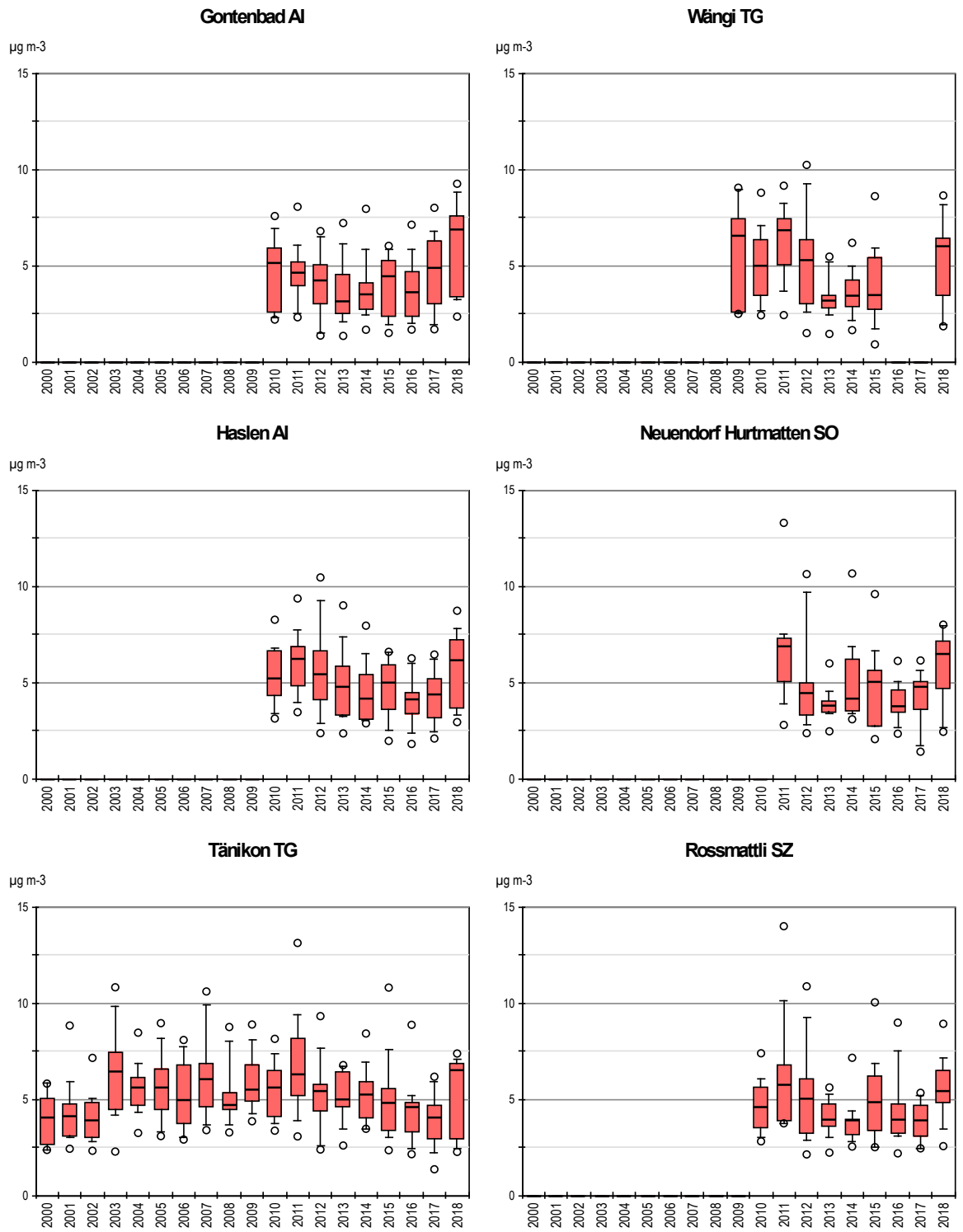


Abb. 17 Ammoniakkonzentration von AIG, WAEN, AIHA, NEHU, TAE und SZ-03
Monatsmittelwerte von Gontenbad (AI), Wängi (TG), Haslen (AI), Neuendorf Hurtmatten (SO), Tänikon (TG) und Rossmattli (SZ) als Boxplots dargestellt.

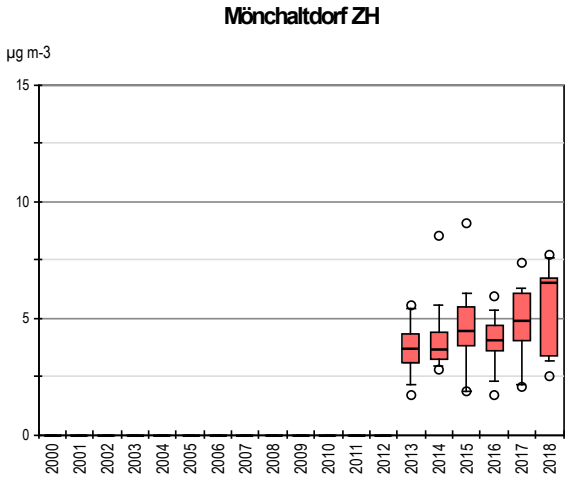


Abb. 18 Ammoniakkonzentration von MÖN
Monatsmittelwerte von Mönchaltdorf (ZH als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.; Immissionstyp: NH_3-Konzentration 5 - 8 µg m^{-3}

Abbildungen 19 bis 25 zeigen die 23 landwirtschaftlich geprägten Standorte mit höheren Immissionen von 5 – 8µg m^{-3}.

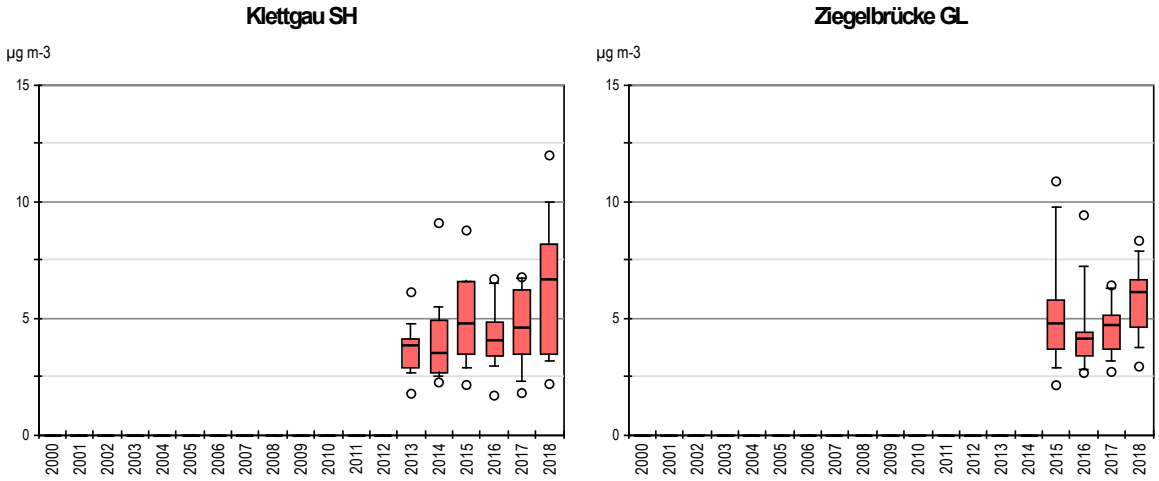


Abb. 19 Ammoniakkonzentration von SHkl und BSZ
Monatsmittelwerte von Klettgau (SH), und Ziegelbrücke (GL) als Boxplots dargestellt.

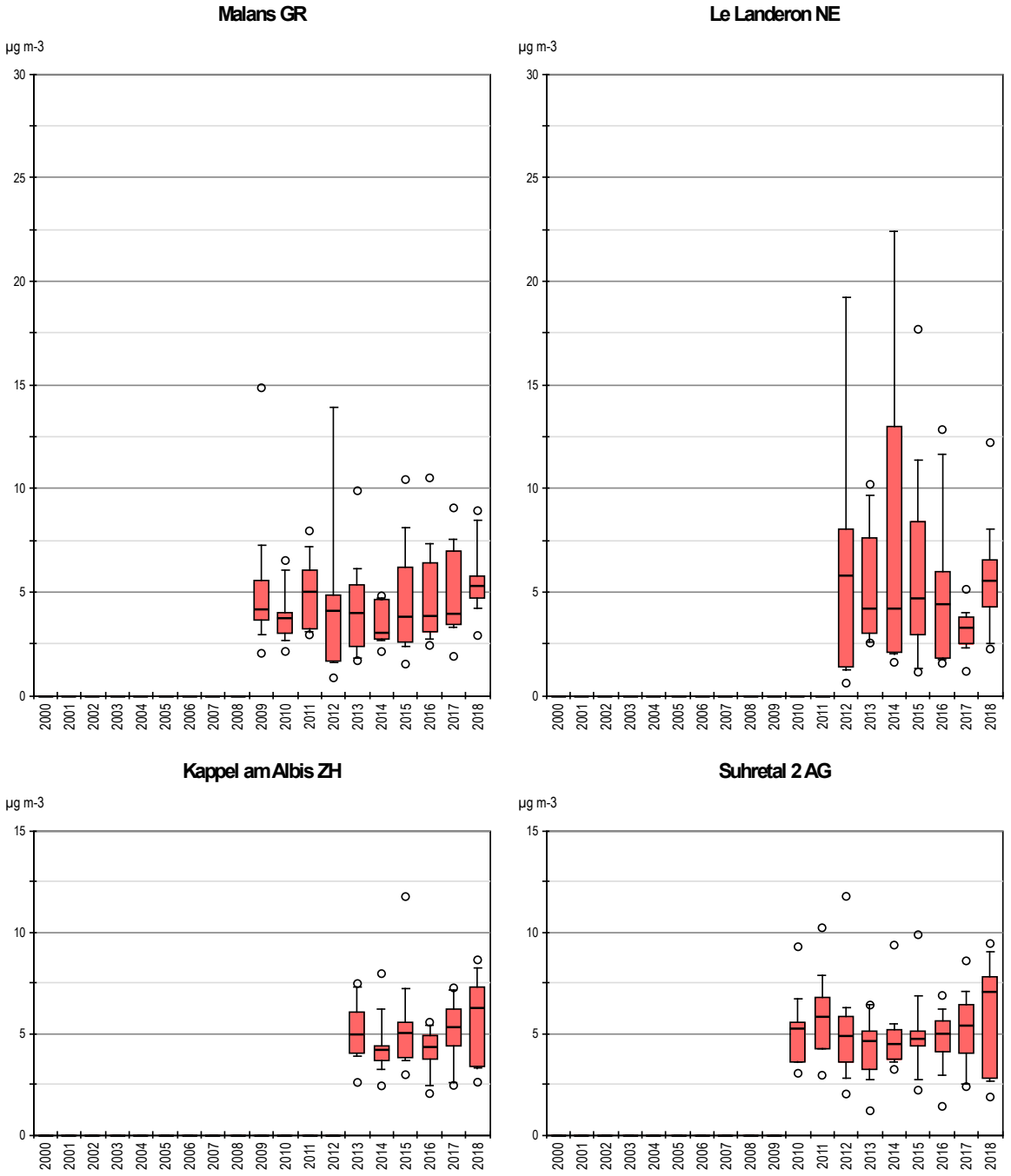


Abb. 20 Ammoniakkonzentration von NMS, NE 03, KAP und SAM2
Monatsmittelwerte von Malans (GR), Le Landeron (NE), Kappel am Albis (ZHZ) und Suhretal 2 (AG) als Boxplots dargestellt.

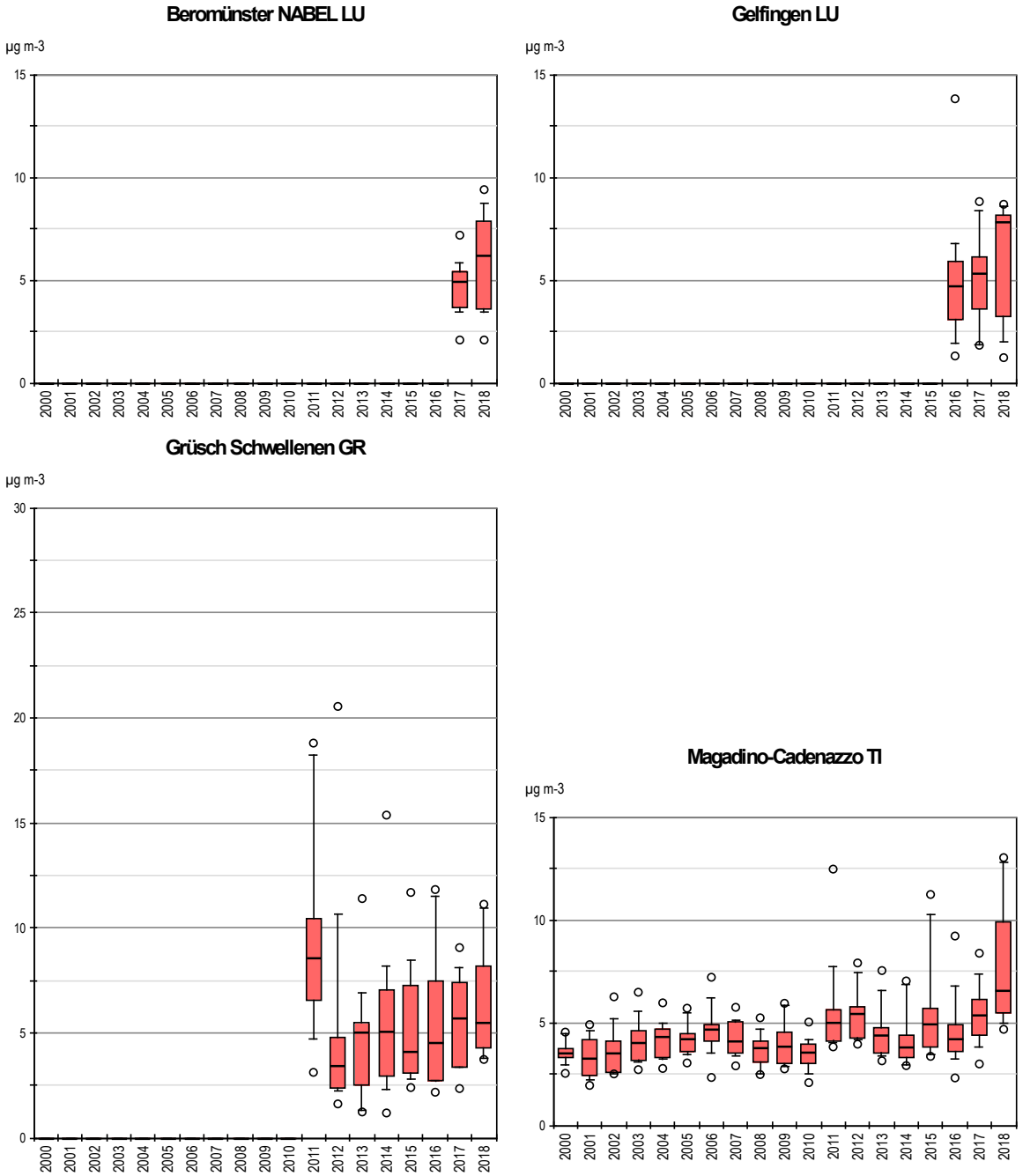


Abb. 21 Ammoniakkonzentration von BRM, GEL, NGS und MAG
Monatsmittelwerte von Beromünster NABEL (LU), Gelfingen (LU), Grüsch Schwellenen (GR) und Magadino-Cadenazzo (TI) als Boxplots dargestellt.

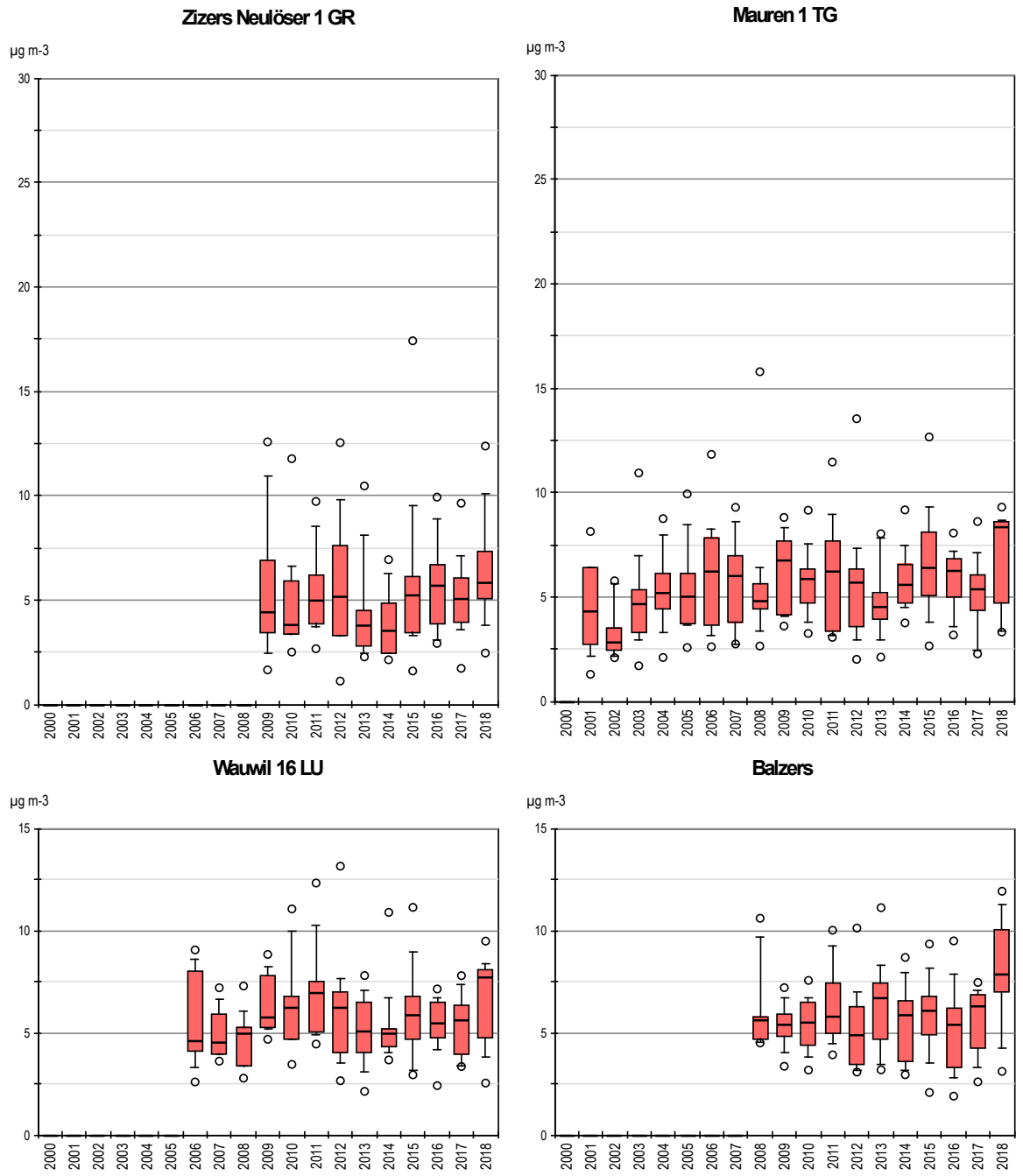


Abb. 22 Ammoniakkonzentration von NZI 01, MAU 01, WAU 16.4, BAV
Monatsmittelwerte von Zizers Neulöser 1 (GR), Mauren 1 (TG), Wauwil 16 (LU) und Balzers (FL) als Boxplots dargestellt.

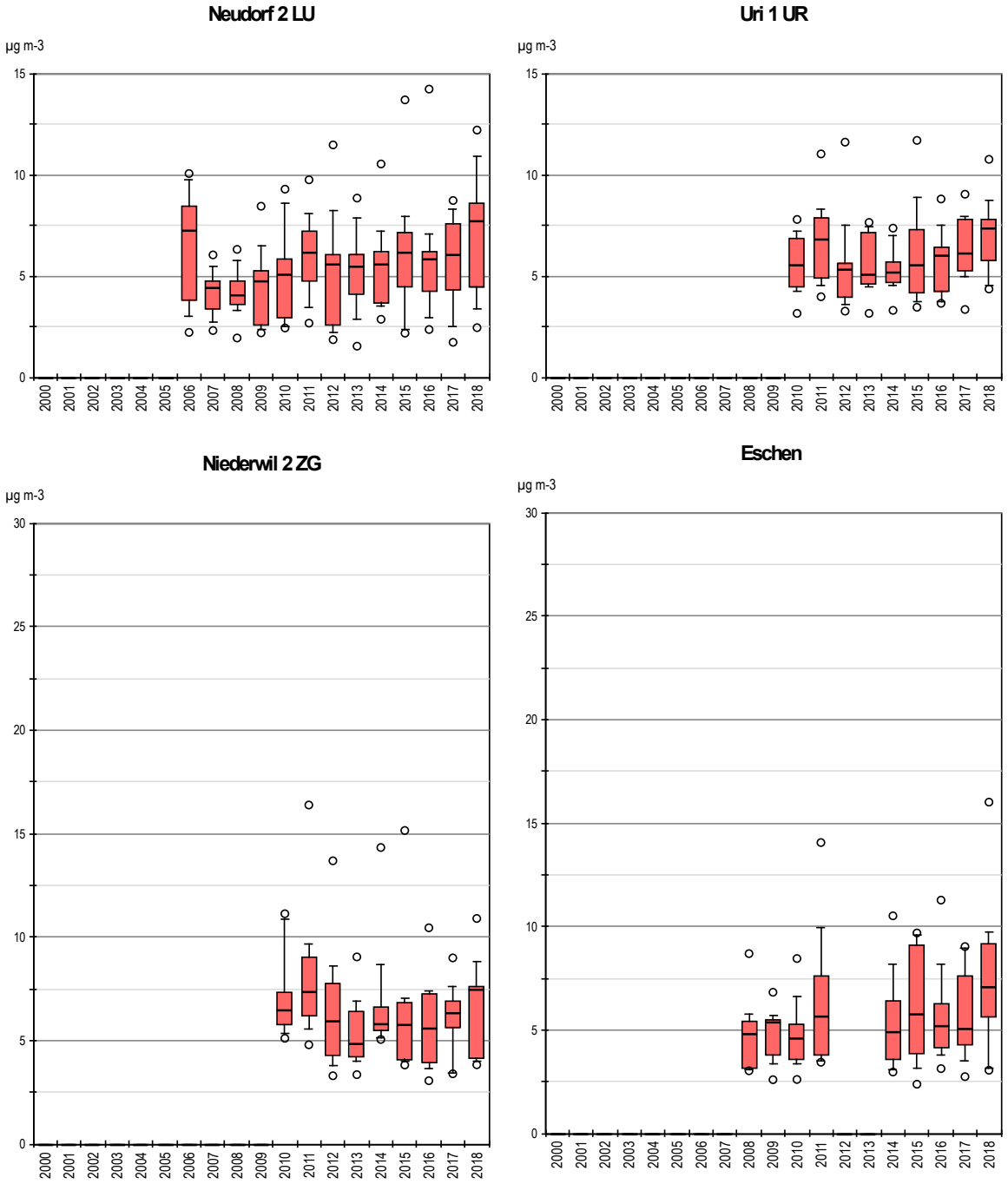


Abb. 23 Ammoniakkonzentration von NEU 02, URI 01, ZG-02 und EST
Monatsmittelwerte von Neudorf 2 (LU), Uri 1 (UR), Niederwil 2 (ZG) und Eschen (FL) als Boxplots dargestellt.

