

Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2011 Messbericht

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, der OSTLUFT, der ZUDK, des Fürstentums Liechtenstein und der Kantone AI, AG, BE, FR, GR, LU, TG und ZG



Autorinnen:
Eva Seitler, Lotti Thöni

Juni 2012

Impressum

Auftraggeber

- BAFU Bundesamt für Umwelt
Abteilung Luftreinhaltung und NIS; Sektion Luftqualität
Rudolf Weber, Beat Achermann, Richard Ballaman
- OSTLUFT Zusammenschluss der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein zur gemeinsamen
Überwachung der Luftqualität, Projektgruppe N-Deposition:
Markus Meier, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Kanton Zürich
- uwe LU Umwelt und Energie Kanton Luzern, Abteilung Luft, Lärm und Energie
Peter Bucher
- sen/AfU FR Service de l'environnement Canton de Fribourg/ Amt für Umwelt Kanton Freiburg
Bernard Sturny
- AfU ZG Amt für Umweltschutz Zug, Luftreinhaltung Immissionen
Gabriele Llopart
- Beco Bern Immissionsschutz
Stefan Schär, Gerrit Nejedly
- AfU TG Amt für Umwelt Kanton Thurgau
Beat Baumgartner
- ANU GR Amt für Natur und Umwelt Kanton Graubünden
Hanspeter Lötscher
- ZUDK Zentralschweizer Umweltschutzdirektionen
Gabriele Llopart, Urs Eggenberger
- AfU AG Abteilung für Umwelt Kanton Aargau
Franziska Holzer Küng
- AfU AI Amt für Umwelt Kanton Appenzell Innerrhoden
Albert Kölbener
- Acontec AG, Schaan
Patrizia Hagspiel

Beteiligte Institutionen

- Empa Dübendorf, Abteilung Luftfremdstoffe/Umwelttechnik:
Christoph Hüglin, Robert Gehrig
- ART Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon, Reckenholz
Albrecht Neffel
- IAP Institut für Angewandte Pflanzenbiologie, Schönenbuch
Untersuchung auf Dauerbeobachtungsflächen
Sabine Braun
- WSL/LWF Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL),
Birmensdorf: Messungen auf LWF-Flächen (Langfristige Waldökosystemforschung)
Maria Schmitt, Anne Thimonier, Peter Waldner
- Meteotest Bern: Beat Rihm

Autorinnen

Eva Seitler, Lotti Thöni
FUB – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung
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.

Titelfoto

Standort ZG-02, Niederwil, Cham, Bild AfU Zug

Bezugsquelle

BAFU, Abteilung Luftreinhaltung und NIS, CH 3003 Bern

Download PDF: <http://www.bafu.admin.ch/luft/>

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung, Résumé, Summary	1
1.1	Zusammenfassung	1
1.2	Résumé	4
1.3	Summary	6
2	Einleitung	8
3	Methodisches	11
3.1	Messsystem	11
3.2	Empfehlung für Messstandorte	11
3.3	Standorteinteilung in Belastungstypen und Immissionstypen	12
3.4	Zeitraum der Messungen	12
3.5	Messstandorte im Überblick	12
3.6	Auswertung	15
3.6.1	Jahres-, Saison- und Monatsmittelwerte	15
3.6.2	Boxplots	15
4	Resultate	16
4.1	Langjährige Entwicklung der Ammoniak-Konzentrationen	16
4.1.1	Messungen an 16 Standorten seit 2000	16
4.1.2	Messungen an 24 Standorten seit 2004	18
4.1.3	Messungen an 36 Standorten seit 2008	20
4.2	Vergleich mit Critical Levels	22
4.3	Vergleich mit modellierten Konzentrationen	23
4.4	Zeitreihen der einzelnen Standorte	24
4.5	Jahresverläufe der Konzentrationen	42
5	Literatur	44
6	Anhang	46
6.1	Standortbeschreibung tabellarisch	46
6.2	Ammoniakkonzentrationen: Jahres- und saisonale Mittelwerte	48
7	Glossar	51

1 Zusammenfassung, Résumé, Summary

1.1 Zusammenfassung

Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz – 2000 bis 2011

Ammoniak ist ein wichtiger Bestandteil der Stickstoffbelastung von empfindlichen Ökosystemen und trägt wesentlich zur Überdüngung (Eutrophierung) und Versauerung solcher Systeme bei. Empfindliche Ökosysteme sind z.B. Wälder, Hoch- und Flachmoore, artenreiche Naturwiesen und Heidelandschaften. Ammoniak trägt aber auch zur Bildung von sekundärem Feinstaub bei, der negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit hat. Der Handlungsbedarf zur Minderung der Ammoniakbelastung in der Schweiz ist gross. Es ist deshalb wichtig die Belastungssituation und deren Entwicklung immissionsseitig zu überwachen.

Mit dem gemeinsamen Projekt des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), der OSTLUFT, der ZUDK (Zentralschweizer Umweltdirektionen) und der Kantone Appenzell-Innerrhoden, Aargau, Bern, Freiburg, Graubünden, Luzern, Thurgau und Zug wird die Immissionssituation von Ammoniak an verschiedenen Standorten in der Schweiz erfasst um Veränderungen über einen längeren Zeitraum beobachten zu können. Dabei soll auch die Entwicklung der Ammoniak-Konzentrationen im Jahresverlauf sowie die räumliche Variation zwischen unterschiedlichen Standorttypen aufgezeigt werden.

Die Ammoniakbelastung der Luft in der Schweiz wurde im Jahr 2011 an 64 Standorten mit Passivsammlern ganzjährig erfasst. An 36 der 64 Standorte wird mindestens seit 2008, an 24 der 64 Stationen wird die NH₃-Konzentration seit 2004, an 16 davon seit 2000 gemessen. An den anderen Standorten wurden die Messungen später aufgenommen. Die Standorte repräsentieren ganz unterschiedliche Belastungstypen und reichen von intensiver Viehwirtschaft bis hin zu extensiv bewirtschafteten Alpweiden, sowie verkehrsnahen und innerstädtischen Standorten.

Die Passivsammler werden von der "FUB - Forschungsstelle für Umweltbeobachtung" bereitgestellt und analysiert. Die Auswahl und Betreuung der Stationen erfolgt durch die Stationsbetreiber. Ammoniakmessungen können stark von lokalen Quellen oder Senken am Messort beeinflusst sein. Die Standorte müssen so ausgewählt und gepflegt werden, dass die freie Anströmbarkeit der Passivsammler jederzeit gewährleistet ist und die Messung nicht durch wechselnde Vegetation beeinflusst ist. Punktuelle Ammoniakmessungen mit Passivsammlern eignen sich gut für die Beurteilung der Ammoniakbelastung.

Die höchsten Ammoniakkonzentrationen und stärksten jahreszeitlichen Schwankungen wurden in Gebieten mit intensiver Viehwirtschaft gemessen. Dort erreichen die Jahresmittel von Ammoniak Werte von 8 - 11 µg m⁻³; weniger intensiv bewirtschaftete Standorte zeigen Werte zwischen 5 und 8 µg m⁻³. In Regionen mit Ackerbau liegen die Jahresmittelwerte bei 3 - 5 µg m⁻³. Die drei ländlichen Standorte an Autobahnen, die Konzentrationen von 4 - 5.5 µg m⁻³ aufweisen, sind durch den Verkehr und die Landwirtschaft beeinflusst. In Städten an Verkehrsachsen werden Konzentrationen von 3 - 6 µg m⁻³ beobachtet. Der Median der Jahresmittelwerte 2011 aller 64 Standorte lag bei 4.8 µg m⁻³.