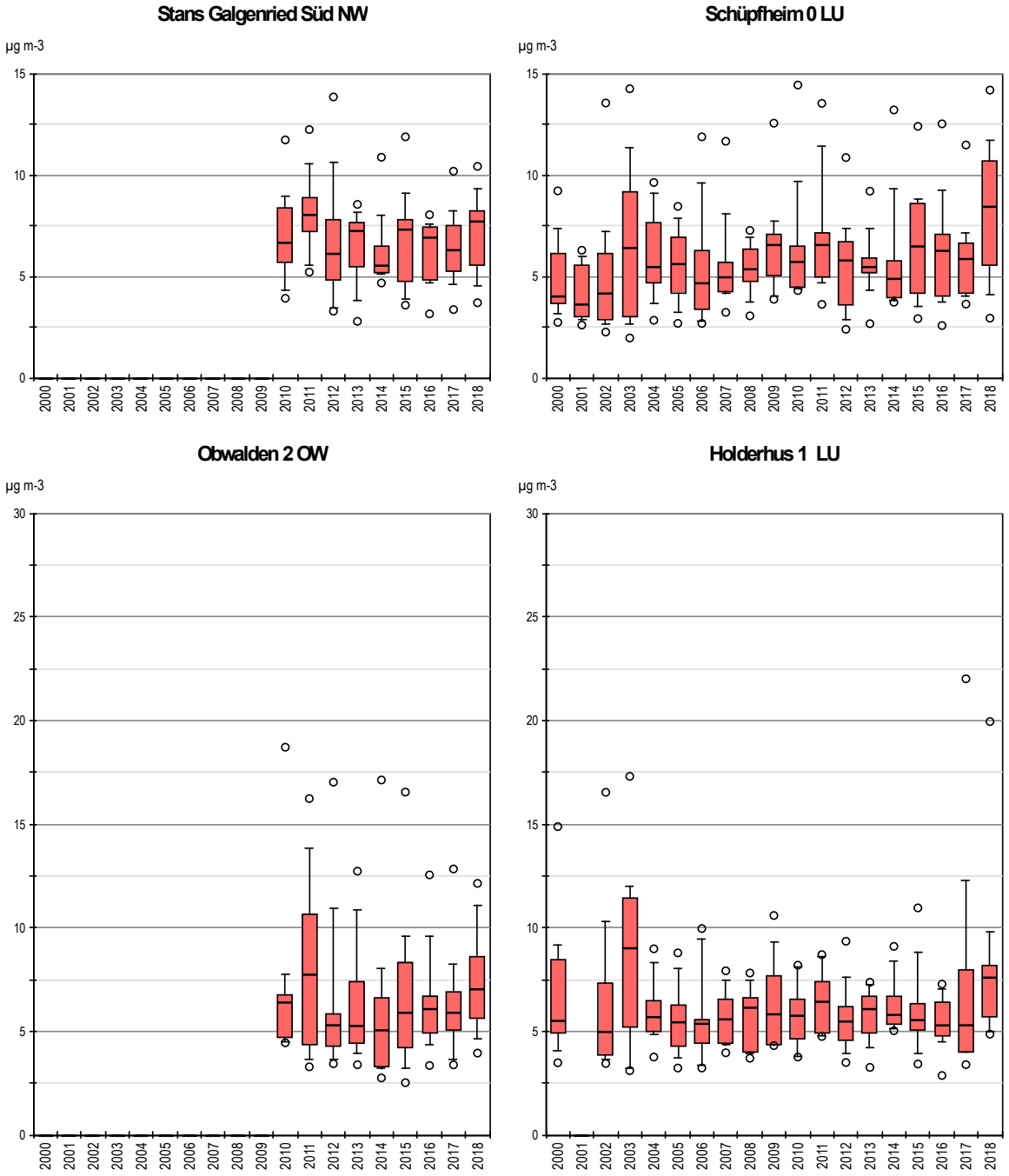


Abb. 24 Ammoniakkonzentration von NW-02, SCHÜ 00, OW-02 und HOL 01
Monatsmittelwerte von Stans Galgenried Süd (NW), Schüpfheim 0 (LU), Obwalden 2 (OW) und Holderhus 1 (LU) als Boxplots dargestellt.

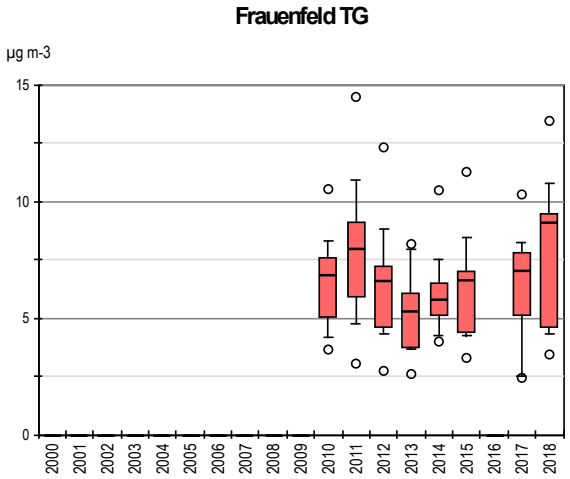


Abb. 25 Ammoniakkonzentration von FRFE
Monatsmittelwerte von Frauenfeld (TG) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.; Immissionstyp: NH_3-Konzentration > 8 µg m^{-3}

Abbildungen 26 bis 28 zeigt die neun ländlich gelegenen stark landwirtschaftlich beeinflussten Standorte unterhalb 900 m ü. M. mit hohen Immissionen – Jahresmittel höher als 8 µg m^{-3}.

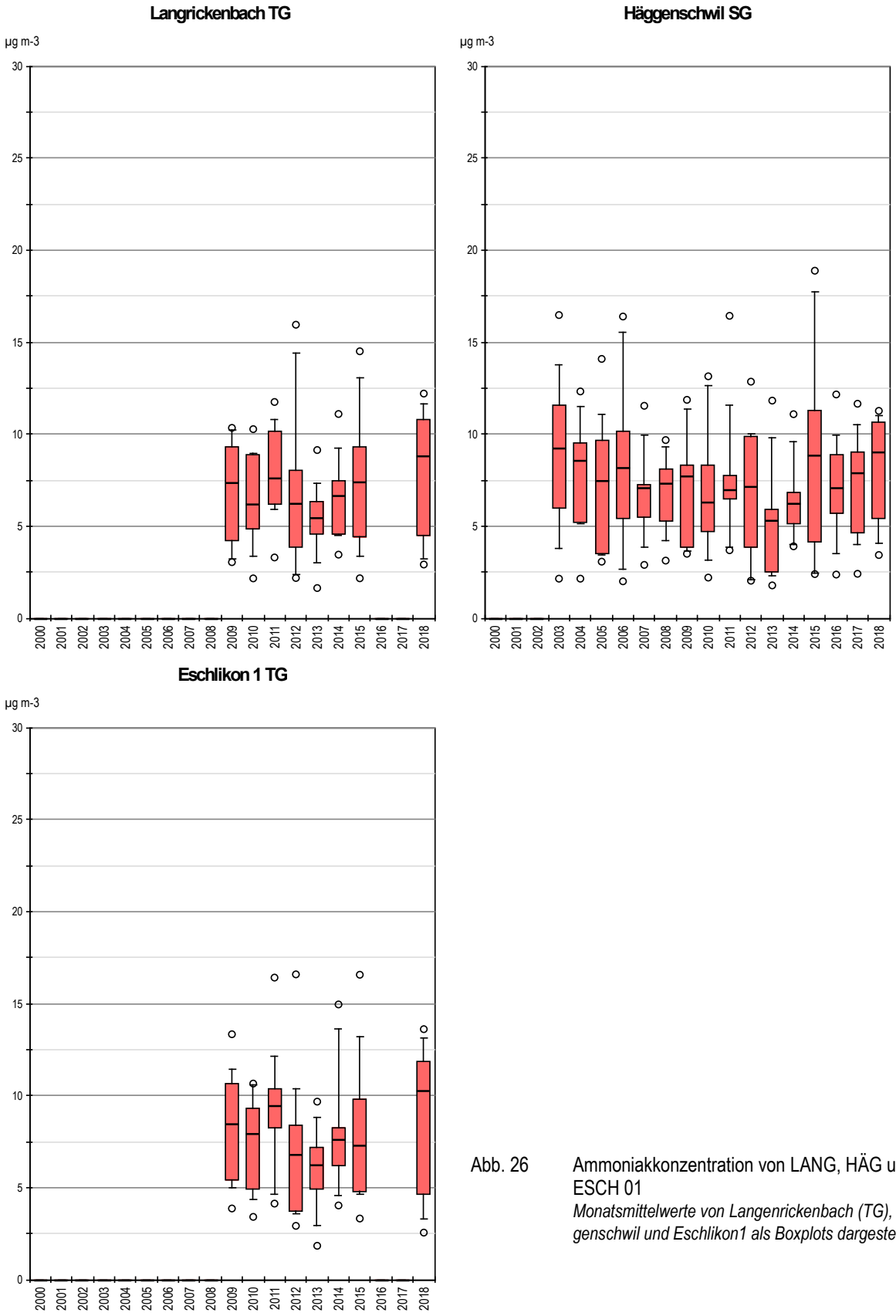
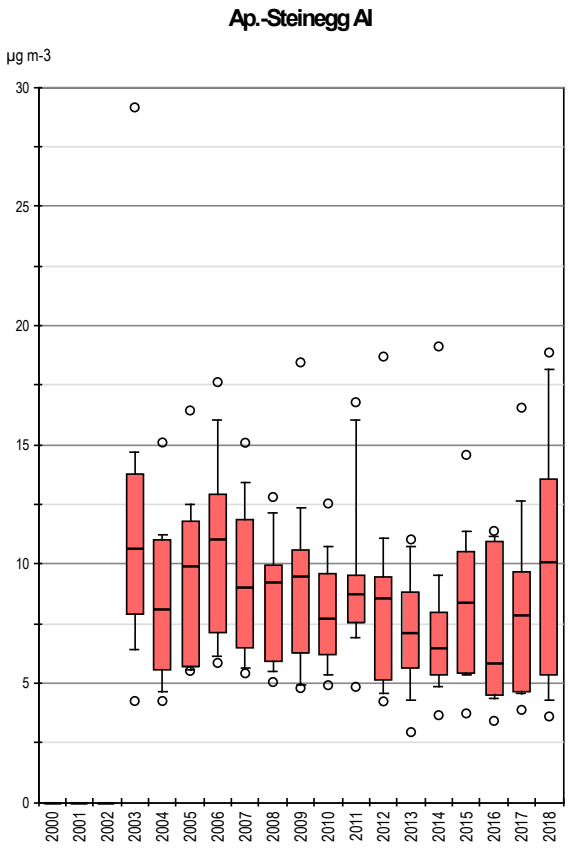
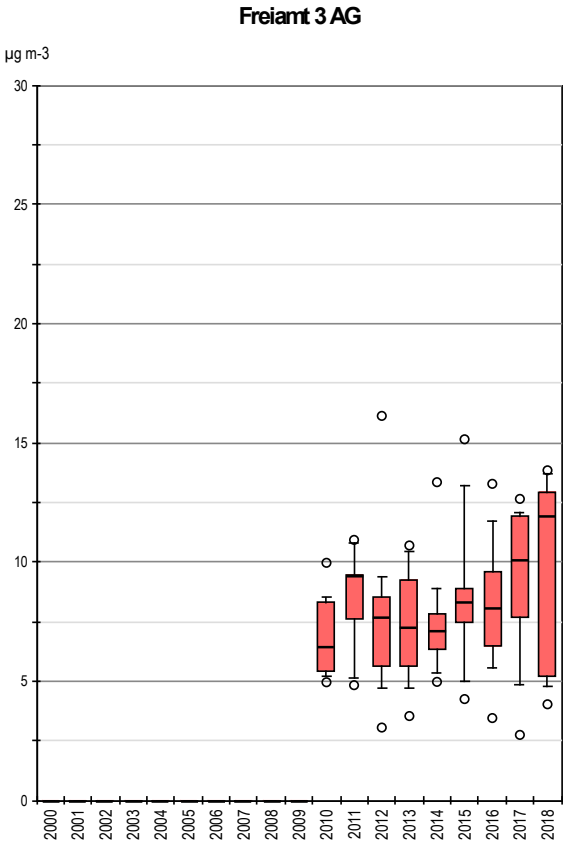


Abb. 26 Ammoniakkonzentration von LANG, HÄG und ESCH 01

Monatsmittelwerte von Langenrickenbach (TG), Häggenschwil und Eschlikon1 als Boxplots dargestellt.





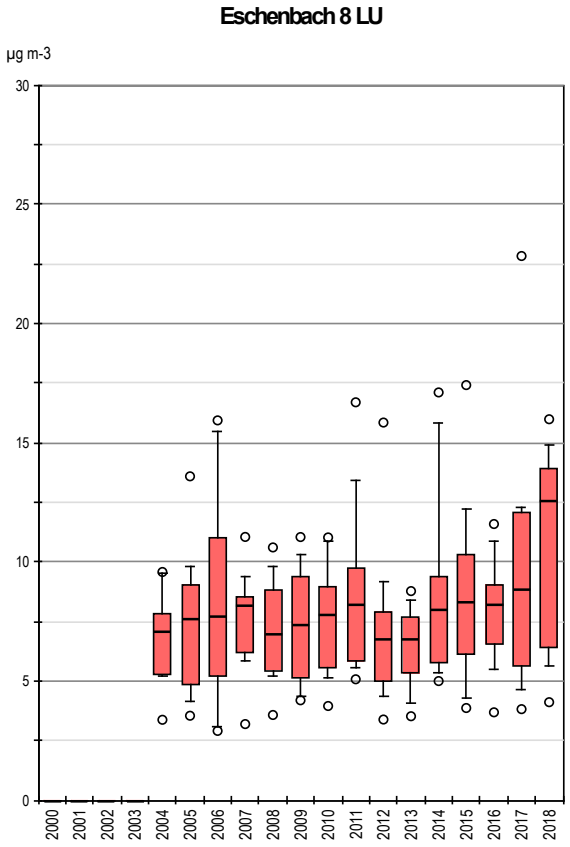


Abb. 27 Ammoniakkonzentration von APS, SIN3, ESC 08

Monatsmittelwerte von Ap.-Steinegg (AI), Freiamt 3 (LU) und Eschenbach 8 (LU) als Boxplots dargestellt.

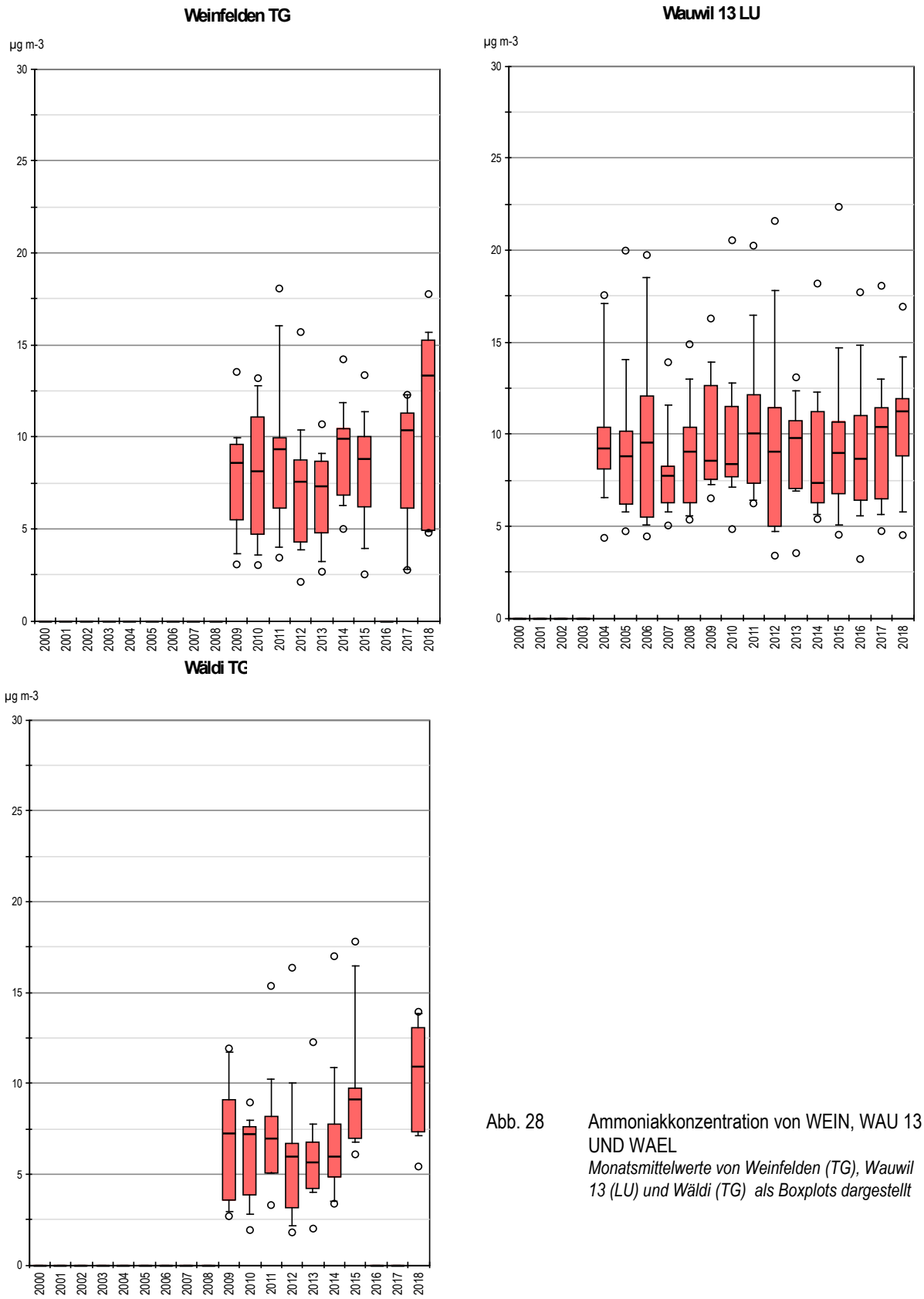


Abb. 28 Ammoniakkonzentration von WEIN, WAU 13 UND WAEL

Monatsmittelwerte von Weinfelden (TG), Wauwil 13 (LU) und Wäldi (TG) als Boxplots dargestellt

Belastungstyp: Ländlich, verkehrsbelastet; Immissionstyp: NH3-Konzentration 3 - 5 µg m-3

Abbildung 29 zeigt die Werte des Standorts Netstal, die direkt an einer stark befahrenen Strassenkreuzung in der Siedlung liegt, aber auch von Landwirtschaft beeinflusst ist

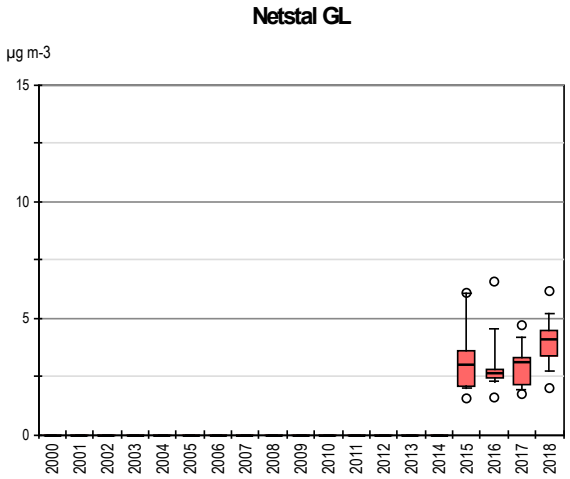


Abb. 29 Ammoniakkonzentration von WIG
Monatsmittelwerte von Netstal (GL) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, verkehrsbelastet; Immissionstyp: NH_3-Konzentration 5 - 8 µg m^{-3}

Abbildung 30 zeigt die Werte des Standorts Schaan 1, der direkt an einer stark befahrenen Strassenkreuzung in der Siedlung liegt, aber auch von Landwirtschaft beeinflusst ist.

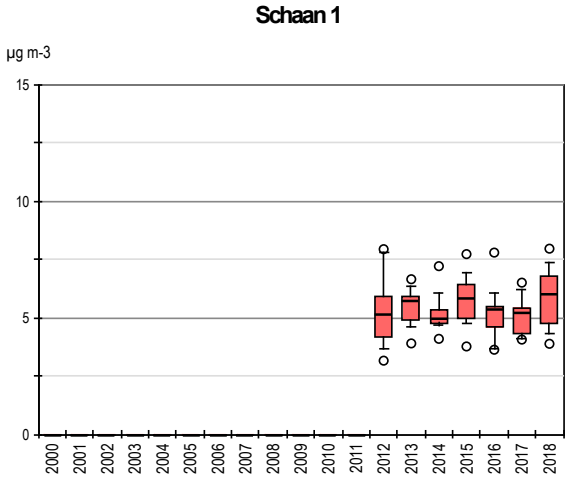


Abb. 30 Ammoniakkonzentration von SLI 01
Monatsmittelwerte von Schaan (FL) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, an Autobahn; Immissionstyp: NH_3-Konzentration 3 - 5 µg m^{-3}

Die Standorte San Vittore, Sion-Aeroport und Härkingen sind sowohl an der Autobahn gelegen, wie auch von landwirtschaftlicher Fläche umgeben. In den ersten 4 Messjahren lagen die Konzentrationen bei San Vittore meist höher als in den Jahren 2013 bis 2016. (Abb. 31).

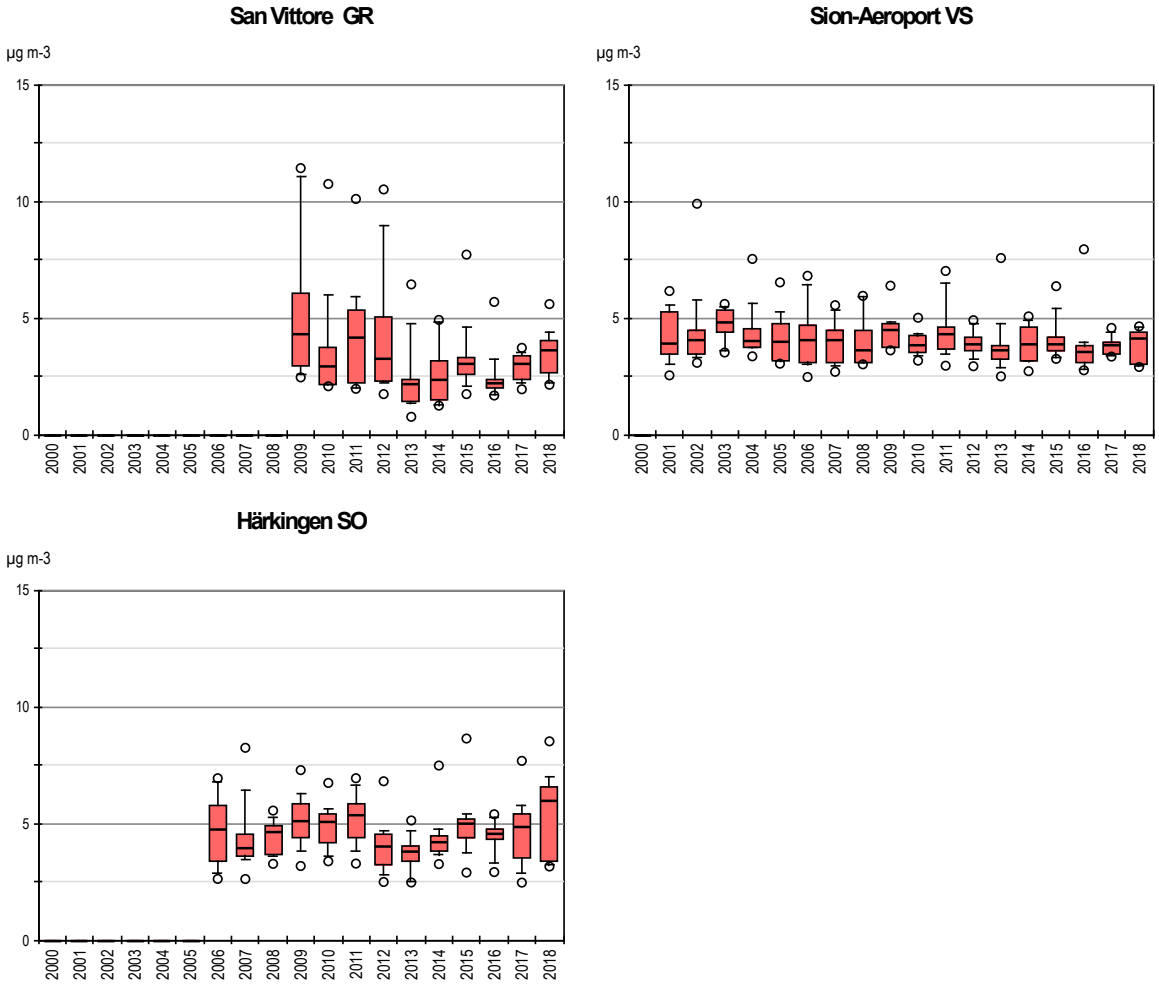


Abb. 31 Ammoniakkonzentration von NV4, SIO und HAE
Monatsmittelwerte von San Vittore (GR), Sion Aeroport (VS) und Härkingen (SO) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Vorstädtisch; Immissionstyp: NH_3-Konzentration 1 - 3 µg m^{-3}

Abbildung 32 zeigt den Standort Basel-Binningen, der siedlungsnah aber nicht verkehrsexponiert liegt.

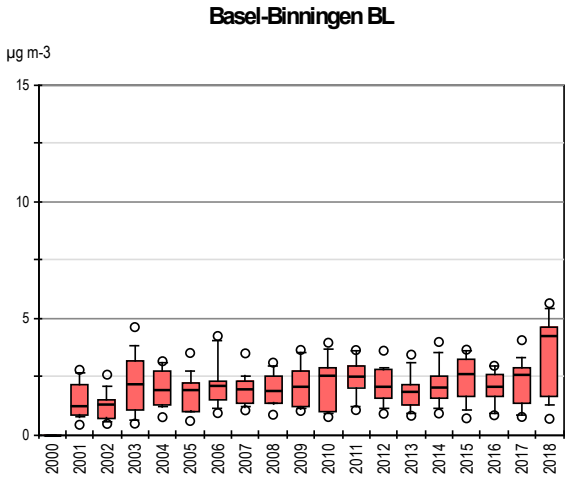


Abb. 32 Ammoniakkonzentration von BAS
Monatsmittelwerte von Basel-Binningen (BL) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Städtisch; Immissionstyp: NH_3-Konzentration 1 - 3 µg m^{-3}

Der Standort Lugano (Abb. 33) ist durch Gebäude von den umliegenden Strassen abgeschirmt.

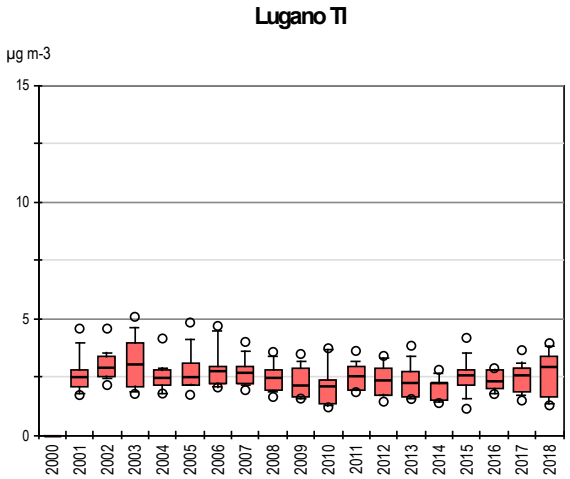


Abb. 33 Ammoniakkonzentration von LUG
Monatsmittelwerte von Lugano (TI) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Städtisch, verkehrsbelastet; Immissionstyp: NH_3-Konzentration 1 - 3 µg m^{-3}

Der Standort Solothurn Altwyberhüsli ist auf zwei Seiten von Ackerbau, auf zwei Seiten von einer Strasse mit daran angrenzenden Wohngebieten umgeben (Abb. 34)

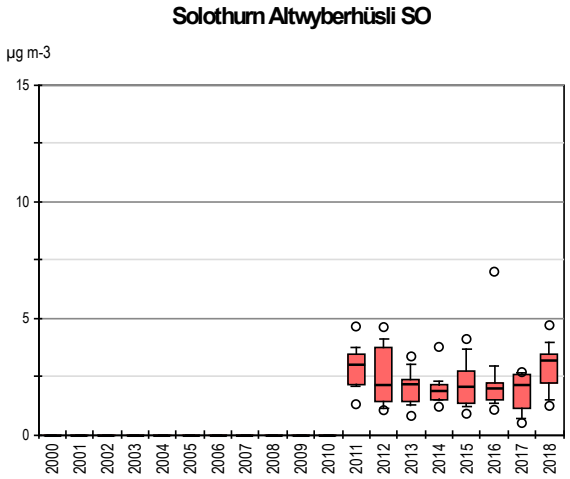


Abb. 34 Ammoniakkonzentration von SOAL
Monatsmittelwerte von Solothurn Altwyberhüsli (SO) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, an Autobahn; Immissionstyp: NH_3-Konzentration 3 - 5 µg m^{-3}

Der Standort Rapperswil in kleinstädtischer Umgebung sowie die städtische Station Schimmelstrasse liegen an stark befahrenen Durchgangsstrassen (Abb. 35).

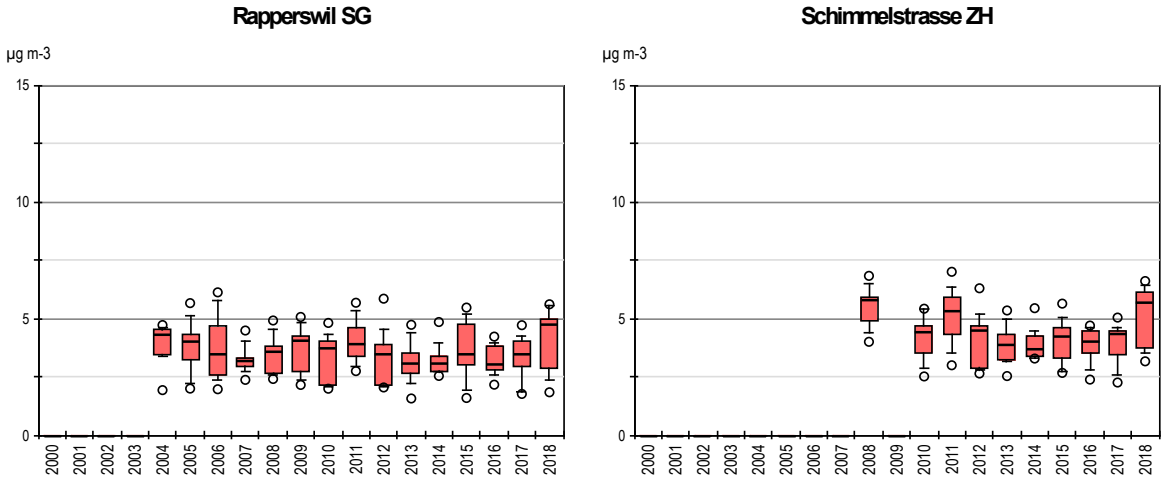


Abb. 35 Ammoniakkonzentration von RAP und WIE
Monatsmittelwerte von Rapperswil (SG) und Schimmelstrasse (ZH) als Boxplots dargestellt.

4.6 Jahresverläufe der Konzentrationen

Die folgenden Graphiken zeigen Jahresverläufe der Ammoniak Konzentrationen an charakteristischen Standorten. Um die gemittelten Jahresverläufe darzustellen, wurden die Mediane der Monatsmittelwerte der letzten 15 Jahren berechnet.

Ackerbau und Tierproduktion

In ländlichen Gebieten sind Jahresgänge mit tiefen Winterwerten und höheren Sommerwerten zu beobachten. In Ackerbaugebieten, wie z.B. Payerne (PAY). sind die Schwankungen geringer, und die Werte insgesamt tiefer als in Gebieten mit intensiver Tierproduktion, wie z.B. Wauwil 13 (WAU 13) und Ap.-Steinegg (APS). Auffallend sind die Spitzenwerte im März und November sowie etwas weniger im Sommer, welche mit Gülleausbringung erklärt werden können (Abb. 36).

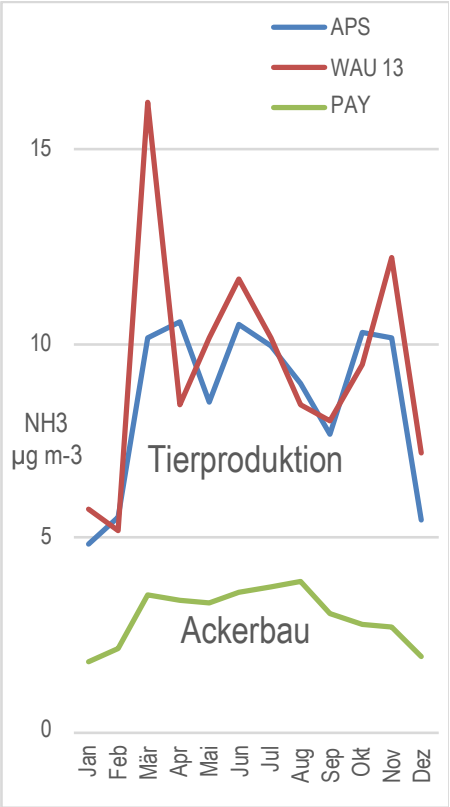


Abb. 36 Jahresverläufe der NH_3-Konzentration an landwirtschaftlich bewirtschafteten Standorten
Mediane der Monatsmittel 2004-2018
Ackerbau: Beispiel Payerne (PAY), typischer Jahresgang mit wenig hohen Spitzenwerten
Tierproduktion: Beispiel Wauwil 13 (WAU 13) und Ap.-Steinegg (APS), typischer Jahresgang überlagert mit Konzentrationsspitzen bei landwirtschaftlicher Tätigkeit wie Gülleausbringung

Naturschutzgebiete

Der Ammoniakeintrag in Naturschutzgebiete ist stark beeinflusst von der direkten Umgebung. Am höher gelegenen Zugerberg (ZB 01) mit nur wenig umliegender Tierproduktion und am Hochmoorrand gelegen, sind die Werte tiefer als im Flachmoor Wauwilermoos (WAU 16.4), welches von intensiver Landwirtschaft umgeben ist (Bsp. WAU 13). Bei Standort ZB 01 zeigen sich kaum Monate mit Spitzenwerten, hingegen bildet sich im Moor (WAU 16.4) der in der Umgebung herrschende Jahresgang (WAU 13) auf tieferem Niveau ab (Abb. 37).

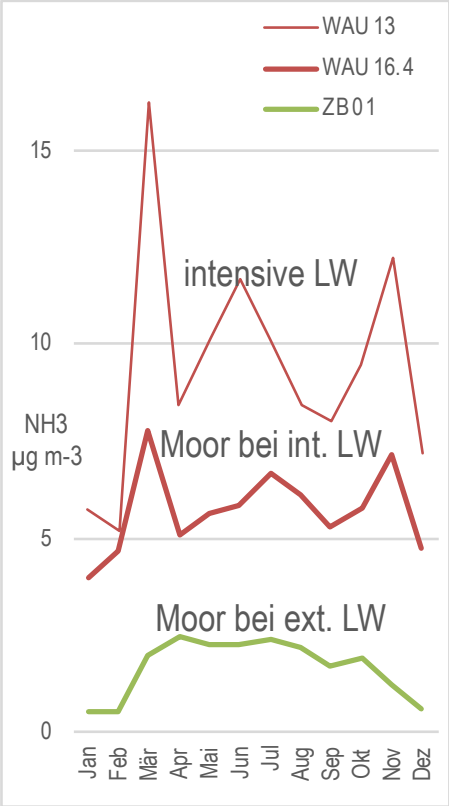


Abb. 37 Jahresgänge der NH3-Konzentration bei Mooren
Mediane der Monatsmittel 2004-2018 (ZB 01, WAU 13), 2006-2017 (WAU 16.4).
ZB 1 bei extensiver LW, WAU 16.4 bei intensiver LW. Zum Vergleich WAU 13 inmitten intensiver LW in der Nähe des Moores (LW = Landwirtschaft)

Städtische Gebiete

Städtische und verkehrsreiche Standorte zeigen vergleichbare NH_3-Konzentrationen und saisonale Variationen (Abb. 38) wie die Ackerbauregionen (Abb. 36). Massgebliche Ammoniakemittenten in Städten sind Fahrzeuge, Kanalisation und Kehricht. Auch die landwirtschaftliche Tätigkeit in der Umgebung der Stadt bildet sich im jährlichen Verlauf ab (RAP).

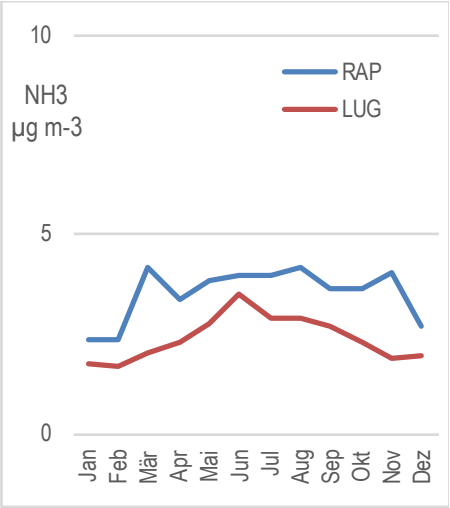


Abb. 38 Jahresverläufe der NH3-Konzentration an städtischen Standorten
Mediane der Monatsmittel 2004-2018
Rapperswil: Messung auf ca. 12 m oberhalb Strassenkreuzung (DTV = 24'000)
Lugano: Messung ca. 50 m entfernt von Strassen (Innenhofsituation)

„Untypische“ Verläufe

Die Werte an den Stationen Sion Aeroport (SIO) und Magadino (MAG) und – noch ausgeprägter – San Vittore (NV4) laufen dem allgemeinen Jahreszeitmuster entgegen: Im Winter wurden regelmässig höhere Werte gemessen als im Sommer (Abb. 39). Bei San Vittore ist eine mögliche Erklärung, dass sich im unteren Misox in der kalten Jahreszeit regelmässig ein Kaltluftsee ausbildet. Zwischen Mitte Dezember und Ende Januar kommt keine Sonne zur Messstelle. Bekannt ist die Messstelle auch wegen hoher PM10-Belastung im Winter.

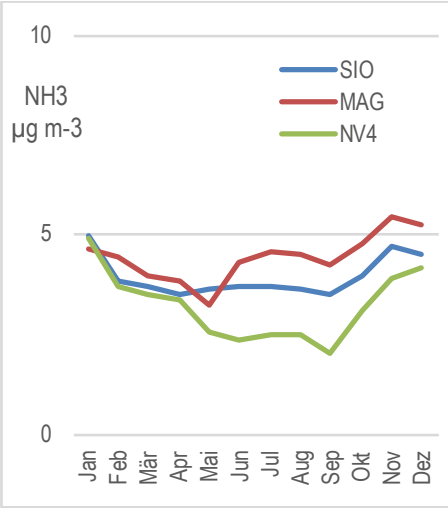


Abb. 39 Jahresgänge der NH3-Konzentration an Standorten mit „untypischem“ Verlauf
Mediane der Monatsmittel 2004-2018 (SIO, MAG), 2009 - 2018 (NV4)
Atypischer Jahresgang mit höheren Werten im Winter als im Sommer

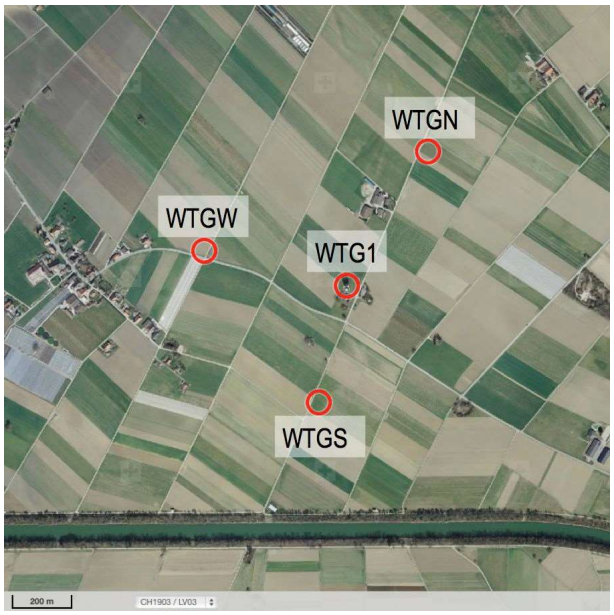
4.7 Beispiele Regionaler Messnetze

Die Standorte der regionalen Messnetze in Kapitel 7.4, Tabelle 15 beschrieben.

4.7.1 Kanton Bern

Der Standort WTG1 befindet sich auf 30 m Höhe ob Boden auf dem Wasserturm von Gimmiz im Berner Seeland. Die Messungen in Gimmiz wurden durch drei Standorte nördlich, südlich und westlich des Turms (WTGN, WTGS, WTGW) erweitert (Abb. 40 links), je mit auf 3.3 m Höhe installierten Aufhängvorrichtungen. 250 m nordnordöstlich des Turms liegt ein grösserer Landwirtschaftsbetrieb, ansonsten ist der Wasserturm von intensiv bewirtschafteten Acker- Gemüse- und Futterbauflächen sowie einer Obstanlage umgeben.

Die Jahresmittelwerte der vier Standorte verhalten sich parallel. Der Unterschied zwischen den niedrigsten Werten der Station auf dem Wasserturm (WTG1) und den höchsten Werten des in der Nähe des erwähnten Landwirtschaftsbetriebs gelegenen, nördlichen Standorts (WTGN) beträgt ca. 2.3 µg m^{-3} (Abb. 40 rechts). Seit 2011 sind die Werte tendenziell gesunken. 2010 startete ein Projekt zur Reduktion der Nitratbelastungen aus der Landwirtschaft, das sich inzwischen positiv auf die Nitratwerte im Trinkwasser auswirkt hat und unterdessen um sechs weitere Jahre verlängert wurde. Im Rahmen dieses Projekt wurde im Zuströmbereich des Wasserturms auf einer Fläche von ca. 160 ha die Bewirtschaftung mehrheitlich extensiviert (bodenschonende Anbausysteme, Ackerland zu Wiesland u.a.). Zusätzlich sind im Zusammenhang mit dem kantonalen Ressourcenprogramm, das von 2009 bis 2015 dauerte, verschiedene ammoniakreduzierende Massnahmen umgesetzt worden. Unter anderem wird nun ein grosser Teil der Gülle mit Schleppschlauchverteiler ausgebracht.