Die Ammoniak-Konzentrationen waren im Jahr 2011 relativ hoch. Dies könnte wie schon 2003 unter anderem eine Folge der Witterung sein. MeteoSchweiz (2012) meldet: "Mit einem Temperaturüberschuss von 2 Grad war 2011 gesamtschweizerisch das wärmste Jahr

seit Messbeginn 1864. Landesweit war es zu trocken und es herrschten extrem sonnige Verhältnisse, wie aus den Messungen der MeteoSchweiz hervorgeht." Bei warmen Temperaturen wird mehr Ammoniak emittiert und bei trockener Witterung ist gleichzeitig die Senkenwirkung reduziert.

Fazit

- An den meisten der 16 Standorte, an denen seit 12 Jahren ununterbrochen gemessen wurde, blieb die Ammoniakkonzentration in dieser Zeit ähnlich hoch, an einzelnen Stationen nahm sie leicht zu. Eine Reduktion der Ammoniakkonzentrationen kann bisher nicht beobachtet werden.
- Die Ammoniakbelastung im Einflussbereich intensiver Viehwirtschaft ist hoch (8 - 11 $\mu\text{g m}^{-3}$) und die saisonalen Spitzenwerte sind ausgeprägt.
- In Gebieten, in denen mehrheitlich Ackerbau betrieben wird, sind die NH_3 -Konzentrationen und die saisonalen Schwankungen meist kleiner als in Gebieten mit Viehwirtschaft.
- An städtischen Standorten schwanken die NH_3 -Konzentrationen im Jahresverlauf wenig. Es wurden mittlere Konzentrationen wie in Landwirtschaftsgebieten mit Ackerbau oder extensiver Viehwirtschaft gemessen. In städtischen Gebieten ist jedoch der gesamte Massenfluss deutlich kleiner wegen der viel kleineren Fläche mit Emissionsquellen.
- Von Frühling bis Herbst sind die Ammoniak-Konzentrationen in der Regel höher als im Winter.
- Der Vergleich der gemessenen Konzentrationen mit den modellierten, auf Emissionserhebungen basierenden Werten, zeigte eine recht gute Übereinstimmung.
- Die Konzentrationen des gasförmigen Ammoniaks tragen wesentlich zum Stickstoffeintrag in empfindliche Ökosysteme bei. Die kritischen Eintragsraten nach UNECE (2010; Critical Loads für Stickstoff) werden in der Schweiz bei den empfindlichen Ökosystemen grösserräumig überschritten. Auch die in Bezug auf die Direktwirkungen von Ammoniak festgelegten kritischen Konzentrationen nach UNECE (2007) zum Schutz der Vegetation in naturnahen Ökosystemen (Critical Levels) werden in der Schweiz vielerorts überschritten.

Ausblick

Im Jahr 2012 werden die Messungen an den 64 Standorten weitergeführt. Darunter sind die 16 Standorte, die seit 2000, die 24 Standorte, die seit mindestens 2004 und die 36 Standorte, die seit mindestens 2008 beprobt werden. Der NABEL-Standort LAE (Lägern) wurde 2011 neu ins Programm aufgenommen.

Im Zusammenhang mit der Erfolgskontrolle der Ressourcenprojekte zu Artikel 77a und 77b des Landwirtschaftsgesetzes (nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen) haben verschiedene Kantone mit Ammoniakmessungen begonnen - SO, VD, NE, – oder beginnen im

Jahr 2012 – BS/BL, ZH, SH. Ein Teil dieser Standorte wird in die Auswertung miteinbezogen werden, sobald zwei vollständige Messjahre vorhanden sind.

Eine langfristige Beobachtung der Ammoniakkonzentration ist notwendig, um die Wirksamkeit von Massnahmen zur Minderung der Ammoniak-Emissionen immissionsseitig zu überprüfen.

1.2 Résumé

Mesures des immissions d'ammoniac en Suisse entre 2000 et 2011

L'ammoniac est un important polluant azoté des écosystèmes sensibles et un des principaux responsables de leur surfertilisation (eutrophisation) et acidification. Par écosystèmes sensibles, on entend par exemple les forêts, les hauts-marais et bas-marais, les prairies naturelles riches en espèces ou les landes. L'ammoniac participe aussi à la formation des poussières fines secondaires, qui 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.

Dans cet optique, un projet commun réunit l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), OSTLUFT, la Conférence des directeurs de l'environnement de Suisse orientale, ZUDK (la Conférence des directeurs de l'environnement de Suisse centrale) et huit cantons (Appenzell Rhodes-Intérieures, Argovie, Berne, Fribourg, Grisons, Lucerne, Thurgovie et Zoug). Il a pour objectif principal de fournir une vue d'ensemble des immissions d'ammoniac enregistrées à différents endroits de Suisse. Il s'agit de mettre en évidence l'évolution des concentrations sur une longue période, ainsi que les variations saisonnières et entre divers types de sites.

En 2011, les concentrations d'ammoniac ont été mesurées à l'aide de capteurs passifs sur 64 emplacements. Seize de ces stations sont entrées en fonction déjà en 2000, huit ont été ajoutées en 2004 et douze en 2008. Les 28 autres stations sont plus récentes. 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 sont fournis par l'entreprise FUB et les analyses effectuées par son laboratoire. Le choix des stations et leur suivi sont 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. La mesure des concentrations par capteur passif constitue un bon moyen d'évaluer la charge en ammoniac.

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 atteignent entre 8 et 11 $\mu\text{g m}^{-3}$. En revanche, là où l'élevage est moins intensif, les concentrations n'atteignent que 5 à 8 $\mu\text{g m}^{-3}$. Dans les régions de grandes cultures, elles se situent entre 3 et 5 $\mu\text{g m}^{-3}$. Les trois stations rurales en bordure d'autoroute, où les concentrations varient entre 4 et 5,5 $\mu\text{g m}^{-3}$, subissent l'influence conjuguée du trafic et de l'agriculture. Dans les villes, le long des axes routiers, les concentrations fluctuent entre 3 et 6 $\mu\text{g m}^{-3}$. La médiane des concentrations annuelles pour les 64 stations s'est élevée à 4,8 $\mu\text{g m}^{-3}$ en 2011.

En 2011, les concentrations d'ammoniac étaient plutôt élevées, peut-être en raison des conditions météorologiques, comme ce fut déjà le cas en 2003. Ainsi, selon MétéoSuisse (2012): « Avec un excédent thermique de 2 degrés, l'année 2011 en Suisse fut marquée par la température moyenne annuelle la plus élevée depuis le début des mesures en 1864. Elle fut aussi nettement trop sèche sur l'ensemble du pays et extrêmement ensoleillée ». Par

temps chaud, les émissions d'ammoniac sont plus fortes et par temps sec, l'efficacité des puits est plus faible.