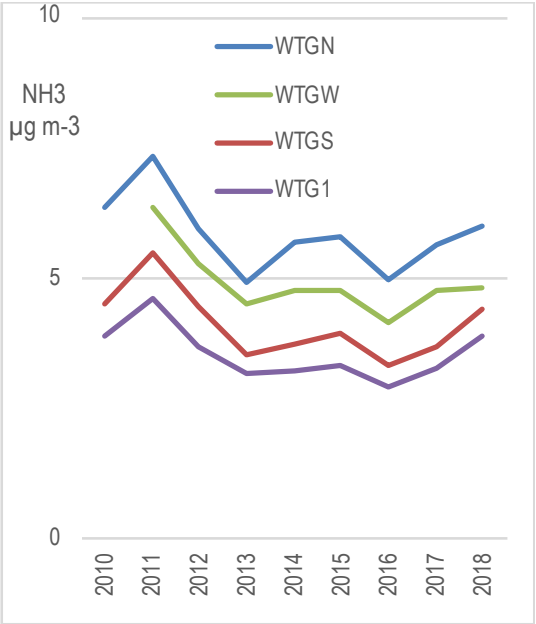


Abb. 40 Luftbild (links) und NH_3-Konzentrationen (rechts) der Standorte bei Gimmiz (BE)
Verlauf der Jahresmittelwerte
Der Standort WTG 1 befindet sich auf dem Wasserturm in 30 m Höhe, bei den anderen Standorten sind die Aufhängevorrichtungen auf 3.3 m Höhe montiert. Luftbild: geodata © swisstopo

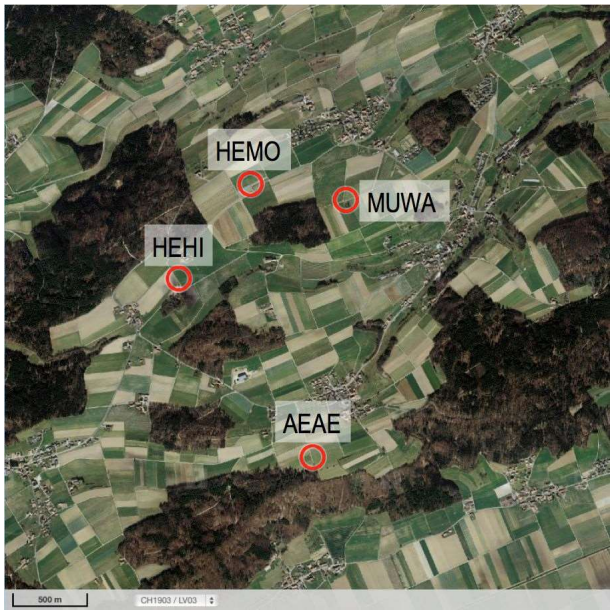
4.7.2 Kanton Solothurn

In drei Geländekammern im Kanton Solothurn wurden je drei bis vier Messpunkte platziert.

In der Gegend von Hessikofen im Solothurner Mittelland (Abb. 41) verlaufen die Jahresmittelwerte der Ammoniakkonzentrationen mehrheitlich parallel, mit einem Unterschied von ca. 1.2 µg m^{-3} NH_3 vom höchsten zum tiefsten Wert. 2011 und 2018 zeigten sich (wohl witterungsbedingt) bei allen Standorten höhere Werte.

In der Region Matzendorf im Solothurner Jura unterscheiden sich die Jahresmittelwerte um ca. 1.3 µg m^{-3} (Abb. 42). Die Konzentration haben sich über die acht Jahre nicht stark verändert, nur MAEM zeigt 2018 einen deutlich höheren Jahresmittelwert.

Ebenfalls ähnliche Verläufe aber grössere Unterschiede in den Ammoniakkonzentrationen finden sich in der Region Egerkingen (Abb. 43). Der Unterschied zwischen der niedrigsten Konzentration am Standort HAGN am Jurahang und den Standorten EGWA im Industriegebiet von Egerkingen und NEHU im Landwirtschaftsgebiet beträgt ca. 3.6 µg m^{-3}. Der Standort GUWI, ebenfalls im Landwirtschaftsgebiet gelegen, zeigt eine mittlere Konzentration. Es ist kein Trend zu Zu- oder Abnahme zu sehen.



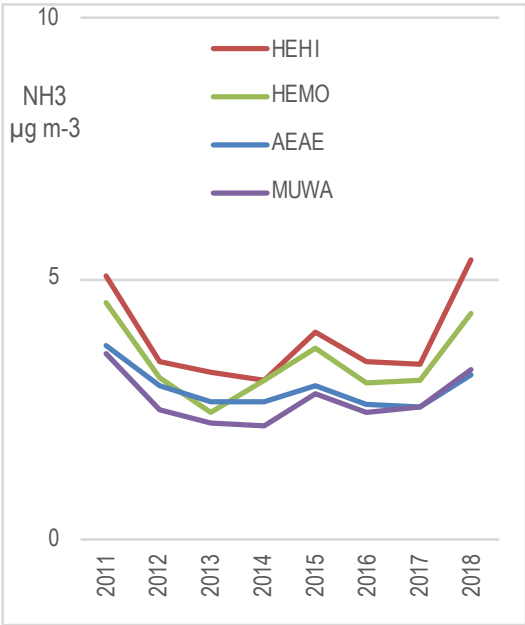
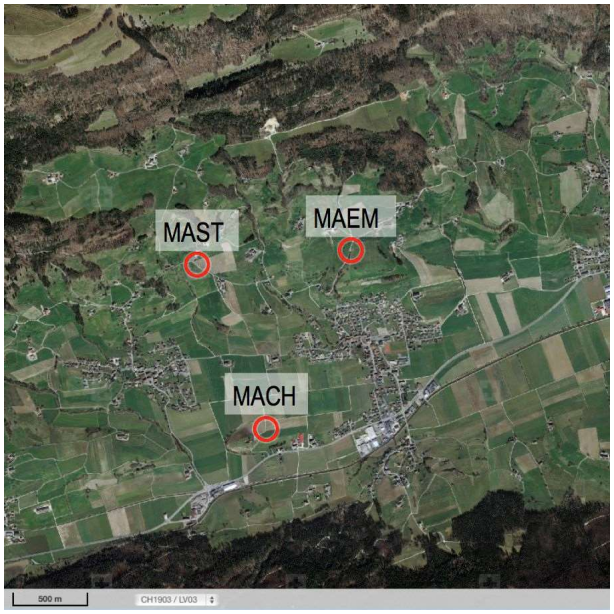


Abb. 41 Luftbild (links) und NH_3-Konzentrationen (rechts) der Standorte bei Hessikofen (SO)
Verlauf der Jahresmittelwerte
Alle 4 Standorte befinden sich in Gebieten mit Feld und Ackerwirtschaft.
Luftbild: geodata © swisstopo



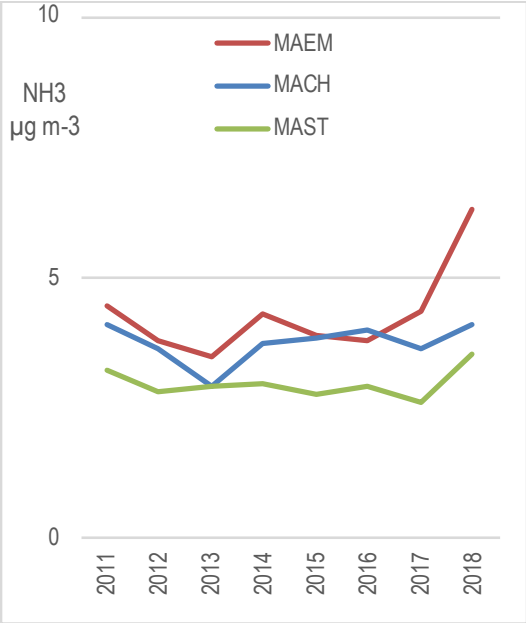
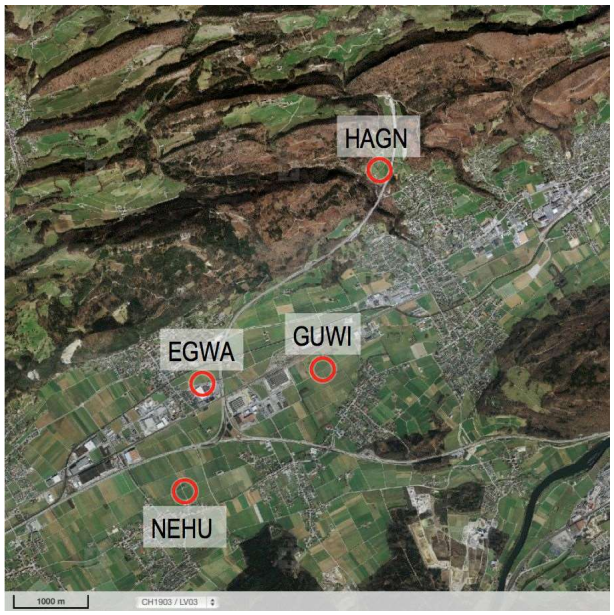


Abb. 42 Luftbild (links) und NH_3-Konzentrationen (rechts) der Standorte bei Matzendorf (SO)
Verlauf der Jahresmittelwerte
Alle 3 Standorte befinden sich in Gebieten mit Feld und Ackerwirtschaft.
Luftbild: geodata © swisstopo



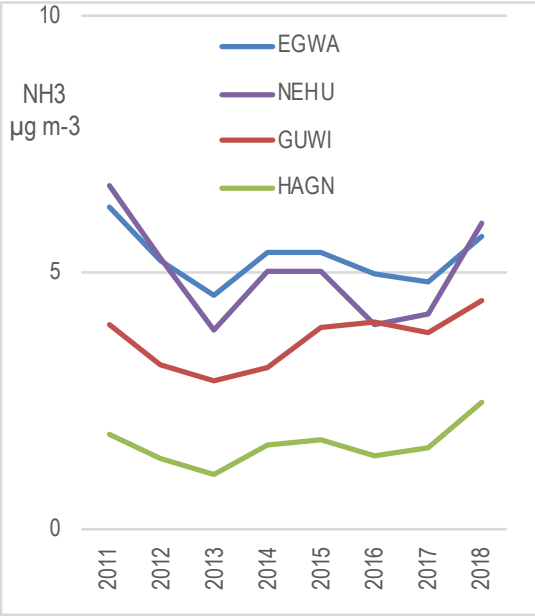


Abb. 43 Luftbild (links) und NH_3-Konzentrationen (rechts) der Standorte bei Egerkingen (SO)
Verlauf der Jahresmittelwerte
EGWA liegt direkt zwischen Strasse und Einkaufszentrum; GUWI und NEHU inmitten von Feldern, HAGN am Jurahang in der Nähe des Waldes. Luftbild: geodata © swisstopo

5 Qualitätssicherung

Die FUB nimmt seit 2015 am EMEP-Ringversuch der analytischen Methoden[4] teil. Ammoniak auf Filtern sowie Ammonium im synthetischen Regen erfüllten die EMEP-Qualitätsnorm (Abbildung 44).

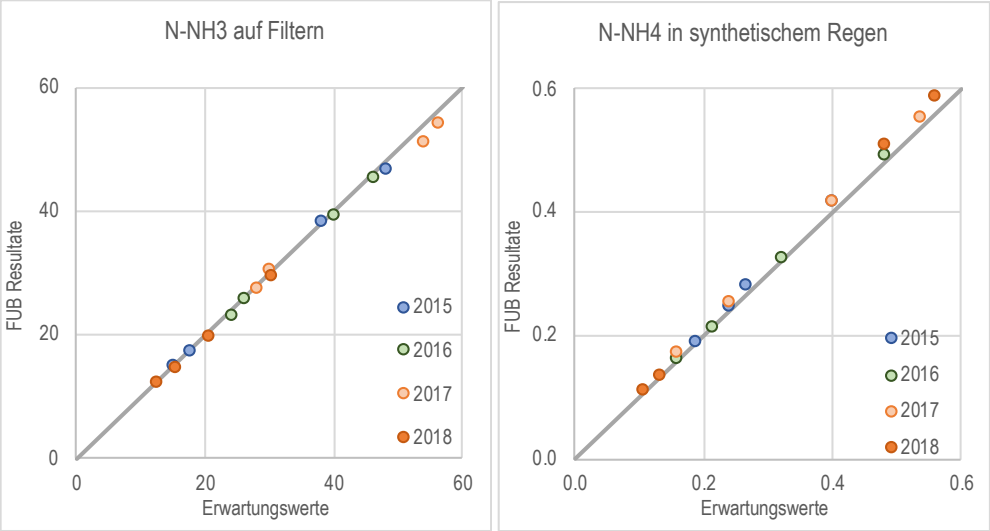


Abb. 44 Ringversuchsresultate der FUB, verglichen mit den erwarteten Konzentrationen.
Links: Ammoniak auf imprägnierten Filtern, Einheit: µg N pro Filter
Rechts: Ammonium in Niederschlag, Einheit: µg N l^{-1}

Radiello Passivsammler werden laufend mit einem Referenzverfahren (Denuder, VDI 3869 Blatt 3 2010, BAFU & Empa 2017) überprüft. Abbildung 45 links zeigt den Vergleich zwischen Minidenudern der Empa (Quelle: NABEL, BAFU und Empa) und Radiello Passivsammlern. In Abbildung 45 rechts sind die Radiello Passivsammlerwerte mit kontinuierlichen Messungen[5] der Empa vom NABEL-Messnetz verglichen. Die kontinuierlichen Daten wurden über die gleichen Zeiträume gemittelt wie die Passivsammler exponiert waren. Die Probenahme der 2- oder 4-Wochen-Werte erfolgte von 2011 bis 2017. Die Übereinstimmung ist gut.
Ferm-Passivsammler werden ebenfalls laufend mit Radiello-Sammlern verglichen, (Abbildung 46, links, 2009 bis 2017). Die Probenahme von der 2- & 4-Wochen-Werte erfolgte an 12 Standorten (extensive und intensive Landwirtschaft, Stadt, Verkehr, Hintergrund). Abbildung 46 rechts, zeigt die Vergleichswerte von 11 Standorten im Jahr 2018. Die Übereinstimmung ist sehr gut.
Die Messwerte des Jahres 2018 waren an vielen Orten höher als in früheren Jahren. Dies ist jedoch nicht auf die Umstellung von Radiello auf Ferm im Jahr 2018 zurückzuführen wie der Vergleich in Abbildung 46 rechts zeigt.

[4] EMEP – 33rd – 35rd intercomparison of analytical methods, organisiert und durchgeführt von NILU – Norwegian Institute for Air Research
[5] Cavity Ring Down Spectroscopy, Picarro (BAFU &Empa 2017)

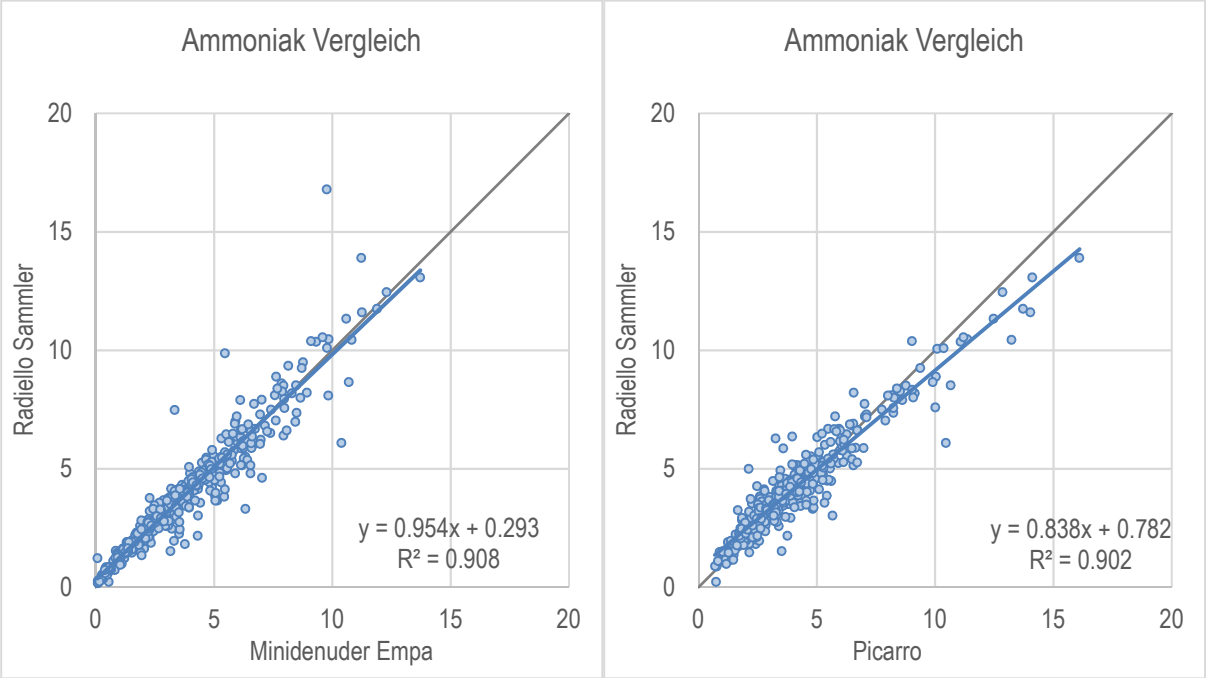


Abb. 45 NH_3-Konzentration von Radiello Passivsammlern im Vergleich mit anderen Verfahren
Oben links: Minidenuder (Referenzverfahren, Quelle: NABEL, 524 Datenpaare)
Oben rechts: kontinuierliches Verfahren (Quelle: NABEL, 391 Datenpaare), Einheit: µg NH_3 m^{-3}

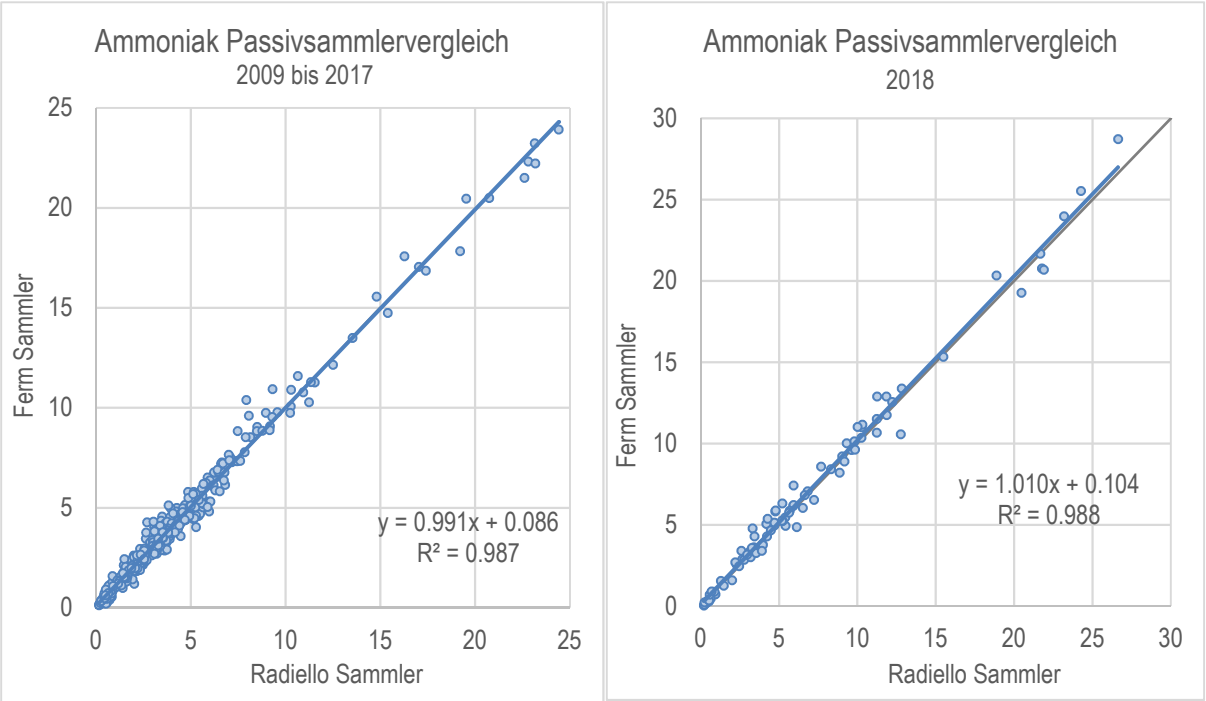


Abb. 46 Radiello- und Ferm-Passivsammler im Vergleich
2 Passivsammlertypen der FUB: links 2009 bis 2017 (427 Datenpaare), rechts 2018 (101 Datenpaare)
Einheit: µg NH_3 m^{-3}

6 Literatur

Agridea, Landwirtschaftsamt Thurgau 2006: Projektskizze N-Effizienz der Hofdünger steigern durch Reduktion der Ammoniakverluste

BAFU 2011: BDM-Facts Nr.3: Stickstoffeintrag aus der Luft verändert Vielfalt http://www.biodiversitymonitoring.ch/de/daten/berichte-und-publikationen.html (Stand am 21.03.2019)

BAFU 2019: Auszug aus dem Emissionsinventar EMIS der Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien.

BAFU & BLW 2011: Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1101, 122 S.

BAFU & BLW 2012: Nährstoffe und Verwendung von Düngern in der Landwirtschaft. Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1225, 63 S.

BAFU & BLW 2016: Umweltziele Landwirtschaft. Statusbericht 2016. Bundesamt für Umwelt. Umwelt-Wissen Nr. 1633., Bern, 114 S.