Résultats:

- Sur la majorité des 16 stations ayant fait l'objet d'un suivi ininterrompu depuis douze ans, les concentrations d'ammoniac sont restées à peu près constantes, ou ont même légèrement augmenté dans quelques cas. Aucune diminution n'a été constatée jusqu'ici.
- Les stations situées en zone de production animale intensive se caractérisent par des concentrations élevées (8 à 11 $\mu\text{g m}^{-3}$) et des pics saisonniers importants.
- Là où les grandes cultures dominent, les concentrations sont moins élevées et présentent moins de variations que dans les régions d'élevage.
- Dans les zones urbaines, les variations saisonnières sont beaucoup moins marquées. Les concentrations y sont moyennes, comme dans les régions de grandes cultures ou d'élevage extensif. En revanche, le flux massique total est bien plus faible en zone urbaine, en raison de la surface d'émission beaucoup plus petite.
- Les concentrations d'ammoniac sont en général nettement plus élevées au printemps, en été et en automne que durant la période hivernale.
- Les concentrations calculées à l'aide du modèle d'émission présentent une assez bonne corrélation avec les valeurs mesurées.
- L'ammoniac gazeux contribue substantiellement aux dépôts azotés dans les écosystèmes sensibles. En Suisse, les charges critiques d'azote nutritif selon la CEE-ONU (2010; critical loads for nitrogen) sont dépassées sur une vaste étendue. Quant aux niveaux critiques, fixés en fonction des effets directs de l'ammoniac sur la végétation (selon la CEE-ONU 2007), elles sont également dépassées en maints endroits du pays.

Perspectives

Les mesures se poursuivent en 2012 dans 64 stations, dont seize sont en service depuis 2000. Pour 24 stations, les premières mesures datent de 2004 ou plus tôt, et pour 36 de 2008 ou avant. La station NABEL de Lägern (LAE) a été intégrée dans le programme de mesures en 2011.

Dans le cadre du suivi de projets d'utilisation des ressources, prévus aux art. 77a et 77b de la loi fédérale sur l'agriculture, plusieurs cantons ont déjà lancé des campagnes de mesures (SO, VD, NE) ou les démarrent en 2012 (BS/BL, ZH, SH). Une partie de ces sites seront intégrés dans la présente évaluation, dès qu'ils présentent deux années complètes de mesures.

L'observation permanente des concentrations d'ammoniac en Suisse est nécessaire pour vérifier si les mesures prises pour diminuer les émissions d'ammoniac ont bien pour conséquence une réduction de l'exposition à ce polluant.

1.3 Summary

Monitoring ambient ammonia concentrations in Switzerland between 2000 and 2011

Ammonia is a major component of nitrogen pollution of sensitive ecosystems, and is a significant contributor towards the over-fertilisation (eutrophication) and acidification of such systems. The term “sensitive ecosystems” refers to forests, high and low moorlands, species-rich natural pastures, heath landscapes, etc. But ammonia also contributes towards the formation of secondary particulate matter, which has negative impacts on human health. There is a strong need for action to reduce ammonia pollution in Switzerland, and in view of this it is essential to monitor the levels and development of ambient ammonia concentrations.

The main task of the joint project of the Federal Office for the Environment (FOEN), OSTLUFT (a union of the cantons of eastern Switzerland and the Principality of Liechtenstein), the ZUDK (environmental authorities of Central Switzerland) and the cantons of Appenzell-Innerrhoden, Aargau, Bern, Fribourg, Graubünden, Lucerne, Thurgau and Zug is to record ambient ammonia concentrations at various sites in Switzerland and to monitor the changes over the long term. This investigation also aims to monitor the development of ambient concentrations of ammonia throughout the year, as well as the differences between various types of sites.

In 2011, ambient atmospheric ammonia concentrations were monitored over the entire year at 64 locations in Switzerland, using diffusive samplers. 16 sites have been operational since 2000, 8 were added in 2004 and 12 in 2008. At the remaining locations, monitoring started after 2008. The sites represent diverse sources and levels of ammonia exposure: from intensive cattle farming to extensive alpine pastures, as well as near roads and in urban areas.

The diffusive samplers were prepared and analysed by FUB - Research Group for Environmental Monitoring. The selection of the locations and the operation of each station were ensured by the various network operators. Local sources or sinks have a strong influence on the ambient ammonia concentrations measured. 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. The sampling method used (diffusive sampler) proved to be an appropriate tool for evaluating ammonia exposure.

The highest ammonia concentrations and greatest seasonal fluctuations were found in regions with intensive cattle farming, where annual concentrations reached 8 to 11 $\mu\text{g m}^{-3}$; in regions with less intensive farming values of 5 to 8 $\mu\text{g m}^{-3}$ were measured. Values in cultivated crop areas ranged between 3 and 5 $\mu\text{g m}^{-3}$. The three rural sites near motorways with annual averages of 4 to 5.5 $\mu\text{g m}^{-3}$ are influenced by traffic and agriculture. At urban traffic sites concentrations of 3 to 6 $\mu\text{g m}^{-3}$ were measured. In 2011, the median of all 64 sites amounted to 4.8 $\mu\text{g m}^{-3}$.

Ambient ammonia concentrations were relatively high in 2011, and this can partly be attributed to the influence of the weather conditions, as was the case in 2003. In a statement published in 2012, MeteoSwiss noted that, with a temperature surplus of 2 degrees, 2011 was the warmest year in Switzerland since the introduction of measurements in 1864. The measurements recorded by MeteoSwiss show that in all regions of the country it was too dry and extremely sunny. With higher temperatures, more ammonia is emitted and during dry conditions, the sinks are also less effective.

Results and conclusions:

- Very little change was observed at the 16 locations where ammonia concentrations were monitored for the full 12 years: the levels remained high throughout; a few stations showed a slight increase. No reduction in ammonia concentrations has been observed to date.
- Values were generally high in areas with intensive cattle farming (8 - 11 $\mu\text{g m}^{-3}$) and the peak seasonal values were also striking.
- Conversely, both concentrations and fluctuations were lower in areas characterised by predominant crop farming.
- Few seasonal fluctuations were observed at sites located in urban areas. The average concentrations measured were similar to those of crop farming or extensive cattle farming areas. In built-up areas, however, the total mass flow is considerably lower due to the much smaller area in which emission sources exist.
- Ammonia concentrations were nearly always higher between spring and autumn than during the winter season.
- A comparison of the measured ammonia concentrations with modelled values, based on emission inventories, shows a good agreement.
- The concentrations of gaseous ammonia contribute substantially to the deposition of nitrogen into sensitive ecosystems. The critical loads for nutrient nitrogen according to UNECE 2010 are exceeded in large part of Switzerland. The ammonia concentrations also exceed the critical levels for direct exposure of vegetation (UNECE 2007) in many regions of Switzerland.

Outlook

Measurements are being continued at 64 stations in 2012. The breakdown is the following: 28 sites with less than 4 years of measurements and 36 sites with measurements since 2008 at least. Eight of these are in use since 2004 and 16 since 2000. The Lägern site (LAE) belonging to the NABEL network was added in 2011.

Several cantons have started ammonia measurements (SO, VD, NE) or are due to begin in 2012 (BS/BL, ZH, SH), as part of the performance review of projects aimed at promoting a more sustainable use of natural resources, under articles 77a and 77b of the Federal Act on Agriculture. These sites can be included in the evaluation as soon as two full years of data are available.

Monitoring the long-term development of ambient ammonia concentrations is essential to document the efficiency of measures aimed at reducing ammonia emissions.