BAFU & Empa 2017: Technischer Bericht zum Nationalen Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL) 2016. https://www.empa.ch/web/s503/nabel (Stand am 21.03.2019)

BBl 2009: Konzept betreffend lufthygienische Massnahmen des Bundes. Bericht des Bundesrats 11.9.2009, Bundesblatt Nr. 40 6.10.2009, https://www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2009/6585.pdf (Stand am 21.03.2019)

Bieri S., Ruckstuhl C. 2018: Ammoniak-Messbericht, Ammoniakmessungen in der Zentralschweiz von 2000 bis 2016, inNET Monitoring AG https://uwe.lu.ch/-/media/UWE/Dokumente/publikationen/Publikationen_01_A_bis_F/Ammoniak_Messbericht_Zentralschweiz_2000_bis_2016.pdf (Stand 21.03 2019)

Bobbink R., Hettelingh JP (eds.), 2011: Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23-25 June 2010. Coordination Centre for Effects, National Institute for Public Health and the Environment, https://wge-cce.org/Publications/Other_CCE_Reports (Stand am 26.4.2018)

Cape J. N., van der Eerden L. J., Sheppard L. J., Leith I. D., Sutton M. A. 2009: Reassessment of Critical Levels for Ammonia. Chapter 2 In: Sutton M. A., Reis S., Baker S. M. H. (Eds) 2009: Atmospheric Ammonia, Springer Science +Business Media B. V. ISBN 978-1-4020-9120-9

Cercl'Air 2002: Minderung der Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft – Grundlagen der Luftreinhaltung. Positionspapier des Cercl'Air – Bericht der Arbeitsgruppe Ammoniak-Emissionen

CLRTAP 2017: Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping critical loads and levels and air pollution effects, risks and trends. UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution; - accessed at www.icpmapping.org [Stand 06.06.2019

Dämmgen U., Thöni L., Lumpp R., Gilke K., Seitler E., Bullinger M. 2010: Feldexperiment zum Methodenvergleich von Ammoniak- und Ammonium-Konzentrationsmessungen in der Umgebungsluft, 2005 – 2008 in Braunschweig. vTI Johann Heinrich von Thünen-Institut Braunschweig, Sonderheft 337 https://portal.dnb.de/opac.htm?method=simpleSearch&cqlMode=true&query=idn%3D1003809227 (Stand am 21.03.2019)

EMEP: EMEP manual for sampling and chemical analysis. http://www.nilu.no/projects/ccc/manual/index.html (Stand am 21.03.2019)

EKL 2005: Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz. Status-Bericht der Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL), Bern, http://www.ekl.admin.ch/de/dokumentation/publikationen/index.html (Stand am 21.03.2019)

EKL 2013: Feinstaub in der Schweiz 2013 – Statusbericht der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene, http://www.ekl.admin.ch/de/dokumentation/publikationen.html (Stand am 21.03.2019)

EKL 2014: Ammoniak-Immissionen und Stickstoffeinträge. Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL), Bern, http://www.ekl.admin.ch/de/dokumentation/publikationen.html (Stand am 21.03.2019)

Empa 2006: Chemische Zusammensetzung des Feinstaubs während der Smoglagen im Januar/Februar 2006. Abteilung Luftfremdstoffe/Umwelttechnik Empa Nr. 203'056/4

FOEN 2019: Switzerland's Informative, Inventory Report 2019, Submission of March 2019 to the United Nations ECE Secretariat. Federal Office for the Environment FOEN, Air Pollution Control and Chemicals Division, Bern. http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/status_reporting/2019_submissions/ (Stand am 14.03.2019)

Kanton Appenzell Ausserrhoden 2008: Massnahmenplan Luftreinhaltung, Aktualisierung 2008

Kanton Luzern, Umwelt und Energie (uwe) 2007: Massnahmenplan Luftreinhaltung, Teilplan Ammoniak

KOLAS 2006: Empfehlungen zur Reduktion der Ammoniakverluste aus der Landwirtschaft. Herausgeber: Konferenz der Landwirtschaftsämter Schweiz (KOLAS)

Kupper T., Bonjour C., Menzi H., Bretscher D. und Zaucker F. 2018: Ammoniakemissionen der schweizerischen Landwirtschaft 1990 – 2015, https://agrammon.ch/assets/Downloads/Bericht_Agrammon_1990-2015_20181010.pdf

KVU 2006: Positionspapier über Ökologie und Landwirtschaft: Zustand wichtiger Umweltbereiche und Weiterentwicklung der agrarpolitischen Massnahmen vom 24. November 2006. Herausgeber: Konferenz der Vorsteher der Umweltschutzämter der Schweiz, (KVU)

MeteoSchweiz 2019: Klimabulletin 2018. Zürich https://www.meteoschweiz.admin.ch/content/dam/meteoswiss/de/service-und-publikationen/Publikationen/doc/2018_ANN_d.pdf (Stand am 07.03.2019)

Mills G., Pleijel H., Büker P., Braun S., Emberson L., Harmens H., Hayes F., Simpson D., Grünhage L., Karlsson P.-E., Danielsson H., Bermejo V., Gonzalez Fernandez I. (2010 Revision): Chapter 3: Mapping Critial Levels for Vegetation. In: Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads & Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends, Modelling and Mapping Manual of the LRTAP Convention. (Stand 21.03.2019)

Philipp M., Locher R. 2010: Trendanalyse NH3-Immissionsmessungen in der Schweiz, Schlussbericht https://home.zhaw.ch/~lore/docs/NH3_Trendanalyse_2010.pdf (Stand am 21.03.2019)

PSI/uwe 2007: Verursacher von Feinstaub, Teilbericht 1 PSI: Januar Februar 2006, Teilbericht 2 uwe: Datenanalyse Reiden 2005/06, Paul Scherrer Institut / Umwelt und Energie Kanton Luzern

Rihm B., Achermann B. 2016: Critical Loads of Nitrogen and their Exceedances. Swiss contribution to the effects-oriented work under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (UNECE). Federal Office for the Environment, Bern. Environmental studies no. 1642: 78 p.

Rihm B., Künzle T., 2019: Mapping Nitrogen Deposition 2015 for Switzerland. Technical Report on the Update of Critical Loads and Exceedance, including the years 1990, 2000, 2005 and 2010. Meteotest, Bern, commissioned by the Federal Office for the Environment (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

Roth T., Kohli L., Rihm B., Achermann B., 2013: Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. Agriculture, Ecosystems and Environment 178: 121-126

Roth T., Kohli L., Rihm B., Amrhein V., Achermann B. 2015: Nitrogen deposition and multi-dimensional plant diversity at the landscape scale. R. Soc. open sci. 2: 150017. http://rsos.royalsocietypublishing.org/content/2/4/150017 (Stand am 21.03.2019)

Seitler E. 2015: Einfluss der Expositionsdauer bei NH_3-Passivsammern von Radiello. Bezugsquelle: FUB, 8640 Rapperswil

Seitler E., Thöni L. 2009: Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz Sammel- und Messmethoden. Bezugsquelle: FUB, 8640 Rapperswil

Seitler E., Thöni L., Meier M. 2016: Atmosphärische Stickstoff-Deposition in der Schweiz 2000 bis 2014. FUB – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung 8640, Rapperswil https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/luft/externe-studien-berichte/atmosphaerische_stickstoff-depositioninderschweiz2000bis2014.pdf (Stand 21.03.2019)

Seitler E., Thöni L., Schnyder R., Rihm B. 2019: Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz, Beschreibung der Standorte und Daten. Bezugsquelle: FUB, 8640 Rapperswil

Thimonier A., Schmitt M., Waldner P., Rihm B. 2005: Atmospheric deposition on Swiss Long-term Forest Ecosystem Research (LWF) plots. Environmental Monitoring and Assessment 104: 81-118

Thöni L., Brang P., Braun S., Seitler E., Rihm B. 2004: Ammonia monitoring in Switzerland with passive samplers: patterns, determinants and comparison with modelled concentrations. Environmental Monitoring & Assessment.

UNECE 2007: Report on the Workshop on Atmospheric Ammonia: Detecting Emission Changes and Environmental Impacts. ECE/EB.AIR/WG.5/2007/3

UNECE 2014: Leitfaden zur Vermeidung und Verringerung von Ammoniakemissionen aus landwirtschaftlichen Quellen, ECE/EB.AIR/120

VDI 3869 Blatt 3 2010: Messen von Ammoniak in der Aussenluft; Probenahme mit beschichteten Diffusionsabscheidern (Denudern); Fotometrische oder ionenchromatografische Analyse. Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

VDI 3869 Blatt 4 2012: Messen von Ammoniak in der Aussenluft; Probenahme mit Passivsammlern; Fotometrische oder ionenchromatografische Analyse. Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Waldner P., Schaub M., Graf Pannatier E., Schmitt M., Thimonier A., Walthert L. 2007. Atmospheric deposition and ozone levels in Swiss forests: are critical values exceeded? In: Paoletti E., Schaub M., Bytnerowicz A. (eds.). Air Pollution and Global Change: Key Studies of the Effects on Forest Vegetation. Environmental Monitoring and Assessment (Special Issue) 128:5-17.

WMO 2017: WMO Guide to meterological instruments and methods of observation. WMO-No. 8 2014 edition, Part I, Chap. 16. http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/CIMO-Guide.html (Stand am 21.03.2019)

7 Anhang

7.1 Standort-Umplatzierungen

In den ersten Jahren wurden die Sammler nicht nach einheitlichen Kriterien platziert. 2008 wurden Kriterien definiert und Empfehlungen für Messstandorte formuliert (Kapitel 3.2). An manchen Standorten wurden daraufhin die Passivsammler höher gehängt um den Messempfehlungen zu entsprechen. Wenn möglich wurde jeweils über ein Jahr an der alten und der neuen Position gemessen, die alten Werte wurden, wenn nötig, mit den durch die Vergleichsmessungen ermittelten Faktoren umgerechnet um die langjährigen Messreihen zu erhalten. Andere Standorte mussten im Lauf der Jahre, meist wegen Bauarbeiten, verschoben werden. In Tabelle 12 sind die Standorte mit Änderungen aufgeführt.

Tab. 12 bedeutender Wechsel am Standort
Standorte die umplatziert werden (mussten) aber weitergeführt wurden.

Nr. (Karte Abb.1)	**Code**	**Standort Name**	**Kt. / Land**	**Stao der langj. Entw.** (Kap. 4.1)	**bedeutender Wechsel**	**Vergleichsmessungen,** Umrechnung der alten Werte
68	APS	Ap.-Steinegg	AI	seit 2004	2008 ca. 10 m verschoben	**nein**
70	ESC 08	Eschenbach 8	LU	seit 2004	2006 4 Monate lang versetzt	nein
67	ESCH 01	Eschlikon 1	TG	–	2012 verschoben	nein
59	EST	Eschen	FL	seit 2008	2013 um 570 m verschoben	nein
64	FRFE	Frauenfeld	TG	–	2017 40 m verschoben	nein
66	HÄG	Häggenschwil	SG	seit 2004	2018 120 m verschoben, von 1.7 auf 3.5 m höher gehängt	nein
62	HOL 01	Holderhus 1	LU	seit 2000	2007 von 1.2 auf 4 m höher gehängt	ja, HOL 01 = HOL 00 * 0.98 + 0.90 (R2 = 0.95)
80	LUG	Lugano	TI	seit 2000	1999 - 2005 grosse Umbauten, mehrmals verschoben	nein
54	MAU 01	Mauren 1	TG	seit 2000	2009 von 1.7 auf 3 m höher gehängt	ja, MAU 01 = MAU 00 (R2 = 0.92)
29	N14	Ems Plarenga	GR	seit 2013	2012 von 2 auf 3 m höher gehängt	nein
52	NZI 01	Zizers Neulöser 1	GR	seit 2013	2012 von 2 auf 3 m höher gehängt	ja, NZI 01 = NZI 00 * 0.96 (R2 = 0.98)
63	SCHÜ 00	Schüpfheim 0	LU	seit 2000	2007 10 m verschoben, von 1 auf 3 m höher gehängt	nein
72	WAU 13	Wauwil 13	LU	seit 2004	2006 höher gehängt	nein
83	WIE	Schimmelstrasse	ZH	seit 2013	um 2010 Messwagen wenig verschoben	nein
4	ZB 01	Zugerberg 1	ZG	seit 2000	2007 von 1.3 auf 2.2 m höher gehängt	ja, ZB 01 = ZB 00 * 1.05 (R2 = 0.97)

7.2 Beschreibung der Standorte

Tab. 13 Standortbeschreibung tabellarisch
Beschreibung der Standorte, sortiert nach Belastungs- und Immissionstypen.

Nächste Seiten

Nr. (Karte Abb.1)	Code	Standort Name	Standort Gebiet	Kt. / Land	Stationsbetreiber	Koordinaten E km	Koordinaten N km	Höhe m ü.M.	Relief	Expo-sition	Neigung > 5 % %	Höhe Sammler ü. Boden m	Sammler-typ 2018
1	CHA	Chaumont	Neuenburg	NE	NABEL	2'565'090	1'211'040	1137	H	SE	7	4	Ferm
2	RIG	Rigi-Seebodenalp		SZ	NABEL	2'677'845	1'213'462	1031	H	NW	30	2	Ferm
3	FRÜE	Früebüel	Zugerberg	ZG	Kt. ZG	2'683'416	1'218'902	980	E	—		2	Radiello
4	ZB 01	Zugerberg 1	Zug	ZG	IAP	2'682'992	1'220'489	990	K	—		2	Ferm
5	BA	Bachtel	hinterer Sennenberg, Wald	ZH	OSTLUFT, FUB	2'710'340	1'239'607	930	H	E	18	1	Ferm
6	ZIGE	Zigerhüttli	Oberägeri	ZG	Kt. ZG	2'691'689	1'220'849	989	H	W	14	2	Radiello
7	AIO	St. Anton	Oberegg	AI	Kt. AI	2'758'570	1'253'406	1071	H	NW	12	3	Ferm
8	SARE	Sagno Reservoir		TI	IAP	2'724'286	1'080'024	820	T			2	Ferm
9	SCH	Schänis		SG	OSTLUFT, WSL/LWF	2'722'923	1'223'521	630	H	W	59	2	Ferm
10	RAF	Rafzerfeld	Broland, Hüntwangen	ZH	Kt. ZH	2'678'908	1'271'880	399	E	—		4	Radiello
11	BAI	Buch am Irchel	Tächlishalden, Sandbuck	ZH	Kt. ZH	2'689'193	1'268'759	453	E	—		4	Radiello
12	BRIS	Brislach	Feberech	BL	Kt. BL	2'608'865	1'252'037	450	E	—		4	Rad-->Ferm
13	VTG	Gwatt	Thun	BE	Kt. BE	2'614'540	1'174'585	558	E	—		7	Radiello
14	HUD 3	Hudelmoos 3		TG	OSTLUFT	2'739'119	1'265'220	520	E	—		2	Ferm
15	KNB	Küsnachter Berg	Wiserholz	ZH	Kt. ZH	2'690'875	1'241'451	658	H	NW	11	4	Radiello
16	IEB	Bärau		BE	Kt. BE	2'628'595	1'197'847	725	T	NW	9	7	Radiello
17	PAY	Payerne		VD	NABEL	2'562'285	1'184'775	489	E	—		4	Ferm
18	OBS	Oberstammheim	Rebberg	ZH	Kt. ZH	2'702'812	1'276'463	459	H	SW	9	4	Radiello
19	WTG1	Gimmiz Dach	Walperswil	BE	Kt. BE	2'585'511	1'211'410	444	E	—		30	Radiello
20	RO	Root Michaelskreuz		LU	Kt. LU	2'673'847	1'218'489	791	H	NW	17	2	Ferm
21	HEMO	Hessigkofen Moosgasse		SO	Kt. SO	2'601'471	1'220'742	605	E	—		4	Ferm
22	VU01	Vuisternens-en-Ogoz	Au Lieu dit Le Chapy	FR	Kt. FR	2'569'708	1'173'324	850	K	—		3	Ferm
23	ILN 01	Illnau Chrützegg		ZH	Kt. ZH	2'696'314	1'251'183	540	E	—		4	Radiello
24	SNB	Schönenberg	Hirzel Hochspannungsmast	ZH	Kt. ZH	2'691'694	1'226'810	730	K	—		4	Radiello
25	BIR1	Birrfeld 1	Lupfig	AG	Kt. AG	2'658'980	1'254'775	393	E	—		3	Ferm
26	BENN	Bennwil	Sunnenblick	BL	Kt. BL	2'625'684	1'250'596	540	K	—		4	Rad-->Ferm
27	STAD	Stadel	Panzersperren, Grund	ZH	Kt. ZH	2'677'920	1'265'241	426	E	—		4	Radiello
28	MI01	Misery	Le Haut du Mont	FR	Kt. FR	2'571'915	1'189'478	607	K	—		3	Ferm
29	N14	Ems Plarenga	Domat/Ems	GR	Kt. GR	2'755'100	1'189'730	570	E	—		2	Ferm
30	DEB	Näfels	Schwärzistrasse	GL	Kt. GL	2'723'928	1'218'452	436	E	—		10	Ferm
31	FRAU	Kloster Frauental	Cham	ZG	Kt. ZG	2'674'546	1'229'562	395	E	—		2	Radiello
32	HBL	Lotzwil		BE	Kt. BE	2'625'558	1'226'796	509	E	—		3	Radiello
33	INWI	Inwil	Baar	ZG	Kt. ZG	2'682'567	1'226'900	437	E	—		2	Radiello
34	MAEM	Matzendorf Emet		SO	Kt. SO	2'614'279	1'240'205	594	K	—		4	Ferm
35	AIG	Gontenbad		AI	Kt. AI	2'745'314	1'243'700	896	E	—	2	3	Ferm
36	WAEN	Wängi TG		TG	Kt. TG	2'713'920	1'259'410	641	H	NE	7	3	Ferm
37	AIHA	Haslen		AI	Kt. AI	2'745'830	1'248'340	768	H	W	15	3	Ferm
38	NEHU	Neuendorf Hurtmatten		SO	Kt. SO	2'627'257	1'239'509	435	E	—		4	Ferm
39	TAE	Tänikon	Aadorf	TG	NABEL	2'710'500	1'259'810	539	E	—		4	Ferm
40	SZ-03	Rossmattli		SZ	Kt. SZ	2'692'550	1'207'040	500	E	—		3	Radiello
41	MÖN	Mönchaltdorf	Altorfwisen, Brand	ZH	Kt. ZH	2'697'609	1'239'954	445	E	—		4	Radiello
42	NMS	Malans	Rütenen	GR	Kt. GR	2'761'785	1'204'850	529	E	—		2	Ferm
43	NE 03	Le Landeron	Station MétéoSuisse, Entre-deux-Lacs	NE	Kt. NE	2'571'165	1'210'798	431	E	—			Ferm
44	SHkl	Klettgau	Strommast "Schalter 198"	SH	Kt. SH	2'678'190	1'283'124	420	E	—		4	Ferm
45	BSZ	Ziegelbrücke	Berufsschule	GL	Kt. GL	2'722'744	1'221'825	424	E	—		5	Ferm
46	KAP	Kappel am Albis	Uerzlikon	ZH	Kt. ZH	2'680'066	1'230'326	527	E	—		4	Radiello
47	SAM2	Suhretal 2	Staffelbach	AG	Kt. AG	2'646'488	1'236'250	493	H	SW	7	3	Ferm
48	BRM	Beromünster NABEL		LU	NABEL	2'655'840	1'226'780	796	K	—			Ferm
49	GEF	Gelfingen		LU	IAP	2'663'397	1'230'005	572	H	SW		4	Ferm
50	NGS	Grüsch Schwellenen	Grüsch	GR	Kt. GR	2'768'760	1'205'060	607	E	—		2	Ferm
51	MAG	Magadino-Cadenazzo		TI	NABEL	2'715'500	1'113'200	204	E	—		4	Ferm
52	NZI 01	Zizers Neulöser 1	Zizers	GR	Kt. GR	2'761'250	1'201'200	527	E	—		3	Ferm
53	WAU 16.4	Wauwil 16		LU	Kt. LU	2'643'707	1'224'651	499	E	—		4	Ferm
54	MAU 01	Mauren 1	Pünt	TG	Kt. TG	2'729'160	1'269'400	439	E	—		3	Ferm
55	BAV	Balzers	Aviols	FL	Acontec	2'756'662	1'215'349	473	E	—		1.8	Ferm
56	NEU 02	Neudorf 2		LU	Kt. LU	2'659'706	1'224'499	735	H	NE	6	3	Ferm
57	ZG-02	Niederwil 2		ZG	Kt. ZG	2'676'164	1'229'277	420	E	—		3	Radiello
58	URI 01	Uri 1	Erstfeld	UR	Kt. UR	2'691'655	1'188'171	455	E	—		3	Radiello
59	EST	Eschen	Schwarzes Strässle	FL	Acontec	2'757'866	1'228'970	441	E	—		2	Ferm
60	NW-02	Stans Galgenried Süd		NW	Kt. NW	2'669'272	1'201'761	440	E	—		4	Radiello
61	OW-02	Obwalden 2	Kerns	OW	Kt. OW	2'664'518	1'195'592	560	E	—		4	Radiello
62	HOL 01	Holderhus 1	Neuenkirch	LU	Kt. LU	2'657'129	1'216'962	590	H	N	7	4	Ferm
63	SCHÜ 00	Schüpfheim 0		LU	Kt. LU	2'644'727	1'201'091	735	H	SE	9	3	Ferm
64	FRFE	Frauenfeld		TG	Kt. TG	2'707'555	1'269'988	384	E	—		3	Ferm
65	LANG	Langrickenbach TG		TG	Kt. TG	2'736'325	1'272'535	515	E	—		3	Ferm
66	HÄG	Häggenschwil		SG	OSTLUFT	2'743'590	1'261'675	555	E	—		3.5	Ferm
67	ESCH 01	Eschlikon 1	Riethof	TG	Kt. TG	2'715'299	1'257'014	583	E	—		3	Ferm
68	APS	Ap.-Steinegg	Appenzell	AI	OSTLUFT	2'750'830	1'243'700	820	E	—		1.7	Ferm
69	SIN3	Freiamt 3	Sins	AG	Kt. AG	2'670'061	1'227'561	519	E	—		3	Ferm
70	ESC 08	Eschenbach 8		LU	Kt. LU	2'665'208	1'221'946	495	E	—		3	Ferm
71	WEIN	Weinfelden		TG	Kt. TG	2'723'552	1'270'148	422	E	—		3	Ferm
72	WAU 13	Wauwil 13		LU	Kt. LU	2'644'669	1'224'165	501	E	—		3	Ferm
73	WAEL	Wäldi TG		TG	Kt. TG	2'723'863	1'276'672	572	E	—		3	Ferm
74	WIG	Netstal	Wiggisparkzentrum	GL	Kt. GL	2'723'045	1'214'203	455	E	—		13	Ferm
75	SLI 01	Schaan 1	Lindenkreuzung	FL	Acontec	2'757'046	1'226'080	450	E	—		2	Ferm
76	NV4	San Vittore	San Vittore	GR	Kt. GR	2'727'760	1'121'500	270	E	—		2	Ferm
77	SIO	Sion-Aeroport		VS	NABEL	2'592'540	1'118'755	483	E	—		4	Ferm
78	HAE	Härkingen		SO	NABEL	2'628'875	1'240'185	431	E	—		3.5	Ferm
79	BAS	Basel-Binningen		BL	NABEL	2'610'890	1'265'605	317	E	—		3.5	Ferm
80	LUG	Lugano		TI	NABEL	2'717'615	1'096'645	281	E	—		2	Ferm
81	SOAL	Solothurn Altwyberhüsli		SO	Kt. SO	2'607'067	1'229'174	453	E	—		3	Ferm
82	RAP	Rapperswil	unt. Bahnhofstrasse 30	SG	FUB	2'704'520	1'231'541	430	E	—		12	Ferm
83	WIE	Schimmelstrasse	Zürich, Wiedikon	ZH	OSTLUFT	2'681'950	1'247'250	415	E	—		3	Ferm