2 Einleitung

Projektrahmen

In diesem Bericht werden die Resultate der Ammoniakmessungen in Aussenluft 2000 bis 2011 präsentiert (alle Standorte, an denen 2011 seit mindestens zwei Jahren gemessen wurde). Die Messungen erfolgen im Auftrag des BAFU, der OSTLUFT (SG, TG) von Liechtenstein (seit 2008) und der Kantone Luzern, Freiburg (seit 2006), Zug (seit 2007), Bern (seit April 2008), Thurgau (seit August 2008), Graubünden (seit 2009), Aargau und Appenzell Innerrhoden (seit 2010) und der Zentralschweizer Kantone ZUDK (UR, SZ, OW, NW, ZG, seit 2010) 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 durch die Kantone (Art. 77 LwG, www.blw.admin.ch/themen/00364).

Die Beschreibung der Standorte, die gemessenen NH₃-Konzentrationen sowie die modellierten Emissionen und Konzentrationen werden in den Standortdatenblättern 2011 dargestellt (Seitler et al. 2012).

Zielsetzung

Hauptaufgabe des gemeinsamen Projekts 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.

Ein wesentliches Ziel des langfristig angelegten Ammoniak-Monitorings an verschiedenen Standorten in der Schweiz ist die "Erfolgskontrolle" von Massnahmen zur Ammoniak-Reduktion in der Landwirtschaft (Ressourcenprojekte, Massnahmenpläne oder die Umsetzung der Vollzugshilfen Landwirtschaft des BAFU in den Kantonen. Die Reduktion der Ammoniakemissionen ist nötig zum Schutz der Ökosysteme vor Eutrophierung und Versauerung und zur Minderung der Feinstaubbelastung (BUWAL 2002, Cercl'Air 2002, KOLAS 2006, BBI 2009).

Ausgangslage

Ammoniakemissionen führen zu bedeutenden Stickstoffeinträgen in empfindliche Ökosysteme wie Wälder, Moore und oligotrophe Stillgewässer, was langfristig eine beschleunigte Bodenversauerung, eine Überdüngung und eine Verschiebung der Artenzusammensetzung verursacht. Die Critical Loads für Stickstoff werden weiträumig überschritten, selbst an quellenfernen Standorten (UNECE 2010; Bobbink et al. 2011; Thimonier et al. 2005; Waldner et al., 2007). Die Widerstandsfähigkeit der Wälder gegen Stürme und Schädlinge nimmt ab. In der Schweiz werden die Critical Loads für Stickstoff bei mehr als 90 % der Waldstandorte und rund 55 % der Flächen von weiteren naturnahen Ökosystemen überschritten (EKL 2005).

Die Ammoniakemissionen betragen im Jahr 2010 in der Schweiz 51.5 kt N (FOEN 2012). Die "Land- und Forstwirtschaft" verursachte davon 92.4 % und ist damit die wichtigste Stickstoffquelle überhaupt. Weitere Ammoniak-Emittenten waren der "Verkehr" mit einem Anteil von 4.5 %, "Industrie und Gewerbe" mit 1.5 % und "Haushalte" mit 1.6 % (BAFU 2012).

Landwirtschaftsland ist nach Gülleausbringung eine starke Quelle, über grosse Zeiträume jedoch eine mehr oder weniger starke Senke, abhängig von der Vegetation (Art, Zustand etc.). Im Gegensatz dazu bietet überbautes Gebiet wenig Senken. Standorte sind auch sehr unterschiedlich durchlüftet. Um von der Ammoniakkonzentration auf die Emissionsstärke der Umgebung schliessen zu können, bedarf es somit Modellbetrachtungen mit Berücksichtigung der Meteorologie, der Topografie (z.B. Kaltluftabflüsse) und anderen Faktoren.

Emittiertes Ammoniak wird teilweise in der näheren Umgebung der Emissionsquellen deponiert, es bildet jedoch auch mit Säuren – vor allem Salpetersäure aus den Verbrennungsprozessen – Aerosole, die über weite Strecken transportiert werden können (EKL 2005). Bei der Bildung des Feinstaubes ist Ammonium das weitaus wichtigste beteiligte Kation. Während winterlicher Inversionen konnte gezeigt werden, dass bei PM10 etwa die Hälfte (Empa 2006), bei PM1 bis zu zwei Dritteln aus Ammoniumnitrat und -sulfat bestehen (PSI/uwe 2007).

Für Ammoniak gibt es im Anhang 7 der Luftreinhalteverordnung (LRV) keinen Immissionsgrenzwert. Sowohl die direkte Belastung der Vegetation mit gasförmigem Ammoniak als auch die durch Ammoniak und Ammoniumsalze zusammen mit oxidierten Stickstoffverbindungen verursachten Stickstoffeinträge in empfindliche Ökosysteme haben schädliche Auswirkungen. Diese grossflächige und teilweise massive Überdüngung mit Stickstoff führt auch zu einer Reduktion der Artenvielfalt (BAFU 2011).

Die aus den gemessenen Ammoniakkonzentrationen, den Stickoxiden sowie den Ammonium- und Nitratkonzentrationen in Niederschlägen ableitbaren Gesamtstickstofffrachten liegen in der Umgebung von intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten weit über den von der United Nations, Economic Commission for Europe (UNECE) festgelegten Critical Loads für empfindliche Ökosysteme (UNECE 2010; Bobbink et al. 2011; EKL 2005). Der Anteil des von der Landwirtschaft stammenden Ammoniaks/Ammoniums macht dabei je nach Standort 60-80 % des gesamten Stickstoffeintrags aus. Critical Loads und Critical Levels sind von der Bedeutung her mit Immissionsgrenzwerten der LRV gleichwertig (BUWAL 2002). 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.

Im Rahmen des UNECE Workshops on Atmospheric Ammonia vom Dezember 2006 wurden die Critical Levels für Ammoniak dem neuesten Stand des Wissens angepasst. Sie tragen den Langzeitwirkungen erhöhter Ammoniak-Konzentrationen Rechnung (UNECE 2007, Mills et al. 2010):¹

- $1 \mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$ für empfindliche Moose und Flechten und Ökosysteme, wo diese niederen Pflanzen für das Ökosystem von Bedeutung sind.
- $3 \mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$ für höhere Pflanzen (Unsicherheitsbereich $2 - 4 \mu\text{g m}^{-3}$)

Zur Bestimmung der Belastung mit Stickstoffkomponenten ist es nötig, auch die Ammoniak-Konzentrationen in der Luft zu kennen. Die Messungen sollen u. a. zur Validierung der

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.

vorhandenen modellierten Immissionskonzentrationen dienen. Im Zusammenhang mit den eingeleiteten Massnahmen der Umwelt- und Agrarpolitik werden sie auch als Instrument zur Erfolgskontrolle eingesetzt. Folgende Massnahmen zur Minderung der Ammoniakverluste in der Landwirtschaft sind Stand der Technik und kommen in Frage: emissionsarme Güllelagerung, Gülleaufbereitung und Gülleausbringung, Optimierung der Stallhaltungssysteme und Tierhaltungsformen (Stall- und Laufhofreinigung, Abluftreinigung etc.), Stickstoff optimierte Fütterung und bedarfsgerechte Düngung (z.B. BAFU und BLW 2011, Cercl'Air 2002, KOLAS 2006, KVU 2006, Agridea & Landwirtschaftsamt Thurgau 2006, Kanton Luzern uwe 2007, Appenzell Ausserrhoden 2008).

3 Methodisches

3.1 Messsystem

Die Messungen wurden mit Passivsammlern nach VDI 3869 Blatt 4 durchgeführt. Bis 2003 wurde der Zürcher Passivsammler eingesetzt, anfangs 2004 wurde auf ein qualitativ besseres Messsystem umgestellt (Radiello® Passivsammler). Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der beiden Messmethoden wurden durch Parallelmessungen an verschiedenen Standorten untersucht und die Zürcher Passivsammler auf die Radiello Passivsammler kalibriert. Somit ist die Kontinuität einer langen Messreihe gewährleistet.

Die Richtigkeit der Passivsammlermessungen wird mit einer unabhängigen aktiven Messmethode (Denuder, VDI 3869 Blatt 3) sowie durch weitere Untersuchungen laufend überprüft. Sammel- und Messmethoden, Vergleichsresultate und Aspekte zur Qualitätssicherung sind in einem separaten Methodenbericht (Seitler & Thöni 2009) sowie in Dämmgen et al. (2010) beschrieben.

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 2008, EMEP)
- Von Bäumen, Büschen, Hecken oder hoch wachsenden 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 fotografisch dokumentiert werden.

Weichen die Messstandorte von diesen Empfehlungen ab, wird dies in den Standortdatenblättern begründet. Gründe für niedrigere Expositionshöhen sind z.B., dass die Standorte schon bestanden bevor die Messempfehlungen formuliert wurden, der Standort aber auf der Expositionshöhe belassen wird, um die zeitliche Vergleichbarkeit der Daten beizubehalten, oder dass die Expositionshöhe einem bestehenden Messnetz angepasst wird. Höhere Expositionshöhen werden 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.

Der Standort sollte regelmässig dokumentiert werden, auch betreffend der getroffenen Massnahmen zur Emissionsminderung von NH₃.

3.3 Standorteinteilung in Belastungstypen und Immissionstypen

Die Standorte werden auf Grund ihrer geografischen Lage und der unterschiedlichen Emittenten in deren Umgebung in acht lufthygienische Belastungstypen eingeteilt, angelehnt an die Belastungstypen der NABEL-Stationen (Tab. 1).

Tab. 1 Belastungstypen
Standorteinteilung auf Grund ihrer geografischen Lage und ihrer unterschiedlichen Emittenten.

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 (2008 bis) 2011 wurden die Standorte zusätzlich in Immissionstypen eingeteilt, angelehnt an die Critical Levels für Ammoniak (UNECE 2007) (Tab. 2).

Tab. 2 Immissionstypen
Ammoniak-Jahresmittelwerte der Jahre (2008 bis) 2011

< 1 $\mu\text{g m}^{-3}$
1 – 3 $\mu\text{g m}^{-3}$
3 – 5 $\mu\text{g m}^{-3}$
5 – 8 $\mu\text{g m}^{-3}$
> 8 $\mu\text{g m}^{-3}$

3.4 Zeitraum der Messungen

Seit 2000 wird im Rahmen des Projektes "Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz" die NH_3 -Konzentration in der Luft erfasst. An 16 Standorten wird durchgehend seit 2000, an 24 Standorten durchgehend seit 2004 und an 36 Standorten durchgehend seit 2008 gemessen. Neu werden auch Standorte, die innerhalb des Ressourcenprogramms des Bundes beprobt werden, in die Auswertung mit einbezogen werden. Insgesamt werden 64 Standorte in diesem Bericht berücksichtigt, diese werden seit mindestens Anfang 2010 betrieben.

Die Anzahl vollständiger Messjahre jedes Standortes ist in Tabelle 3 aufgeführt. In Kapitel 6.2 ist detailliert ersichtlich, welche Standorte wann beprobt wurden.

3.5 Messstandorte im Überblick

In Abbildung 1 und 2 werden die Messstandorte dargestellt und in Tabelle 3 kurz beschrieben (ausführlicher in Kapitel 6.1 und in den Standortdatenblättern 2011).

Tab. 3 Standorte der Messungen 2011

Einteilung der Standorte, an denen 2011 Ammoniak gemessen wurde. Wo vorhanden, sind die Jahresmittelwerte aus den Jahren 2008 – 2011 gemittelt worden. Die schwarzen Linien trennen Belastungstypen, die grauen Immissionstypen.

Nr.	Code	Standort Name	Kt / Land	Höhe m ü.M.	Belastungstyp	Immissions-	Mehrjähriges	Anzahl vollst. Messjahre	Messreihe
						typ $\mu\text{g m}^{-3}$	Jahresmittel $\mu\text{g m}^{-3}$		
48	WA	Wengernalp	BE	1880	Alp, oberhalb 1800 m ü. M.	< 1	0.3	12	2000 - 2011
2	CHA	Chaumont	NE	1137	Ländlich,	1 – 3	1.2	12	2000 - 2011
7	RIG	Rigi-Seebodenalp	SZ	1031	oberhalb 900 m ü. M.		1.4	12	2000 - 2011
41	FRÜE	Früebüel	ZG	980			1.6	5	2007 - 2011
49	ZB 01	Zugerberg 1	ZG	990			1.8	12	2000 - 2011
43	ZIGE	Zigerhüttli	ZG	989			2.1	5	2007 - 2011
14	BA	Bachtel	ZH	930			2.1	12	2000 - 2011
64	AIO	St. Anton	AI	1071			2.6	2	2010 - 2011
46	OS 01	Oberschrot 1	FR	900	Ländlich, oberh. 900 m ü. M.	3 – 5	3.9	5	2007 - 2011
61	AIM	Meistersrüte	AI	930	Ländlich, oberh. 900 m ü. M.	5 – 8	7.0	2	2010 - 2011
47	SA	Sagno	TI	600	Ländlich,	1 – 3	1.4	12	2000 - 2011
15	SCH	Schänis	SG	630	unterhalb 900 m ü. M.		2.0	11	2000, 2002 - 2011
12	HUD 3	Hudelmoos 3	TG	520			2.2	11	2001 - 2011
45	MU 01	Muri 1	AG	470			2.9	12	2000 - 2011
18	VTG	Gwatt	BE	558	Ländlich,	3 – 5	3.2	3	2009 - 2011
17	IEB	Bärau	BE	725	unterhalb 900 m ü. M.		3.2	3	2009 - 2011
29	RO	Root Michaelskreuz	LU	791			3.4	11	2001 - 2011
6	PAY	Payerne	VD	489			3.4	12	2000 - 2011
21	VU01	Vuistemens-en-Ogoz	FR	850			3.6	6	2006 - 2011
40	FRAU	Kloster Frauental	ZG	395			3.6	5	2007 - 2011
58	BIR1	Birrfeld 1	AG	393			3.7	2	2010 - 2011
19	WTG1	Gimmiz Dach	BE	444			4.1	3	2009 - 2011
5	MAG	Magadino-Cadenazzo	TI	204			4.2	12	2000 - 2011
20	MI01	Misery	FR	607			4.2	4	2008 - 2011
42	INWI	Inwil	ZG	437			4.3	5	2007 - 2011
22	N14	Ems Plarenga	GR	570			4.5	3	2009 - 2011
63	AIG	Gontenbad	AI	896			4.7	2	2010 - 2011
23	NMS	Landquart Rütene	GR	529			4.8	3	2009 - 2011
16	HBL	Lotzwil	BE	509	Ländlich,	5 – 8	5.0	3	2009 - 2011
28	NEU 02	Neudorf 2	LU	735	unterhalb 900 m ü. M.		5.0	6	2006 - 2011
53	OW-03	Obwalden 3	OW	560			5.1	2	2010 - 2011
51	EST	Eschen	FL	441			5.3	4	2008 - 2011
25	NZI	Zizers Neulöser	GR	527			5.4	3	2009 - 2011
55	SZ-03	Rossmattli	SZ	500			5.6	2	2010 - 2011
59	SAM2	Suhretal 2	AG	493			5.6	2	2010 - 2011
62	AIHA	Haslen	AI	768			5.8	2	2010 - 2011
38	WAEN	Wängi TG	TG	641			5.9	3	2009 - 2011
50	BAV	Balzers	FL	473			5.9	4	2008 - 2011
9	TAE	Tänikon	TG	539			5.9	12	2000 - 2011
36	MAU 01	Mauren 1	TG	439			6.0	12	2000 - 2011
27	HOL 01	Holderhus 1	LU	590			6.2	12	2000 - 2011
56	URI 01	Uri 1	UR	455			6.2	2	2010 - 2011
32	WAU 16.4	Wauwil 16	LU	499			6.3	6	2006 - 2011
30	SCHÜ 00	Schüpfheim 0	LU	735			6.5	12	2000 - 2011
65	AIHI	Hirschberg	AI	890			6.5	2	2010 - 2011
37	WAEL	Wäldi TG	TG	572			7.0	3	2009 - 2011
35	LANG	Langrickenbach TG	TG	515			7.3	3	2009 - 2011
11	HÄG	Häggenschwil	SG	555			7.3	9	2003 - 2011
34	FRFE	Frauenfeld	TG	384			7.4	2	2010 - 2011
54	NW-02	Stans Galgenried Süd	NW	440			7.7	2	2010 - 2011
57	ZG-02	Grob	ZG	420			7.7	2	2010 - 2011
60	SIN3	Freiamt 3	AG	519			7.7	2	2010 - 2011
26	ESC 08	Eschenbach 8	LU	495			7.8	8	2004 - 2011
39	WEIN	Weinfelden	TG	422	Ländlich,	> 8	8.5	3	2009 - 2011
33	ESCH 01	Eschlikon 1	TG	583	unterhalb 900 m ü. M.		8.5	3	2009 - 2011
10	APS	Ap.-Steinegg	AI	820			8.9	9	2003 - 2011
31	WAU 13	Wauwil 13	LU	501			10.0	8	2004 - 2011
8	SIO	Sion-Aeroport	VS	483	Ländlich,	3 – 5	4.2	12	2000 - 2011
24	NV4	San Vittore	GR	270	an Autobahn		4.5	3	2009 - 2011
3	HAE	Härkingen	SO	431			4.9	6	2006 - 2011
1	BAS	Basel-Binningen	BL	317	Vorstädtisch	1 – 3	2.3	12	2000 - 2011
4	LUG	Lugano	TI	281	Städtisch	1 – 3	2.4	12	2000 - 2011
44	RAP	Rapperswil	SG	430	Städtisch, verkehrsbelastet	3 – 5	3.7	9	2003 - 2011
13	WIE	Schimmelstrasse	ZH	415			5.0	3	2008, 2010 - 2011