E = Ebene
H = Hang
K = Kuppe
T = Terrasse

Rad-->Ferm = Wechsel während dem Jahr

Code	Belastungstyp	Immis-sionstyp µg m^{-3}	landwirtschaftliche Nutzung	Strassen-abstand	Verkehr DTV (% LKW)	Siedlungs-grösse	Abstand LW-Betrieb
CHA	Ländlich,	**1 – 3**	Wiesen, Weiden, Graswirtschaft	—	—	Einzelhöfe	
RIG	oberhalb 900 m ü. M.		Wiesen, Weiden	—	—	Einzelhöfe	
FRÜE			Wiesen, Weiden	—	—	Einzelhöfe	
ZB 01			Wiesen, Weiden	—	—	Einzelhof	
BA			Wiesen, Weiden, Graswirtschaft	—	—	Einzelhöfe	140
ZIGE			Wiesen, Weiden	—	—	Einzelhöfe	
AIO			Landwirtschaft	—		Einzelhöfe	90
SARE	Ländlich,	1 – 3	—	—	—	Weiler	
SCH	unterhalb 900 m ü. M.		Weide, Schafe, seit 2013 Rinder	—	—	Einzelgebäude	
RAF			Obstgarten, Ackerbau	—	—	kleines Dorf, Einzelhof	35
BAI			Ackerbau, Wiesen?	—	—	—	
BRIS			Wiese, Landwirtschaft	—	—	Einzelhöfe	
VTG			extensive Bewirtschaftung	—	—	Kleinstadt	
HUD 3			Landwirtschaft, Naturschutzgebiet	—	—	—	
KNB			Ackerbau, Wiesen	—	—	Einzelhof, Weiler??	100
IEB			Wiesen, Weiden, wenig Ackerbau	—	—	kleines Dorf	
PAY	Ländlich,	3 – 5	Grasland, Ackerbau	—	—	grosses Dorf	
OBS	unterhalb 900 m ü. M.		Weinbau, Graswirtschaft	100	?	kleines Dorf	
WTG1			Acker-, Gemüse-, Futter- und Obstbau	—	—	Einzelhof	
RO			Obst-, Graswirtschaft	—	—	Weiler	150
HEMO			Ackerbau, Tierwirtschaft, Wald	—	—	Weiler, Einzelhof	
VU01			Gras-/Weidewirtschaft, Ackerbau	—	—	Einzelhöfe, Industrie	
ILN 01			Ackerbau, Graswirtschaft	—	—	kleines Dorf	
SNB			Graswirtschaft	30 (Nebenstrasse)	?	Einzelhöfe	
BIR1			Wiesen, Weiden	—	—	Industrie, Einzelhof	
BENN			Wiese, Landwirtschaft	—	—	Weiler, Einzelhöfe	
STAD			Ackerbau	—		kleines Dorf, Einzelhof	
MI01			Ackerbau, Gras-, Weidewirtschaft	—	—	Weiler	
N14			Wiese, Landwirtschaft	150	27'500 (6%)	kleines Dorf	
DEB				10	?	Industrie, grosses Dorf	
FRAU			Wiesen, Weiden	—	—	Weiler	
HBL			intensive Landwirtschaft	—	—	—	
INWI			Wiesen, Weiden	—	—	Kleinstadt	
MAEM			Ackerbau, Tierwirtschaft	—	—	Einzelhöfe	145
AIG			Landwirtschaft, Naturschutzgebiet	—		Einzelhöfe	100
WAEN			Wiesen, Weiden	—	—	Weiler, Einzelhöfe	60
AIHA				—		Weiler, Einzelhof	
NEHU			Ackerbau, Tierwirtschaft	2	200	kleines Dorf, Einzelhof	70
TAE			intensive Landwirtschaft	—	—	grosses Dorf, Einzelhöfe	70
SZ-03			Wiesen, Weiden	180	?	grosses Dorf, Einzelhöfe	90
MÖN			Wiesen, Weiden, Obstbäume	—	—	Einzelhöfe	150
NMS	Ländlich,	5 – 8	Wiese, Landwirtschaft	—	—	kleines Dorf	
NE 03	unterhalb 900 m ü. M.		Ackerbau	—	—	grosses Dorf	
SHkl			Ackerbau, Obstbäume	—	—	—	
BSZ			Landwirtschaft	—	—	Kleines Dorf, Einzelhöfe	
KAP			Ackerbau, Wiesen, Weiden	—	—	Weiler	150
SAM2			Wiesen, Weiden	—	—	Weiler	
BRM			Wiesen, Ackerbau	—	—	Einzelhöfe	
GEF			Wiesen, Weiden	—		kleines Dorf	
NGS			Wiese, Landwirtschaft	280	10'980 (6%)	kleines Dorf	
MAG			Obst- u. Gemüseanbau	—	—	Einzelgebäude (Hof)?	80
NZI 01			Wiese, Landwirtschaft	—	—	Einzelhöfe	
WAU 16.4			Naturschutzgebiet, Wiesen	—	—	—	
MAU 01			int. Landwirtschaft, Acker, Obstbau	150	6'700 (<5%)	Weiler	
BAV			Wiesen, Kuhweide	ca. 60 zur Hauptstrasse	ca. 7'100	grosses Dorf, Einzelhöfe	
NEU 02			Weide, Acker	—	—	Einzelhöfe	
ZG-02			Wiesen, Weiden, Ackerbau	—	—	kleines Dorf, Einzelhöfe	
URI 01			offenes Wiesland, Futterbau, Weide	—	—	Einzelhöfe	120
EST			Wiesen, Ried	—	—	Einzelhof (ab 2013)	40
NW-02			Wiesen, Weiden	—	—	Industrie, grosses Dorf	
OW-02			Wiesen, Weiden	—	—	Weiler, Industrie	
HOL 01			Obstbau, Wiese	—	—	grosses Dorf, Einzelhof	85
SCHÜ 00			Wiesen, Weiden	—	—	grosses Dorf	
FRFE			Ackerbau, Tierwirtschaft	—	—	Einzelhöfe	140
LANG	Ländlich,	> 8	Wiesen, Ackerbau	100	?	kleines Dorf	
HÄG	unterhalb 900 m ü. M.		intensive Tierwirtschaft	—	—	Weiler, Einzelhof	120
ESCH 01			intensive Landwirtschaft	—	—	Einzelhöfe	135
APS			intensive Tierwirtschaft	—	—	Weiler, Einzehöfe	35
SIN3			Wiesen, Weiden	—	—	Weiler, Einzelhöfe	120
ESC 08			intensive Landwirtschaft	—	—	Einzelhöfe	150
WEIN			Wiesen, Ackerbau	—	—	Einzelhof	
WAU 13			sehr intensive Landwirtschaft	—	—	—	
WAEL			Grasland, Ackerbau	—	—	Weiler, Einzelhöfe	90
WIG	Ländlich, verkehrsbelaste	3 – 5		65	18500	grosses Dorf, bei Industrie	
SLI 01	Ländlich, verkehrsbelaste	5 – 8	keine	ca. 4	?	grosses Dorf	
NV4	Ländlich, an Autobahn	3 – 5	Wiese, Landwirtschaft	200	11'500, 6%	Industrie	
SIO			Obstbau	30	30'000 (5%)	Industrie	
HAE			intensive Landwirtschaft	20	75'000 (13.5%)	kleines Dorf	
BAS	Vorstädtisch	1 – 3	Parkanlage, Schrebergärten	200	Stadtverkehr	Stadt	
LUG	Städtisch	1 – 3	—	50	Stadtverkehr	Stadt	
SOAL	Städtisch, verkehrsbelas	1 – 3	Ackerbau, Graswirtschaft	25	10000	Kleinstadt	
RAP	Städtisch, verkehrsbelas	3 – 5	—	15	24'000 (6%)	Kleinstadt	
WIE			—	5	27'000 (5.5%) (Stand 2012)	Stadt	

Strassenabstand: — = > 200 m
Verkehr DTV: — = < 2000 Fahrzeuge

7.3 Jahres- und saisonale Mittelwerte der Standorte

Tab. 14 Ammoniakkonzentrationen

Die Werte sind aufgeführt, wenn mindestens über 85 % (Jahreswerte) oder 80 % (Saisonwerte) der Zeitspanne exponiert wurde.

Nr. (Karte Abb.1)	Code	Standort Name	Belastungstyp	Immissionstyp µg m³	Ammoniakkonzentration in Luft Jahresmittelwerte µg m³ 2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	CHA	Chaumont	Ländlich,	**1 – 3**	0.9	0.9	0.8	1.2	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	1.1	1.2	1.7	1.0	0.9	0.9	1.3	1.0	1.0	1.4
2	RIG	Rigi-Seebodenalp	oberhalb 900 m ü. M.		1.3	1.1	1.0	1.6	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.5	1.3	1.5	1.3	1.3	1.3	1.6	1.2	1.5	2.2
3	FRÜE	Früebüel										1.4	1.5	1.6	1.6	1.8	1.6	1.3	1.3	1.7	1.4	1.7	2.4
4	ZB 01	Zugerberg 1			2.5	1.7	1.6	2.3	1.4	1.6	1.8	1.9	1.8	1.8	1.6	1.8	1.6	1.2	1.4	1.9	1.8	1.9	2.4
5	BA	Bachtel			2.1	2.5	2.3	2.5	1.7	1.7	2.5	2.1	1.7	2.3	2.0	2.4	2.0	1.8	2.4	2.2	2.0	2.2	3.3
6	ZIGE	Zigerhüttli										2.1	1.9	2.1	2.0	2.3	2.2	2.0	2.3	2.1	2.3	2.2	3.1
7	AIO	St. Anton													2.6	2.6	2.4	1.9	2.7	2.5	2.7	2.7	3.8
8	SARE	Sagno Reservoir	Ländlich,	1 – 3															1.1	1.3	1.2	1.5	1.7
9	SCH	Schänis	unterhalb 900 m ü. M.		1.8		2.1	3.3	2.2	1.8	1.9	1.9	1.8	2.1	1.9	2.2	1.9	1.6	1.7	2.0	1.7	1.9	2.8
10	RAF	Rafzerfeld																1.4	1.9	2.2	1.6	2.2	2.6
11	BAI	Buch am Irchel																2.6	2.2	2.4	2.0	2.9	3.3
12	BRIS	Brislach																2.0	2.3	2.5	2.3	2.4	3.5
13	VTG	Gwatt												3.0	3.1	3.4	2.6	2.6	2.6	2.7	2.5	2.7	3.1
14	HUD 3	Hudelmoos 3				3.4	2.3	2.5	2.0	2.2	2.6	2.1	2.1	2.1	2.1	2.4	1.8	1.9	2.3	2.6	2.3	2.8	3.4
15	KNB	Küsnachter Berg																2.4	2.8	2.8	2.3	3.0	3.9
16	IEB	Bärau												3.3	2.9	3.5	2.5	2.5	2.5	2.9	2.7	3.1	3.4
17	PAY	Payerne	Ländlich,	3 – 5	3.4	2.6	2.2	3.3	3.5	3.4	3.3	3.0	2.9	3.5	3.3	3.8	3.2	2.5	2.4	3.1	2.5	2.9	3.5
18	OBS	Oberstammheim	unterhalb 900 m ü. M.															2.1	2.7	2.9	3.4	3.1	3.8
19	WTG1	Gimmiz Dach												4.0	3.9	4.6	3.7	3.2	3.2	3.3	2.9	3.2	3.9
20	RO	Root Michaelskreuz				3.2	2.9	3.5	3.5	4.0	3.8	3.3	3.1	3.7	3.2	3.6	3.0	2.7	2.8	3.0	2.7	3.2	4.5
21	HEMO	Hessigkofen Moosgasse														4.6	3.1	2.4	3.0	3.7	3.0	3.1	4.3
22	VU01	Vuisternens-en-Ogoz									3.1	3.0	3.0	3.9	3.3	4.2	3.3	3.3	3.8	4.1	3.1	3.1	4.5
23	ILN 01	Illnau Chrützegg																		3.9	3.2	4.0	4.2
24	SNB	Schönenberg																3.1	3.3	3.8	3.5	3.6	4.7
25	BIR1	Birrfeld 1													3.6	3.9	3.5	3.1	3.7	3.5	2.7	4.1	5.3
26	BENN	Bennwil																2.8	3.5	3.7	3.6	4.0	4.6
27	STAD	Stadel																2.9	3.1	4.0	3.1	4.5	4.9
28	MI01	Misery											3.7	4.6	3.8	4.8	3.7	3.4	4.1	4.4	3.4	4.5	4.4
29	N14	Ems Plarenga												3.7	4.1	5.6	3.9	4.0	3.9	3.8	3.8	4.5	4.6
30	DEB	Näfels																		4.5	4.0	3.8	4.8
31	FRAU	Kloster Frauental										3.6	3.5	3.5	3.3	4.3	3.7	3.7	4.1	4.5	3.8	4.0	4.9
32	HBL	Lotzwil												5.1	4.2	5.8	3.9	4.3	3.6	4.0	3.7	4.8	4.9
33	INWI	Inwil										4.0	3.9	4.7	4.1	4.6	4.1	3.8	3.4	4.2	3.7	4.2	5.4
34	MAEM	Matzendorf Emet														4.4	3.8	3.5	4.3	3.9	3.8	4.4	6.3
35	AIG	Gontenbad													4.8	4.7	4.2	3.7	3.8	4.2	3.9	4.7	6.1
36	WAEN	Wängi TG												6.1	5.1	6.4	5.3	3.5	3.6	4.0			5.5
37	AIHA	Haslen													5.5	6.1	5.7	5.0	4.6	4.7	4.1	4.4	6.0
38	NEHU	Neuendorf Hurtmatten														6.7	5.3	3.9	5.0	5.0	4.0	4.2	6.0
39	TAE	Tänikon			3.9	4.4	4.1	6.5	5.6	5.7	5.3	6.2	5.2	6.0	5.5	6.9	5.4	5.2	5.2	5.2	4.5	3.9	5.6
40	SZ-03	Rossmattli													4.7	6.4	5.4	4.1	3.8	5.1	4.7	3.9	5.6
41	MÖN	Mönchaltdorf																3.8	4.2	4.7	4.0	4.8	5.9
42	NMS	Malans	Ländlich,	5 – 8										5.3	3.9	5.1	6.9	4.3	3.4	4.7	4.9	5.1	5.6
43	NE 03	Le Landeron	unterhalb 900 m ü. M.														8.9	5.3	9.2	6.4	5.1	3.2	5.8
44	SHkl	Klettgau																3.8	4.1	5.0	4.3	4.7	6.6
45	BSZ	Ziegelbrücke																		5.4	4.7	4.6	6.0
46	KAP	Kappel am Albis																5.1	4.4	5.5	4.2	5.2	6.0
47	SAM2	Suhretal 2													5.2	6.0	5.1	4.5	4.8	5.1	4.8	5.4	6.4
48	BRM	Beromünster NABEL																				4.7	6.2
49	GEF	Gelfingen																			5.2	5.4	6.3
50	NGS	Grüsch Schwellenen														9.5	5.8	4.8	5.6	5.3	6.0	5.8	6.5
51	MAG	Magadino-Cadenazzo			3.5	3.3	3.7	4.3	4.2	4.3	4.7	4.2	3.7	4.0	3.5	5.6	5.4	4.7	4.3	5.6	4.8	5.5	7.8
52	NZI 01	Zizers Neulöser 1												5.8	5.0	5.6	5.9	4.5	4.0	6.2	5.9	5.3	6.5
53	WAU 16.4	Wauwil 16									5.5	5.0	4.7	6.4	6.6	7.4	6.2	5.1	5.5	6.0	5.5	5.6	6.9
54	MAU 01	Mauren 1			4.1	4.4	3.4	5.0	5.4	5.5	6.3	5.8	5.7	6.2	5.8	6.3	5.8	5.0	5.9	6.7	5.9	5.3	7.2
55	BAV	Balzers											6.3	5.5	5.5	6.4	5.3	6.5	5.6	6.0	5.3	5.7	8.2
56	NEU 02	Neudorf 2									6.4	4.2	4.2	4.7	5.2	6.1	5.5	5.5	5.6	6.2	5.9	5.8	7.4
57	ZG-02	Niederwil 2													7.3	8.1	6.5	5.4	6.8	6.3	5.9	6.2	7.0
58	URI 01	Uri 1													5.7	6.7	5.6	5.7	5.4	6.2	5.8	6.4	7.1
59	EST	Eschen											4.7	4.9	4.8	6.6	5.1	5.7	5.6	6.2	5.8	5.9	7.6
60	NW-02	Stans Galgenried Süd													7.1	8.2	6.9	6.6	6.3	6.9	6.3	6.4	7.4
61	OW-02	Obwalden 2													7.1	8.1	6.4	6.4	6.0	6.9	6.6	6.4	7.5
62	HOL 01	Holderhus 1			6.9	5.5	6.5	8.7	6.0	5.6	5.7	5.7	5.8	6.5	5.8	6.6	5.8	5.8	6.2	6.2	5.5	7.4	8.4
63	SCHÜ 00	Schüpfheim 0			4.9	4.1	5.3	6.9	6.1	5.7	5.6	5.6	5.4	6.6	6.7	7.2	5.5	5.7	6.1	6.8	6.4	5.9	8.5
64	FRFE	Frauenfeld													6.6	8.1	6.7	5.3	6.1	6.5		6.5	8.3
65	LANG	Langrickenbach TG	Ländlich,	> 8										7.2	6.6	8.1	7.3	5.6	6.7	7.7			8.4
66	HÄG	Häggenschwil	unterhalb 900 m ü. M.					9.4	8.0	7.5	8.6	7.1	6.9	7.5	7.0	7.9	7.0	5.5	6.5	9.4	7.2	7.4	8.5
67	ESCH 01	Eschlikon 1												8.6	7.5	9.5	7.3	6.2	8.4	8.3			9.0
68	APS	Ap.-Steinegg						11.9	8.8	9.6	10.9	9.5	8.7	9.4	8.1	9.5	8.7	7.3	7.5	8.4	7.5	8.3	10.6
69	SIN3	Freiamt 3													6.8	8.6	7.7	7.6	7.5	8.9	8.3	9.4	10.2
70	ESC 08	Eschenbach 8							7.0	7.6	8.7	7.7	7.3	7.5	7.6	8.9	7.2	6.6	8.9	8.7	8.2	9.9	11.6
71	WEIN	Weinfelden												8.0	8.2	9.3	7.3	7.0	9.3	8.4		9.0	11.9
72	WAU 13	Wauwil 13							10.1	9.6	10.4	8.2	9.0	10.2	9.9	10.9	10.3	9.2	9.0	10.0	9.5	9.8	10.9
73	WAEL	Wäldi TG												7.2	6.2	7.5	6.4	5.9	7.1	10.2			10.5
74	WIG	Netstal	Ländlich, verkehrsbelaste	3 – 5																3.5	3.1	3.0	4.0
75	SLI 01	Schaan 1	Ländlich, verkehrsbelaste	5 – 8													5.4	5.5	5.2	5.7	5.3	5.1	5.9
76	NV4	San Vittore	Ländlich, an Autobahn	3 – 5										5.4	3.9	4.4	4.4	2.7	2.6	3.4	2.5	2.9	3.6
77	SIO	Sion-Aeroport			4.8	4.2	4.6	4.8	4.4	4.2	4.3	4.0	4.0	4.5	3.9	4.6	3.9	3.9	3.9	4.2	3.8	3.8	3.9
78	HAE	Härkingen									4.9	4.5	4.5	5.1	4.9	5.2	4.1	3.8	4.4	5.0	4.4	4.7	5.6
79	BAS	Basel-Binningen	Vorstädtisch	1 – 3	1.7	1.5	1.3	2.2	2.0	1.9	2.3	1.9	2.0	2.2	2.3	2.5	2.1	1.9	2.2	2.5	2.0	2.4	3.6
80	LUG	Lugano	Städtisch	1 – 3	2.5	2.7	3.0	3.2	2.5	2.8	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.6	2.4	2.4	2.1	2.6	2.3	2.5	2.7
81	SOAL	Solothurn Altwyberhüsli	Städtisch, verkehrsbelast	1 – 3												2.9	2.5	2.1	2.0	2.3	2.4	1.9	3.0
82	RAP	Rapperswil	Städtisch, verkehrsbelast	3 – 5				3.9	4.0	3.8	3.8	3.3	3.5	3.8	3.5	4.0	3.5	3.2	3.3	3.7	3.2	3.4	4.2
83	WIE	Schimmelstrasse											5.6		4.2	5.1	4.3	4.0	3.9	4.1	3.9	4.0	5.3