* Die Standorte HOL, MAU, MU, OS und ZB wurden von Position 00 auf 01 verschoben, um den Empfehlungen für Messstandorte zu entsprechen. Mit einjährigen Vergleichsmessungen wurde je ein Umrechnungsfaktor bestimmt und damit die alten 00-Werte auf 01 umgerechnet.

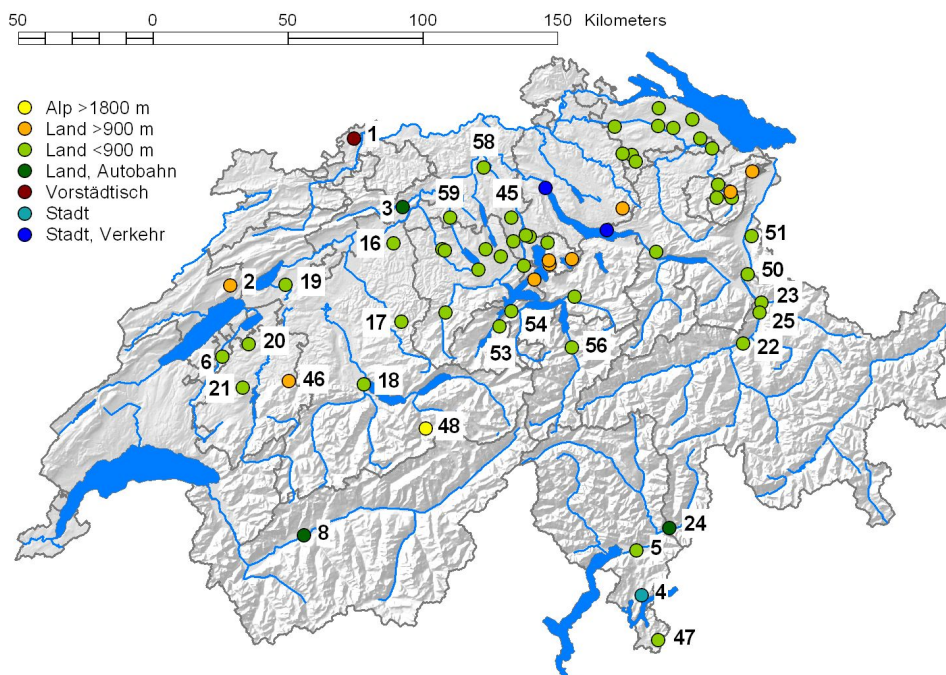


Abb. 1 Messnetz 2011
 Standorte, an denen 2011 Ammoniak mindestens seit zwei Jahren gemessen wurde.
 Quelle der Hintergrundkarte: Bundesamt für Landestopografie swisstopo

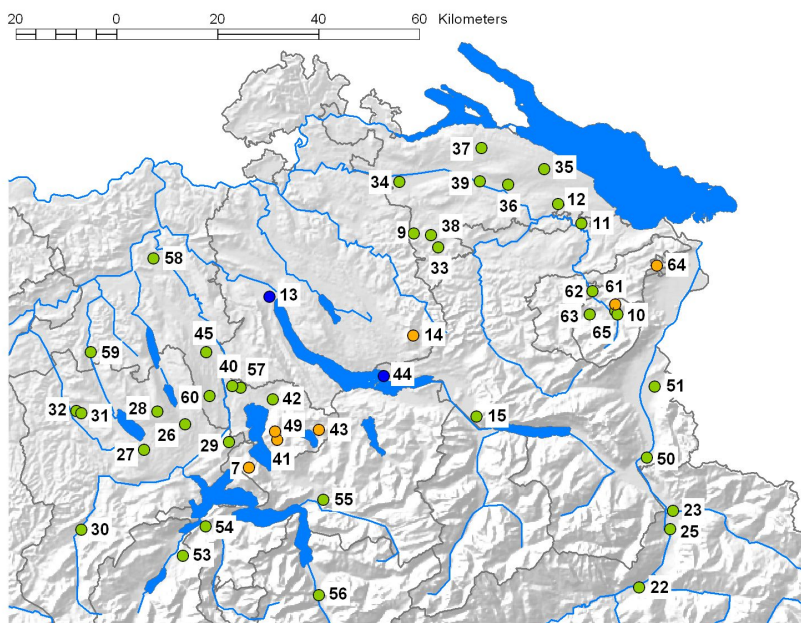


Abb. 2 Messnetz 2011, Ausschnitt
 Standorte der Ost- und Zentralschweiz, an denen 2011 Ammoniak mindestens seit zwei Jahren gemessen wurde.
 Quelle der Hintergrundkarte: Bundesamt für Landestopografie swisstopo

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 folgenden Monaten zeitgewichtet berechnet:

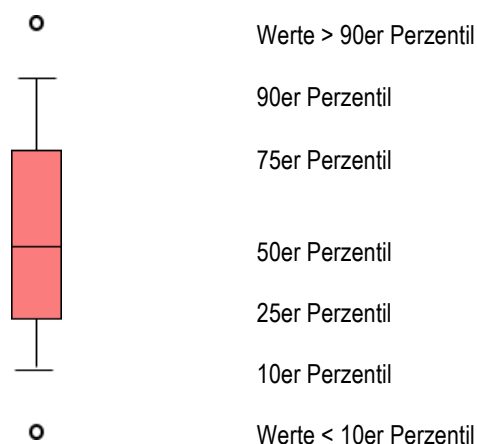
Winter	Dezember des Vorjahrs, Januar, Februar
Frühling	März, April, Mai
Sommer	Juni, Juli, August
Herbst	September, Oktober, November

Monatsmittelwerte wurden als Grundlage für Boxplots und Verlaufsgrafiken berechnet.

Grundlagen zu den Berechnungen der Jahres- Saison- und Monatsmittelwerte sind im Methodenbericht zu finden (Seitler & Thöni 2009).

3.6.2 Boxplots

In einigen Grafiken werden die Resultate als Boxplots dargestellt (Programm: Filemaker); darin sind die 10er, 25er, 50er (Median), 75er und 90er Perzentile berücksichtigt. Werte oberhalb des 90er Perzentils resp. unterhalb des 10er Perzentils sind als Einzelpunkte eingezeichnet (siehe unten)



Die Messperioden sind meist zwei- oder vierwöchentlich. Für die Boxplotgrafiken wurden jedoch die monatlichen Mittelwerte berücksichtigt um einen direkten Vergleich unter den Stationen zu ermöglichen.

4 Resultate

Die Resultate werden in diesem Bericht zusammengefasst dargestellt. Die Verläufe der Konzentrationen werden in den Standortdatenblättern 2011 (Seitler et al. 2012) dargestellt.

4.1 Langjährige Entwicklung der Ammoniak-Konzentrationen

4.1.1 Messungen an 16 Standorten seit 2000

An sechzehn Standorten wird bereits seit 2000 durchgehend gemessen (Tab. 4), wobei zu beachten ist, dass die Standorte HOL 01, MAU 01, MU 01 und ZB 01 nicht mehr ganz identisch mit den Standorten in früheren Messberichten sind, sie wurden den Messempfehlungen entsprechend höher gehängt. Nach Vergleichsmessungen wurden die "alten" Werte angepasst.

Tab. 4 Stationen seit 2000, Standortcharakteristik
Belastungs- und Immissionstypen der 16 Standorte, an denen schon seit 2000 gemessen wird.

1 Standort	Alp , oberhalb 1800 m ü. M.	Immissionstyp < 1	WA
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	SA, MU 01
2 Standorte	Ländlich , unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp 3 - 5	PAY, MAG
4 Standorte	Ländlich , unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp 5 - 8	TAE, 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

In Tabelle 5 und Abbildung 3 sind die Perzentile und Mittelwerte der Monatsmittelwerte zusammengefasst. Die Perzentile der Jahre 2000 bis 2002 und 2004 bis 2008 sind ähnlich, Im Jahr 2009 wurden die dritthöchsten Werte gemessen. 2010 war ein durchschnittliches Jahr. 2003 (Jahrhundertsummer) wie 2011 (wärmstes Jahr seit Messbeginn 1964 – Meteo-Schweiz 2012) waren die Werte deutlich höher.

Tab. 5 Stationen seit 2000, Perzentile und Mittelwerte
Die Perzentile und Mittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen aller 16 seit 2000 messenden Stationen in $\mu\text{g m}^{-3}$, Datengrundlage sind Monatsmittelwerte.

Jahr	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Anzahl Monatsmittelwerte	186	179	190	191	191	192	188	191	192	192	192	192
kleinster Monatsmittelwert	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10er Perzentil	0.5	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.8
25er Perzentil	1.2	1.1	1.2	1.5	1.3	1.5	1.4	1.5	1.4	1.6	1.3	1.8
Median	2.7	2.5	2.5	3.3	2.8	2.7	2.8	2.7	2.6	3.0	2.9	3.0
Mittelwert	2.9	2.7	2.8	3.7	3.1	3.1	3.2	3.1	3.0	3.3	3.1	3.6
75er Perzentil	3.9	3.8	3.7	4.9	4.5	4.5	4.7	4.5	4.4	4.7	4.2	5.0
90er Perzentil	5.5	5.3	5.2	7.2	6.0	6.1	6.3	6.1	5.8	6.7	5.9	7.0
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

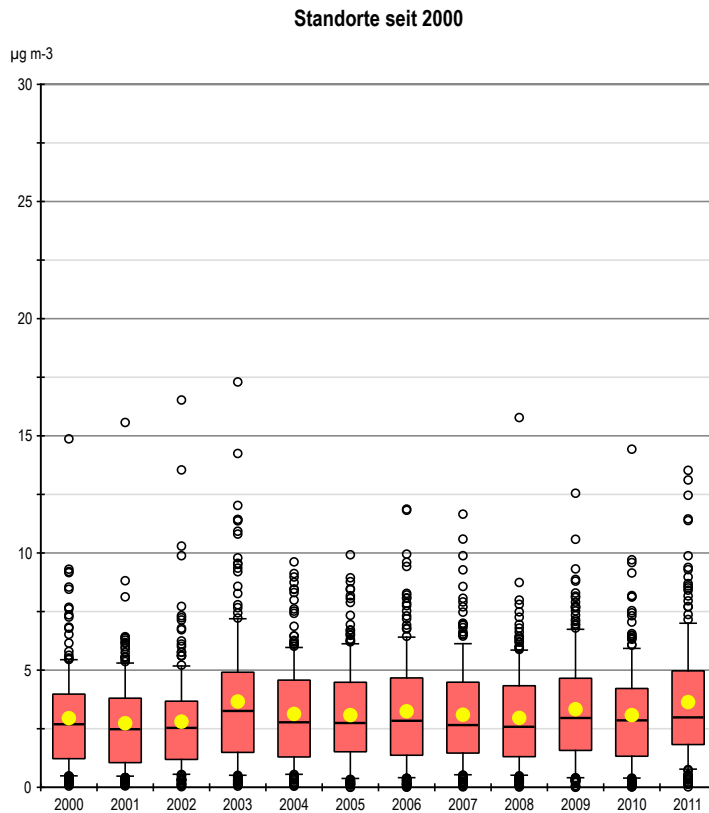


Abb. 3 **Monatliche Konzentrationen der Stationen seit 2000, Boxplots**
 Die Ammoniak-Konzentrationen der 16 Stationen als Monatsmittelwerte, bei denen während allen zwölf Jahren gemessen wurde. Die gelben Punkte entsprechen den Jahresmittelwerten über die 16 Standorte.