Code	Ammoniakkonzentration in Luft Wintermittelwerte (Dez des Vorjahres, Jan, Feb) µg m^{-3}																				Ammoniakkonzentration in Luft Frühlingsmittelwerte (Mär, Apr, Mai) µg m^{-3}																	
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CHA	0.3	0.3	0.8	0.1	0.3	0.1	0.1	0.5	0.5	0.2	0.3	1.0	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	1.3	1.2	1.0	1.5	1.1	0.9	0.7	1.4	0.9	1.7	1.2	2.4	1.9	1.0	1.5	1.7	1.0	1.4	1.6
RIG	0.4	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.6	0.7	0.3	0.3	0.7	0.6	0.3	0.7	0.5	0.4	0.6	0.4	1.5	1.1	1.3	2.1	1.5	1.8	1.2	2.0	1.6	2.2	1.6	2.2	1.7	1.3	2.0	2.0	1.4	1.8	2.4
FRÜE									1.4	0.6	0.7	1.0	0.6	0.6	0.6		0.7	0.9	1.2								2.3	1.4	2.5	1.9	2.4	2.1	1.9	2.1	2.0	1.5	2.0	2.9
ZB 01	0.6		0.7	0.3	0.7	0.6	0.5	0.9	1.1	0.5	0.4	0.8	0.5	0.4	0.6	0.5	0.6	1.0	0.6	2.7	1.5	1.8	2.8	1.1	2.1	1.2	2.9	2.7	2.7	2.4	2.5	2.3	1.7	2.2	2.4	2.1	2.5	2.3
BA	0.6	1.5	1.2	0.4	0.5	0.8	0.5	1.3	1.2	0.6	0.7	1.1	0.6	0.5	0.7	0.7	1.0	1.1	0.9	2.8	2.2	2.9	3.9	1.7	2.4	2.6	4.0	2.0	3.3	2.4	3.5	3.1	2.2	3.3	2.6	2.2	2.8	3.5
ZIGE									1.3	0.6	0.8	1.3	0.7	0.8	1.1	1.0	1.4	1.4	1.1								3.3	2.1	2.7	2.5	2.9	3.1	2.6	3.5	2.4	2.6	2.9	3.6
AIO												1.5	0.8	0.9	1.4	0.9	1.3	1.6	1.0											3.0	3.5	3.5	2.5	4.2	3.0	4.8	3.4	4.4
SARE															0.3	0.2	0.5	0.5	0.2														1.2	1.2	1.4	1.3	1.8	1.6
p	0.7			1.1	1.0	1.0	0.7	1.5	1.6	1.1	0.8	1.6	1.2	0.8	0.8	0.7	0.9		0.8	2.4		2.6	3.3	2.7	2.4	1.9	2.8	2.0	2.7	2.7	2.7	2.8	2.0	2.6	2.7	2.0	2.4	2.9
RAF														0.7	1.0	0.8	0.9	1.0	1.2														1.7	2.8	2.6	2.2	3.1	3.6
BAI														1.7	1.0	1.0	1.1	1.2	0.8														3.5	3.2	3.0	2.7	5.0	5.1
BRIS														0.8	1.6	1.2	1.3	1.3	1.2														1.8	2.8	2.7	2.1	2.7	3.7
VTG										2.1	1.9	2.9	1.7	1.5	2.8	1.7	2.0	3.1	2.0										3.7	3.4	4.3	3.2	2.5	3.2	3.0	2.6	2.9	3.3
HUD 3			1.5	1.2	0.8	1.3	1.3	1.9	2.1	1.3	1.2	1.6	1.0	1.0	2.1	1.3	1.5	2.1	1.4		2.6	3.5	3.6	2.4	3.4	2.8	3.4	2.3	3.4	2.8	3.7	3.5	2.4	3.6	3.2	3.0	3.3	4.3
KNB														0.8	1.3	0.9	1.2	1.4	1.2														3.1	4.1	3.9	2.8	3.0	5.0
IEB										1.7	1.6	2.5	1.5	1.6	2.3	1.7	2.0	2.8	1.9										4.7	3.2	4.9	3.6	3.0	3.7	3.2	2.8	3.6	3.3
PAY	2.4	2.2	1.9	1.3	2.7	2.1	2.1	2.7	2.7	1.9	1.5	3.8	2.1	1.8	1.9	1.4	1.7	2.3	1.3	4.2	2.8	3.0	3.8	4.3	4.3	3.1	4.3	3.1	5.1	3.9	5.2	4.3	2.6	3.3	3.9	2.7	3.3	4.0
OBS														1.5	2.1	1.9	2.5	2.3	1.6														2.4	3.4	3.1	4.9	3.8	5.1
WTG1										2.0	2.0	3.5	1.9	1.9	2.3	2.0	1.7	2.2	1.5										5.4	4.3	6.1	4.6	3.2	4.2	3.8	3.1	3.7	4.3
RO			1.3	0.8	1.2	1.6	1.7	2.3	2.2	1.6	1.4	2.3	1.3	1.3	1.6	1.2	1.0	1.9	1.6		3.8	3.9	4.8	4.0	5.9	4.2	4.9	3.1	5.4	4.3	5.3	4.0	3.2	4.0	3.9	3.4	4.1	5.3
HEMO													1.4	1.3	1.5	1.0	1.3	1.4	1.6												5.6	4.9	2.7	3.9	4.5	3.4	3.3	5.5
VU01							2.2	2.6	2.7	1.9	1.3	3.0	1.6	1.5	2.2	1.4	1.7	3.3	1.7							2.2	3.9	2.8	4.8	3.8	5.2	4.5	3.2	5.5	6.3	3.6	3.7	5.4
ILN 01																1.5	2.0	2.0	1.4																3.8	3.3	4.8	5.2
SNB														1.4	2.4	1.8	2.6	2.6	2.5														3.3	4.2	3.9	3.5	4.1	5.0
BIR1												2.8	2.3	1.4	2.0	1.7	1.0	1.8	1.0											4.0	5.5	4.9	3.9	5.6	5.3	3.6	7.5	5.5
BENN														1.6	2.4	2.0	2.7	3.2	2.1														3.1	3.7	4.1	3.3	4.0	5.0
STAD														1.3	2.2	1.4	1.8	2.3	1.6														3.8		5.2	4.1	7.3	5.8
MI01									3.3	3.9	1.9	3.7	2.4	2.2	2.8	1.9	2.1	3.2	2.1									3.6	6.1	4.6	6.3	5.3	3.4	4.4	4.7	3.1	3.8	4.8
N14											3.1	5.8	2.5	2.7	3.4	2.6	3.0	4.1	1.9										5.4	4.6	9.8	5.5	4.5	5.9	4.5	4.0	5.3	5.2
DEB																	2.8	4.2	2.4																5.8	5.0	5.5	5.8
FRAU									3.0	2.3	2.1	2.8	1.9	2.2	3.0	2.6	2.8	3.1	2.3								4.8	3.7	4.5	3.9	5.5	4.7	3.7	5.1	5.2	4.0	4.5	5.2
HBL										2.2	1.9	3.6	2.4	2.1	3.9	1.9	2.1	3.3	2.4										7.1	5.3	7.1	5.8	4.1	4.8	4.5	4.1	4.9	6.0
INWI									3.7	2.6	2.8	3.4	2.2	1.9	3.0	2.1	2.4	3.4	2.5								5.2	3.6	6.0	4.4	5.4	5.0	4.0	4.2	5.0	3.7	4.6	5.9
MAEM													2.1	2.2	3.7	2.5	2.8	3.7	3.0												6.5	5.2	3.7	4.9	5.2	3.8	5.5	6.4
AIG												3.1	1.7	2.2	3.2	1.7	2.0	2.7	2.5											5.6	5.7	4.9	3.8	5.0	4.6	3.6	6.2	6.9
WAEN										2.5	2.8	4.2	2.2	2.3	2.9	1.4													7.7	5.5	7.8	6.9	3.6	4.1	4.8			5.4
AIHA												4.9	2.9	3.3	3.4	2.4	2.7	3.1	3.1											6.6	7.6	7.6	6.4	5.3	5.0	4.2	4.7	7.7
NEHU													2.9	2.7	3.5	2.6	2.6	3.3	3.4												9.4	8.5	4.6	6.2	7.2	4.4	4.6	6.9
TAE	2.6	4.0	3.1	3.9	4.2	4.1	3.0	4.7	5.3	4.2	3.9	6.0	3.7	2.8	4.9	2.9	2.7	3.6	2.0	4.5	5.4	5.6	7.6	6.9	6.5	4.7	9.0	5.9	7.9	6.6	9.7	7.5	5.5	7.0	7.1	6.1	4.9	6.5
SZ-03												6.7	2.9	3.9		3.0	4.0	4.4	2.8											4.6	6.3	5.9	4.2	4.9	5.7	5.2	4.2	5.7
MÖN														2.1	3.6	2.2	2.7	3.4	2.6														4.3	6.0	5.7	4.4	5.6	6.6
NMS											3.0	4.0	2.1	1.9	3.5	2.3	3.4	5.7											9.1	4.5	6.2	15.2	6.7	4.3	7.3	4.9	6.6	6.2
NE 03													1.6	2.2	2.1	1.6	2.5	3.1	3.3													18.2	4.1	10.1	8.7	4.5	3.1	6.0
SHKl														2.6	3.3		2.7	4.0	2.4														4.3	5.7	5.4	3.6	5.5	
BSZ																	3.7	5.7	3.5																5.9	5.1	5.6	6.6
KAP														3.6	5.7	3.7	3.4	3.7	2.8														5.5	5.3	6.8	4.3	5.1	6.1
SAM2												4.7	2.9	2.3	4.8	2.8	3.0	3.5	2.4											6.0	7.9	6.7	5.0	6.4	6.4	5.5	5.3	7.9
BRM																			3.0																		5.0	7.8
GEF																		3.2	1.7																	4.1	5.9	6.9
NGS												6.9	5.2	3.0	4.8	5.3		7.7	5.5												12.4	8.0	7.6	6.3	6.4	7.5	7.4	8.6
MAG	3.7	3.0	5.5	3.7	3.4	4.3	5.4	5.5	5.0	3.4	3.5	4.7	6.0	4.3	4.2	5.0	7.0	8.3	8.4	3.0	2.5	2.9	4.6	3.1	3.6	3.9	4.4	2.7	3.0	2.7	4.2	5.4	3.3	4.7	4.1	3.4	4.4	6.0
NZI 01											2.9	5.7	6.0	2.0	3.0	2.8	4.0	5.1	3.7										8.8	7.2	6.7	6.6	6.7	5.1	10.3	8.2	6.9	9.6
WAU 16.4								4.6	5.3	4.5	4.5	6.9	3.5	3.6	5.6	3.4	4.5	5.1	3.2							4.2	6.4	4.1	8.0	7.4	8.9	8.1	5.1	7.0	6.9	5.4	6.0	8.0
MAU 01	2.7		2.9	2.7	4.3	3.2	3.2	4.4	7.6	3.4	4.0	5.5	2.7	2.9	5.0	3.4	5.0	4.5	3.0	5.3	4.9	3.9	7.1	6.0	6.7	6.9	8.3	4.8	8.4	7.5	8.7	8.2	5.7	6.6	7.7	6.2	6.4	8.6
BAV										6.5	4.2	5.1	3.9	3.4	5.6	3.0	4.0	4.9	3.5									6.4	6.2	6.4	7.9	6.7	7.9	6.9	7.0	4.4	6.3	8.5
NEU 02								3.4	3.9	2.3	2.5	4.3	2.2	2.3	4.4	2.5	3.3	3.8	2.8							6.7	5.6	4.7	6.4	5.9	7.8	6.8	6.0	7.2	8.0	6.4	6.9	7.7
ZG-02												6.7	4.8	4.4	7.0	4.7	4.5	5.5	3.8											7.8	11.0	9.2	5.8	8.4	7.9	7.7	7.7	8.9
URI 01												5.0	3.9	4.0	5.9	4.4	7.3	6.5	4.7											6.7	7.5	7.3	5.6	5.7	5.6	4.5	6.4	7.0
EST										4.2	4.3	6.7	4.4		6.5	3.6	5.2	6.6	3.0									4.0	5.8	5.3	8.2	6.7		6.6	5.7	5.8	6.1	6.5
NW-02												6.3	4.0	3.9	6.0	4.3	5.5	5.4	4.3											8.0	9.8	8.4	6.5	7.4	7.3	6.8	7.2	8.5
OW-02												8.5	4.1	4.6	9.2	4.5	6.4	6.3	4.4											10.7	10.7	9.2	7.6	9.6	7.5	7.9	8.1	10.1
HOL 01	4.4		3.8	3.3	5.2	4.7	3.7	5.9	6.0	4.1	4.3	5.7	4.1	4.3	6.2	4.2	4.5	5.2	4.6	6.1	4.7	5.2	9.6	6.4	6.3	4.8	6.3	4.9	9.3	6.0	7.6	7.1	5.3	6.9	7.2	5.0	5.6	8.4
SCHÜ 00	3.4		3.1	2.3	3.7	4.4	3.8	4.0	5.2	4.2	4.4	5.1	3.0	3.6	4.8	3.4	4.0	5.8	3.7	7.8	4.2	8.8	9.2	7.4	7.2	4.9	8.7	5.2	8.7	9.5	10.1	8.0	6.7	7.7	8.4	8.6	8.0	9.6
FRFE											4.4	5.7	3.4	4.0	5.3	3.8			3.4											7.1	11.2	8.7	4.9	7.8	8.3		7.7	10.6
LANG										3.3	3.3	6.4	2.6	2.9	5.9	3.0													9.4	7.4	9.5	12.0	6.0	7.6	9.5			10.7
HÄG					4.6	6.2	2.6	5.4	6.0	3.4	3.7	4.5	2.7	2.7	4.6	2.9	5.6	4.6	4.5				10.7	7.2	8.2	7.7	10.3	6.1	9.2	6.5	11.7	8.8	5.0	7.9	8.5	7.8	7.2	10.0
ESCH 01										4.6	4.0	5.8	3.5	2.9	5.7	4.0													10.8	8.4	13.0	10.7	6.4	10.1	10.6			10.5
APS					6.0	5.2	6.2	6.9	6.5	5.6	5.5	5.9	5.5	4.2	6.2	4.2	5.1	6.3	3.9				15.6	8.9	10.5	9.1	13.6	8.1	11.9	10.0	10.9	12.2	8.0	10.2	8.6	5.1	10.7	12.9
SIN3												6.8	4.6	4.3	7.4	4.9	5.8	5.9	4.7											6.4	9.8	10.4	8.3	9.5	10.6	8.1	10.0	12.2
ESC 08						4.8	3.4	6.6	5.7	4.3	4.6	6.2	4.3	4.7	6.5	4.4	5.4	6.6	4.8					7.6	9.3	6.0	9.4	7.3	9.4	8.4	11.6	10.1	6.6	10.6	10.3	9.3	10.7	13.3
WEIN										3.3	4.4	5.7	3.1	3.4	7.7	3.8			4.1										10.9	10.8	14.7	11.7	7.5	11.0	10.8		11.1	14.5
WAU 13						7.0	6.1	7.9	7.7	6.5		9.0	5.1	6.0	7.7	5.3	5.4	8.6	6.1					11.4	12.2	8.5	12.2	8.9	14.2	12.3	14.3	12.6	10.1	11.6	12.6	9.9	10.4	14.1
WAEL										2.7	2.8	4.7	2.4	3.4	5.4	6.0													10.4	8.0	11.0	10.5	7.5	10.8	12.4			9.7
WIG																	3.0	3.9	2.2																4.0	3.3	3.7	4.3
SLI 01													3.6	4.4	5.6	4.4	4.9	5.8	4.1													6.0	5.7	5.7	5.9	4.9	5.6	6.1
NV4											6.5	6.3	7.2	4.8	2.0	3.6	4.5	4.0	2.6										5.2	3.9	4.3	4.7	2.0	3.6	2.5	1.8	3.0	3.1
SIO	6.4		7.3	5.1	4.8	6.0	5.0	5.6	5.7	5.1	4.2	5.5	3.9	3.6	5.5	3.7	4.3	5.5	3.3	4.1	3.4	3.9	4.9	3.9	4.0	3.1	4.1	3.3	4.3	3.6	4.5	3.8	3.3	4.0	3.9	3.1	3.4	3.4
HAE							3.1	4.1	4.0	3.6	3.6	5.0	3.0	2.6	3.8	3.5	3.5	3.9	3.1							4.6	6.9	4.2	5.5	5.6	6.2	5.0	4.3	5.4	6.0	4.5	4.5	7.0
BAS	0.7		0.6	0.5	1.0	1.0	1.0	1.4	1.6	1.0	0.9	1.4	1.3	0.9	1.4	0.9	1.1	1.4	1.0	2.0	1.4	1.4	2.8	2.1	1.9	2.7	2.8	2.2	3.0	2.6	3.3	3.0	2.0	2.8	2.9	1.9	2.9	4.8
LUG	2.2		2.4	1.9	2.1	2.1	2.2	2.5	2.1	1.6	1.4	1.7	1.9	1.5	1.6	1.4	2.3	1.9	1.4	2.5	3.0	2.9	3.5	2.1	2.9	2.5	3.3	2.5	2.3	2.0	2.8	2.4	2.0	2.3	2.6	2.3	2.8	2.5
SOAL													1.3	1.1	1.5	1.1	1.3	1.2	1.4												3.9	3.0	2.4	2.7	2.9	2.1	2.4	3.2
RAP				1.7	2.8	3.3	2.2	3.3	3.5	2.5	2.1	3.4	2.3	2.0	3.0	2.1	2.7	2.9	2.0					3.9	4.4	2.9	3.9	3.4	4.5	3.6	4.7	4.3	3.1	3.7	3.8	2.9	3.6	4.3
WIE												4.2	2.9	2.8	3.7	2.9	3.1	3.5	3.0									5.3		4.0	6.0	5.0	3.8	4.4	4.3	3.8	4.4	5.1

Code	Ammoniakkonzentration in Luft Sommermittelwerte (Jun, Jul, Aug) µg m³																				Ammoniakkonzentration in Luft Herbstmittelwerte (Sep, Okt, Nov) µg m³																		
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CHA	1.0	1.5	1.0	2.1	1.2	1.2	1.4	0.9	1.1	1.4	1.5	1.2	1.3	1.5	1.0	1.8	1.4	1.4	2.2	0.7	0.8	0.7	0.4	0.9	0.7	0.8	0.9	1.0	0.6	1.0	1.9	2.1	0.8	0.6	0.7	1.3	1.2	1.0	1.6
RIG	2.0	2.1	1.7	3.1	2.1	1.9	2.6	1.8	1.8	2.2	2.2	1.8	2.0	2.3	1.6	2.6	2.0	2.5	3.4	1.2	1.3	0.8	0.6	1.0	1.3	1.2	1.5	0.9	1.1	1.3	1.2	1.3	1.0	1.2	1.0	1.3	1.2	1.1	2.5
FRÜE								1.4	2.1	2.0	2.5	1.7	2.1	1.8	1.0	2.2	1.8	2.3	3.1									1.1	1.1	1.3	1.5	2.0	1.4	0.8	1.3	2.0	1.5	1.8	2.3
ZB 01	3.6	2.7	2.5	4.5	2.3	2.3	3.6	2.2	2.3	2.3	2.0	1.9	2.4	1.9	1.6	2.8	2.6	2.7	3.4		3.1	1.6	1.6	1.6	1.7	1.5	1.8	1.6	1.3	1.9	1.4	1.8	1.3	0.9	1.3	1.9	1.5	1.5	2.9
BA	2.7	4.4	4.0	4.0	2.5	2.1	4.3	2.0	2.1	3.2	3.2	2.4	2.6	3.0	3.0	3.0	2.6	2.6	5.2		1.8	2.6	1.0	1.5	1.7	1.8	2.3	1.4	1.6	1.8	1.7	2.3	1.8	1.5	2.3	2.4	2.1	2.4	3.3
ZIGE								1.9	2.5	2.7	2.7	2.2	2.8	2.8	2.3	2.7	2.7	2.8	4.4									1.8	1.8	2.3	2.0	2.5	2.0	1.8	2.3	1.8	2.5	2.3	3.1
AIO											3.5	3.1	3.0	2.7	3.0	3.3	2.4	3.1	4.6												2.5	2.3	2.2	1.5	2.3	2.3	2.1	3.0	4.8
SARE														2.9	1.6	2.6	2.0	2.5	2.8															0.9	1.3	0.9	1.2	1.2	2.0
SCH	1.9		2.4	5.6	2.8	2.0	2.9	1.7	2.2	2.1	2.2	1.7	2.0	2.4	1.7	2.5	2.0	2.5	4.1		1.5		1.6	3.2	1.9	2.1	1.8	1.6	1.6	2.4	1.8	2.3	1.6	1.3	1.6	2.0	1.7	1.5	3.2
RAF													2.1	2.0	1.8	3.5	2.0	2.8	3.0														1.4	1.2	2.0	1.8	1.4	1.6	2.6
BAI													2.9	3.2	1.7	3.2	2.4	3.8	3.9														1.9	1.7	2.9	2.2	1.8	1.8	3.1
BRIS													2.7	3.6	2.8	2.9	2.9	2.5	4.5														2.3	1.7	2.3	2.9	2.7	3.1	4.3
VTG									2.6	2.8	3.2	2.5	2.9	2.9	2.4	3.1	2.4	3.2	3.4										2.4	3.2	3.9	3.9	2.7	2.5	2.7	2.9	2.6	2.7	3.6
HUD 3		6.3	3.2	3.6	2.7	2.5	3.4	1.7	2.3	2.0	2.2	2.0	1.8	2.2	2.3	3.0	2.3	4.0	4.3			2.9	1.2	1.7	1.7	1.7	2.7	1.4	1.6	1.6	2.0	2.2	1.1	1.5	1.6	2.8	2.2	2.4	3.3
KNB													3.8	3.3	3.4	3.3	2.8	4.1	4.5														1.7	2.0	2.3	3.0	2.1	3.8	4.5
IEB									3.2	3.3	3.6	2.5	2.8		2.1	3.2	2.9	3.6	4.5										2.3	3.4	3.1	3.8	2.1	2.3	2.3	3.2	2.5	3.1	3.7
PAY	3.6	3.5	2.8	4.8	3.9	4.1	4.1	2.8	3.3	3.7	4.3	3.3	3.9	3.6	2.2	4.0	3.1	3.6	4.6	3.4	3.4	2.3	1.5	2.4	3.4	3.1	3.7	2.6	2.4	3.3	3.0	3.4	2.6	2.1	2.3	2.9	2.4	2.7	4.0
OBS													3.1	2.7	2.8	3.6	3.6	3.9	4.8														2.3	1.7	2.5	2.8	2.4	2.7	3.7
WTG1									3.9	4.5	5.0	4.4	4.7	4.7	3.7	4.3	3.5	4.0	4.8									3.0	3.8	4.0	4.6	3.6	2.8	2.7	3.2	3.1	3.4	4.7
RO		4.5	4.1	5.8	4.8	5.4	5.2	2.9	4.2	4.4	4.1	3.3	4.3	4.0	2.9	3.9	3.3	4.6	5.9			2.5	2.0	2.6	3.7	3.4	3.9	3.1	2.9	3.3	3.0	3.4	2.7	2.2	2.5	3.2	2.6	2.5	4.8
HEMO												5.0	3.4	3.2	4.1	4.9	3.8	4.3	5.2													4.3	2.9	2.3	2.8	4.2	3.1	3.8	4.5
VU01							4.1	3.0	3.8	5.4	4.5	3.6	4.5	4.8	3.8	4.7	3.3	3.4	5.0								3.6	2.8	2.5	3.7	3.5	4.9	3.1	2.8	3.9	3.5	2.9	3.7	5.3
ILN 01																5.8	4.7	5.6	5.2																2.8	4.3	3.1	4.0	4.8
SNB													3.9	4.1	3.2	5.0	4.4	4.7	5.8														3.3	3.1	3.2		3.8		5.3
BIR1												3.9	4.0	3.7	5.3	4.2	3.0	4.8	7.2												3.2	3.5	3.2	2.5	2.1	2.9	2.8	2.9	6.8
BENN													3.5	3.7	3.3	4.2	4.0	4.3	4.9														3.6	2.7	4.6	3.9	4.6	5.0	6.1
STAD													3.8	4.1	3.9	4.4	3.1	4.8	5.1														2.8	2.2	3.4	4.7	3.3	3.8	6.6
MI01									4.3	5.4	4.7	4.8	4.3	4.5	3.3	6.8	4.5	6.2	5.6								3.7	2.8	3.7	3.9	4.5	3.1	2.8	6.3	3.9	3.2	5.3	5.2
N14										3.5	4.3	2.8	3.8	4.8	3.0	4.0	4.2	6.4	4.7										3.8	3.9	3.7	4.5	2.8	3.9	3.5	3.7	3.5	6.0
DEB											5.1	3.1		4.1	3.0	4.8	4.2	4.1	5.2																4.5	3.3	2.9	5.1
FRAU								3.6	4.3	3.8	4.2	4.5	4.8	4.9	4.8	5.9	4.8	5.2	6.5								3.1	2.9	3.5	2.9	4.2	3.2	3.7	3.6	4.0	3.7	3.5	5.4
HBL									6.3	5.8	5.6	4.7	4.3	6.2	3.5	4.8	4.6	8.2	5.8									4.5	4.9	4.2	7.9	3.5	3.5	3.2	4.7	3.6	3.9	5.2
INWI								4.0	4.5	5.2	5.4	4.2	5.8	5.1	3.0	5.4	4.3	5.3	6.5								3.8	3.8	4.7	4.2	5.3	3.6	3.8	3.7	4.1	3.8	4.3	6.3
MAEM												3.1	3.8	3.8	3.6	4.1	4.1	4.5	7.4													4.2	3.9	3.5	5.5		4.2	4.8	7.8
AIG											5.9	4.5	5.0	5.4	4.0	5.4	5.5	6.4	8.4												5.0	5.3	4.9	3.4	3.6	4.7	4.2	3.8	6.2
WAEN										7.5	7.0	7.0	6.6	4.7	3.7	4.9			6.9										4.7	6.4	5.3	6.6	5.5	3.2	4.2	4.3			7.0
AIHA											5.7	5.5	5.7	6.4	5.1	5.9	4.9	5.5	6.8												5.6	6.4	6.2	4.0	4.9	5.2	4.8	4.5	5.9
NEHU												6.1	5.8	3.7	5.0	5.8	4.3	5.3	6.9													6.5	4.1	4.0	5.6	4.6	4.4	4.1	6.4
TAE	3.7	4.0	4.2	7.9	5.6	6.4	6.5	6.0	4.8	5.9	6.2	5.1	5.1	6.1	4.4	5.7	4.7	4.8	6.4	4.9	4.8	4.1	2.8	6.6	5.9	6.4	6.3	5.7	5.0	5.7	5.5	7.3	5.7	5.4	4.9	5.1	4.2	3.7	6.8
SZ-03											5.1	4.5	6.0	4.6	2.9	5.3	4.2	4.3	5.6												5.8	7.8	6.4	3.7	3.6	5.7	5.1	4.4	7.5
MÖN													4.9	4.9	4.2	5.8	4.6	5.8	6.5														4.3	3.3	3.6	4.5	4.4	5.1	7.3
NMS										3.8	4.6	5.0	4.6	3.6	3.5	4.7	5.7	5.5	5.4											5.1	3.4	4.8	6.5	3.6	3.5	3.9	4.7	2.9	6.4
NE 03													10.8	9.4	22.2	11.1	10.6	3.7	8.5														5.5	5.0	2.5	3.7	3.3	3.1	5.2
SHKI													4.8	4.7	3.6	6.2	5.6	6.5	7.1														4.4	3.4	4.0	5.3	4.3	4.1	6.5
BSZ											4.9	3.8		3.1	3.1	5.1	3.8	5.0	6.5																6.5	4.8	4.2	7.1
KAP													5.2	5.8	3.6	6.3	4.9	6.4	7.9														4.7	4.3	3.6	4.9	4.7	6.2	7.1
SAM2											5.8	4.8	5.6	5.2	4.0	5.9	5.6	7.3	7.1												5.1	6.5	5.4	4.1	5.1	4.9	5.0	5.8	8.0
BRM																		5.9	6.9																			4.8	7.0
GEF																	8.0	6.6	7.8																		6.2	6.2	8.2
NGS												7.1	3.9	3.5	2.9	3.1	3.0	4.1	4.4												6.9	9.5	9.1	3.9	7.4	7.5	7.4	6.1	7.8
MAG	3.7	4.0	3.9	5.4	4.5	4.4	4.0	3.3	4.0	4.0	4.3	4.4	6.5	5.2	3.1	5.1	3.9	5.1	5.7	3.6	3.5	3.4	3.1	3.5	4.9	4.7	5.4	4.0	3.9	5.6	3.8	7.4	5.1	5.8	4.9	6.3	5.2	5.4	10.1
NZI 01										4.2	5.5	4.5	7.6	4.9	3.4	5.4	5.4	5.3	5.6											7.1	3.9	4.8	4.5	3.3	4.8	5.6	5.3	5.3	6.9
WAU 16.4							6.6	4.2	5.1	5.6	6.8	6.1	7.2	6.2	4.6	6.3	5.9	6.6	7.9								6.9	5.2	4.3	6.7	7.4	7.9	6.0	4.8	5.6	6.7	6.0	5.9	8.1
MAU 01	4.4	5.0	3.7	6.1	5.6	6.1	8.5	5.7	5.2	5.2	6.2	4.2	6.1	6.5	6.3	6.9	6.1	5.4	8.5	3.9		3.5	2.5	3.8	5.4	5.6	6.8	5.0	5.2	7.3	5.5	6.9	6.0	4.4	5.8	7.4	7.2	6.0	7.9
BAV									5.0	5.4	6.5	4.8	6.2	6.4	5.6	7.4	7.0	7.0	8.5									5.4	6.0	5.0	7.1	4.9	6.8	5.5	5.7	5.6	5.9	9.1
NEU 02							6.6	4.2	4.7	5.0	7.0	6.3	6.7	7.4	4.8	7.0	8.6	7.0	9.5								8.2	4.1	3.7	4.9	5.2	5.9	6.2	5.2	6.6	6.7	5.3	6.4	8.9
ZG-02											8.0	7.0	6.5	6.1	5.5	5.5	5.0	6.5	7.1												6.3	7.7	5.5	4.6	6.9	6.7	6.1	6.6	8.0
URI 01											6.3	5.0	5.9	6.6	4.2	5.9	5.6	6.5	7.5												5.8	8.5	5.6	5.4	6.5	7.0	7.1	6.9	9.0
EST									5.5	4.4	4.8	3.8	4.9	6.4	5.6	6.9	4.8	7.9	7.8										3.8	5.4	4.5	7.3		5.5	4.7	7.8	6.2	5.8	11.5
NW-02											7.9	7.4	7.7	7.8	5.0	7.1	6.2	6.7	8.4												7.7	9.0	7.5	7.3	7.5	8.1	6.9	7.5	8.1
OW-02											6.2	4.1	5.6	5.4	3.1	6.6	5.4	5.8	7.2												5.9	8.1	6.6	5.3	4.9	7.3	6.9	7.0	8.1
HOL 01	9.6	9.2	11.6	11.8	6.3	5.8	7.0	5.0	6.3	5.9	6.5	5.8	6.5	6.5	6.0	6.6	6.2	14.5	12.3		7.2	3.2	5.6	9.4	6.1	6.3	6.7	5.8	6.2	6.5	6.6	6.8	5.4	6.3	6.5	6.6	5.7	5.4	7.6
SCHÜ 00	4.4	5.5	5.8	9.4	6.3	5.7	6.9	5.0	5.7	6.7	7.2	5.8	6.4	6.2	5.6	8.0	6.0	5.9	10.0	4.7	4.2	3.6	3.4	5.8	6.4	6.2	6.3	4.8	5.6	6.5	5.6	7.8	4.8	5.5	6.7	6.6	5.8	5.7	10.0
FRFE											8.3	7.0	7.4	7.4	5.9	7.4		8.5	9.8											6.8	6.9	8.7	6.6	4.6	5.9	6.3		6.1	8.7
LANG										8.6	8.9	7.5	8.2	7.6	6.0	8.0			9.6										6.8	7.1	6.7	8.9	6.2	5.4	7.7	9.9			9.5
HÄG				13.5	10.7	11.3	14.0	7.0	8.8	10.3	11.3	6.9	9.4	9.2	7.4	12.6	7.4	9.8	9.9					8.6	6.8	7.3	9.3	6.4	6.4	7.0	6.7	8.3	7.1	4.7	6.2	11.2	9.5	8.5	9.6
ESCH 01										10.1	9.2	9.1	8.3	8.9	9.3	10.4			9.9										7.1	8.8	8.2	9.9	6.6	5.4	9.1	7.1			12.1
APS				13.0	10.9	9.9	15.0	10.0	10.1	10.4	8.3	8.7	9.2	8.9	7.5	9.8	11.2	9.8	11.2					12.7	10.4	12.2	12.6	8.4	10.4	9.7	8.5	11.4	8.7	7.2	7.7	9.7	8.9	7.2	13.9
SIN3											8.3	8.2	8.4	9.9	6.8	11.0	11.1	12.2	12.9												6.8	9.5	7.5	6.6	7.4	8.2	8.5	10.2	11.0
ESC 08					6.9	8.0	11.6	7.8	9.0	7.8	9.4	7.4	7.8	7.7	7.6	9.6	9.0	10.7	13.1						8.4	8.8	13.3	7.8	6.9	8.3	7.7	10.3	6.5	6.4	11.8	10.0	8.8	12.5	14.4
WEIN										8.4	10.6	8.5	7.4	9.2	9.7	10.2		10.7	15.3										6.5	8.6	7.8	8.5	6.8	7.2	9.2	8.2		10.3	13.0
WAU 13					9.7	9.1	13.2	6.8	10.7	8.0	10.0	8.6	14.8	10.9	7.9	11.6	9.7	13.1	11.2						11.7	10.4	13.4	7.6	8.2	11.2	9.6	11.6	8.7	8.4	10.0	10.1	11.5	9.6	11.7
WAEL										7.7	7.6	6.9	6.3	7.3	5.1	7.9			12.1										5.9	7.5	6.3	7.3	6.3	4.5	7.9	10.0			13.5
WIG											3.1	2.8		2.3	2.3	3.4	2.5	3.3	4.3																	3.7	2.9	2.7	4.7
SLI 01													6.1	5.7	4.8	6.2	5.4	5.5	6.8													6.1	5.6	5.5	5.3	5.8	5.4	4.8	6.6
NV4										3.9	3.0	2.4	2.1	1.7	1.3	3.8	2.3	3.0	3.5											4.0	2.4	3.6	4.5	2.7	2.5	2.6	2.2	2.7	4.1
SIO	3.5	3.7	3.4	5.0	3.7	3.6	3.6	2.9	3.3	3.9	3.8	3.3	3.8	3.6	3.2	4.1	3.6	3.8	4.3	5.2		4.6	3.9	4.2	4.7	4.4	4.9	3.8	4.1	4.6	3.9	5.0	4.4	3.8	4.0	4.3	3.7	3.9	4.5
HAE						5.0	5.6	3.9	5.0	5.3	5.3	4.9	4.6	4.0	4.2	5.1	4.9	6.3	6.0							5.4	6.0	3.8	4.4	5.9	5.0	5.1	4.0	3.7	4.2	5.2	4.7	4.7	6.4
BAS	2.1	2.5	2.1	4.0	2.9	2.9	3.1	2.1	2.7	2.9	3.5	3.0	2.8	2.9	3.2	3.5	2.8	3.3	4.4	1.7		1.1	1.0	1.4	2.1	2.0	2.1	1.5	1.7	1.9	2.0	2.3	1.6	1.6	1.6	2.3	2.2	2.4	4.0
LUG	3.1	3.6	3.6	4.4	3.2	3.7	3.8	2.9	3.0	3.1	3.3	2.9	3.3	3.4	2.4	3.6	2.7	3.2	3.7	2.4		2.4	3.0	2.7	2.5	2.6	2.9	2.3	2.4	2.2	2.1	2.4	2.4	2.2	2.1	2.4	2.2	2.2	3.0
SOAL												2.7	3.6	2.9	1.8	3.2	4.1	2.6	3.8													2.7		1.7	1.9	2.0	1.7	2.1	3.2
RAP				5.8	4.5	4.2	5.0	3.1	3.8	4.3	4.4	3.5	4.0	4.3	3.2	4.6	3.7	4.3	5.3					3.7	4.4	4.2	4.7	3.1	3.4	4.0	3.8	4.2	3.4	3.0	3.3	4.0	3.3	3.4	4.9
WIE									6.0		4.8	4.6	5.0	4.7	3.5	4.7	4.4	4.6	6.3										5.6		5.1	5.9	4.4	4.0	4.3	4.4	4.2	4.0	6.1

7.4 Standorte der regionalen Messnetze

Tab. 15 Standortbeschreibung und Jahreswerte tabellarisch
Beschreibung der Standorte aus Kapitel 4.7 Regionale Messnetze, sortiert nach Region.

Nr. (Karte Abb.1)	Code	Standort Name	Kt. / Land	Stations-betreiber	Koordinaten E km	Koordinaten N km	Höhe m ü.M.	Relief	Expo-sition	Höhe Sammler ü. Boden m	Belastungstyp	Immis-sionstyp µg m^{-3}
	AEAE	Aetigkofen Aenerfeld	SO	Kt. SO	2'601'879	1'218'936	625	H	—	4	Land, < 900 m	1 – 3
	HEHI	Hessigkofen Hinterfeld	SO	Kt. SO	2'600'992	1'220'114	601	E	—	4	Land, < 900 m	3 – 5
21	HEMO	Hessigkofen Moosgasse	SO	Kt. SO	2'601'471	1'220'742	605	E	—	4	Land, < 900 m	3 – 5
	MUWA	Mühledorf Wasserreservoir	SO	Kt. SO	2'602'101	1'220'637	619	K	—	4	Land, < 900 m	1 – 3
	EGWA	Egerkingen Waro	SO	Kt. SO	2'627'482	1'240'932	434	E	—	4	Land, Verkehr	5 – 8
	GUWI	Gunzgen Winkel	SO	Kt. SO	2'629'072	1'241'113	429	E	—	4	Land, < 900 m	3 – 5
	HAGN	Hägendorf Gnöd	SO	Kt. SO	2'629'822	1'243'741	590	T	—	4	Land, Autobahn	1 – 3
38	NEHU	Neuendorf Hurtmatten	SO	Kt. SO	2'627'257	1'239'509	435	E	—	4	Land, < 900 m	3 – 5
	MACH	Matzendorf Chuehölzli	SO	Kt. SO	2'613'721	1'239'016	521	T	—	4	Land, < 900 m	3 – 5
34	MAEM	Matzendorf Emet	SO	Kt. SO	2'614'279	1'240'205	594	K	—	4	Land, < 900 m	3 – 5
	MAST	Matzendorf Strickler	SO	Kt. SO	2'613'268	1'240'102	602	H	—	4	Land, < 900 m	1 – 3
	WTGN	Gimmiz Nord	BE	Kt. BE	2'585'777	1'211'848	444	E	—	3.3	Land, < 900 m	5 – 8
	WTGS	Gimmiz Süd	BE	Kt. BE	2'585'417	1'211'024	444	E	—	3.3	Land, < 900 m	3 – 5
	WTGW	Gimmiz West	BE	Kt. BE	2'585'039	1'211'522	444	E	—	3.3	Land, < 900 m	3 – 5
19	WTG1	Gimmiz Dach	BE	Kt. BE	2'585'511	1'211'410	444	E	—	30	Land, < 900 m	3 – 5

E = Ebene
H = Hang
K = Kuppe
T = Terrasse

Code	landwirtschaftliche Nutzung	Strassen-abstand	Verkehr DTV (% LKW)	Siedlungs-grösse	Ammoniakkonzentration in Luft Jahresmittelwerte µg m^{-3} 2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
AEAE	Ackerbau, Tierwirtschaft, Wald	—	—	Weiler		3.7	3.0	2.6	2.6	2.9	2.6	2.5	3.1
HEHI	Ackerbau, Tierwirtschaft, Wald	—	—	Einzelhöfe		5.0	3.4	3.2	3.1	4.0	3.4	3.4	5.4
HEMO	Ackerbau, Tierwirtschaft, Wald	—	—	Weiler, Einzelhof		4.6	3.1	2.4	3.0	3.7	3.0	3.1	4.3
MUWA	Ackerbau, Tierwirtschaft, Wald	—	—	Einzelhöfe		3.6	2.5	2.2	2.2	2.8	2.4	2.5	3.2
EGWA	Ackerbau, Tierwirtschaft	2	14000	grosses Dorf		6.3	5.2	4.5	5.4	5.4	5.0	4.8	5.7
GUWI	Ackerbau, Tierwirtschaft	—	—	kleines Dorf		4.0	3.2	2.9	3.2	3.9	4.0	3.8	4.5
HAGN	Ackerbau, Tierwirtschaft, Wald	ca. 130 zur Autobahn	45000	Weiler		1.8	1.4	1.1	1.6	1.8	1.4	1.6	2.5
NEHU	Ackerbau, Tierwirtschaft	2	200	kleines Dorf, Einzelhof		6.7	5.3	3.9	5.0	5.0	4.0	4.2	6.0
MACH	Ackerbau, Tierwirtschaft	—	—	Einzelhöfe		4.1	3.6	2.9	3.7	3.8	4.0	3.6	4.1
MAEM	Ackerbau, Tierwirtschaft	—	—	Einzelhöfe		4.4	3.8	3.5	4.3	3.9	3.8	4.4	6.3
MAST	Ackerbau, Tierwirtschaft	—	—	Einzelhöfe		3.2	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9	2.6	3.5
WTGN	Acker-, Gemüse-, Futter- und Obstbau	—	—	Einzelhöfe	6.3	7.3	6.0	4.9	5.7	5.8	5.0	5.6	6.0
WTGS	Acker-, Gemüse-, Futter- und Obstbau	—	—	Weiler, Einzelhof	4.5	5.5	4.5	3.5	3.7	3.9	3.3	3.7	4.4
WTGW	Acker-, Gemüse-, Futter- und Obstbau	—	—	Weiler		6.4	5.3	4.5	4.7	4.8	4.1	4.8	4.8
WTG1	Acker-, Gemüse-, Futter- und Obstbau	—	—	Einzelhof	3.9	4.6	3.7	3.2	3.2	3.3	2.9	3.2	3.9

Strassenabstand: — = > 200 m
Verkehr DTV: — = < 2000 Fahrzeuge

8 Glossar

Aerosole	Gemische aus festen und/oder flüssigen Schwebeteilchen in der Luft
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFS	Bundesamt für Statistik
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
Boxplot	Diagramm zur grafischen Darstellung der Verteilung von Resultaten, zur Vermittlung in welchem Bereich die Daten liegen und wie sie sich über diesen Bereich verteilen.
CLRTAP	Convention on Long-range Transboundary Air Pollution
Critical Levels	Konzentration bzw. Dosis eines Schadstoffes in der Atmosphäre, bei deren Überschreitung nachteilige Effekte bei Pflanzen, Tieren oder Menschen auftreten können.
Critical Loads	Kritische Belastungsgrenzen, bei deren Überschreitung negative Veränderungen an verschiedenen Ökosystemen (z.B. Wälder, Moore) auftreten.
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme; Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe
FOEN	Federal Office for the Environment (Englisch für BAFU)
GAW	Global Atmosphere Watch, Programm der WMO
LwG	Landwirtschaftsgesetz
NILU	Norwegian Institute for Air Research
Oligotroph	nährstoffarm (für Gewässer und Moore)
OSTLUFT	Die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone Appenzell-Innerrhoden, Appenzell-Ausserrhoden, Glarus, Graubünden (Teil), St. Gallen, Schaffhausen, Thurgau und Zürich und des Fürstentums Liechtenstein
PM1	Particulate Matter mit einem aerodynamischen Durchmesser von <1 µm, lungengängiger Feinstaub
PM10	Particulate Matter mit einem aerodynamischen Durchmesser von <10 µm, einatembarer Feinstaub
Quelle	Emissionsverursacher
Ressourcenprogramm	Förderung der nachhaltigen Stickstoff-Ressourcennutzung durch das BLW
Senke	Oberfläche an denen Stoffe abgelagert und so der Atmosphäre entzogen werden
swisstopo	Bundesamt für Landestopographie
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WMO	World Meteorological Organisation
ZUDK	Zentralschweizer Umweltdirektionen (Kantone Uri, Schwyz, Nidwalden, Obwalden, Luzern, Zug)