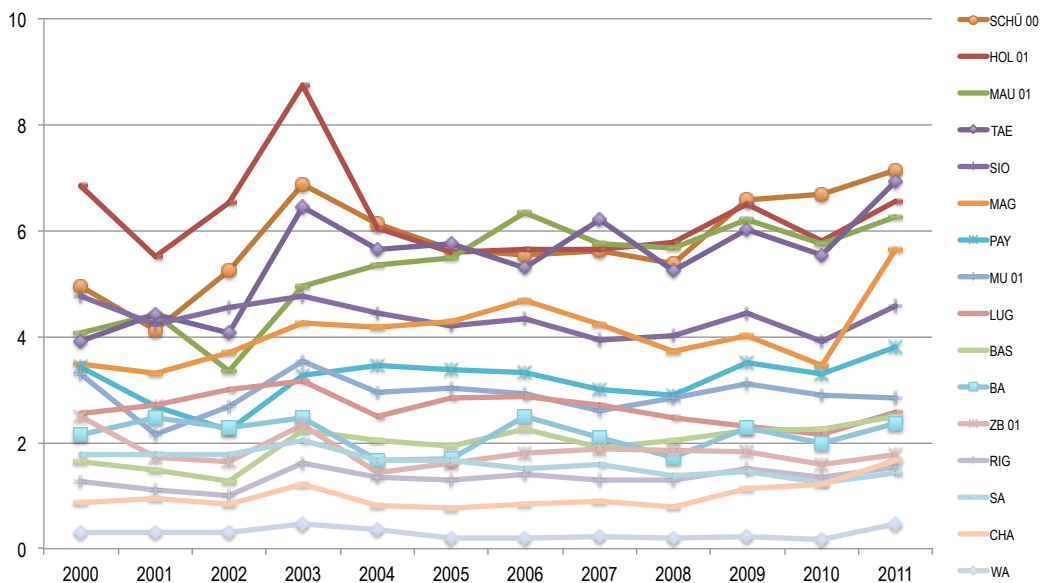


Abb. 4 **Stationen seit 2000, Jahresmittelwerte im Verlauf**
 Verlauf der Ammoniak-Jahresmittelwerte aller 16 seit 2000 messenden Stationen. Einheit: $\mu\text{g m}^{-3}$

Abbildung 4 zeigt die Jahresmittelwerte der einzelnen Stationen, an denen seit 2000 jedes Jahr gemessen wird. Viele Verläufe weisen 2011 wie schon 2003 höhere Jahresmittelwert auf als in den anderen Jahren, dies vermutlich eine Folge der warmen Witterung.

Zwölf Jahre Ammoniakmessung an verschiedenen belasteten Standorten in der Schweiz zeigen, dass sich die Immissionen im gemessenen Zeitraum an den meisten Stationen kaum verändert haben. In Mauren, Sion und Tänikon hat die Ammoniakkonzentration leicht zugenommen.

Eine starke Zunahme des Jahresmittel 2011 beim NABEL-Standort MAG (Magadino TI) ist auf sehr hohe Werte im November und Dezember 2011 zurückzuführen. Der Grund dafür ist unbekannt.

4.1.2 Messungen an 24 Standorten seit 2004

An 24 Standorten wird seit 2004 durchgehend gemessen (Tab. 6).

Tab. 6 Stationen seit 2004, Standortcharakteristik
Belastungs- und Immissionstypen der 24 Standorte, an denen seit 2004 gemessen wird.

1 Standort	Alp , oberhalb 1800 m ü. M.	Immissionstyp < 1	WA
4 Standorte	Ländlich , oberhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp 1 - 3	CHA, RIG, ZB 01, BA
4 Standorte	Ländlich , unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp 1 - 3	SA, SCH, HUD 03, MU 01
3 Standorte	Ländlich , unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp 3 - 5	RO, PAY, MAG
6 Standorte	Ländlich , unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp 5 - 8	TAE, MAU 01, HOL 01, SCHÜ 00, HÄG, ESC 08
2 Standorte	Ländlich , unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp > 8	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 7 sind die Perzentile und Mittelwerte der Monatsmittelwerte zusammengefasst. Die Perzentile der Jahre 2004 bis 2011 schwanken wenig, wobei in den Jahren 2007 und 2008 tendenziell niedrigere Werte gemessen wurden. 2011 zeigt den höchsten Mittelwert.

Tab. 7 Stationen seit 2004, Perzentile und Mittelwerte

Die Perzentile und Mittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen aller 24 seit 2004 messenden Stationen in $\mu\text{g m}^{-3}$, Datengrundlage sind Monatsmittelwerte.

Jahr	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Anzahl Monatsmittelwerte	285	282	284	287	288	288	286	288
kleinster Monatsmittelwert	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10er Perzentil	0.7	0.7	0.7	0.9	0.8	0.9	0.6	1.1
25er Perzentil	1.8	1.8	1.9	1.7	1.8	1.8	1.8	2.1
Median	3.4	3.3	3.2	3.0	3.1	3.6	3.2	3.5
Mittelwert	4.0	4.0	4.3	3.9	3.7	4.1	3.8	4.5
75er Perzentil	5.3	5.4	5.5	5.3	5.0	5.6	5.0	6.1
90er Perzentil	8.2	8.4	8.9	8.0	7.6	8.2	7.9	8.8
grösster Monatsmittelwert	17.5	20.0	19.7	15.1	15.8	18.4	20.5	20.2

Die Monatsmittelwerte der 24 Stationen, an denen während acht Jahren gemessen wurde, sind als Boxplots dargestellt (Abb. 5).

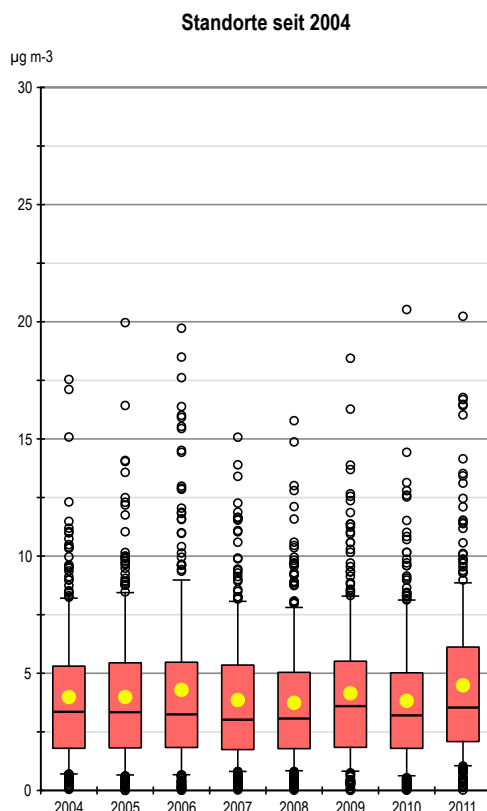


Abb. 5 Monatliche Konzentrationen der Stationen seit 2004, Boxplots

Die Ammoniak-Konzentrationen der 24 Stationen, bei denen während acht Jahren gemessen wurde. Datengrundlage sind Monatsmittelwerte. Die gelben Punkte entsprechen den Jahresmittelwerten über die 24 Standorte.

Abbildung 6 zeigt die Jahresmittelwerte der einzelnen Stationen, an denen seit 2004 durchgehend gemessen wird. Vor allem bei den hohen Konzentrationen sind die Schwankungen von Jahr zu Jahr relativ gross.

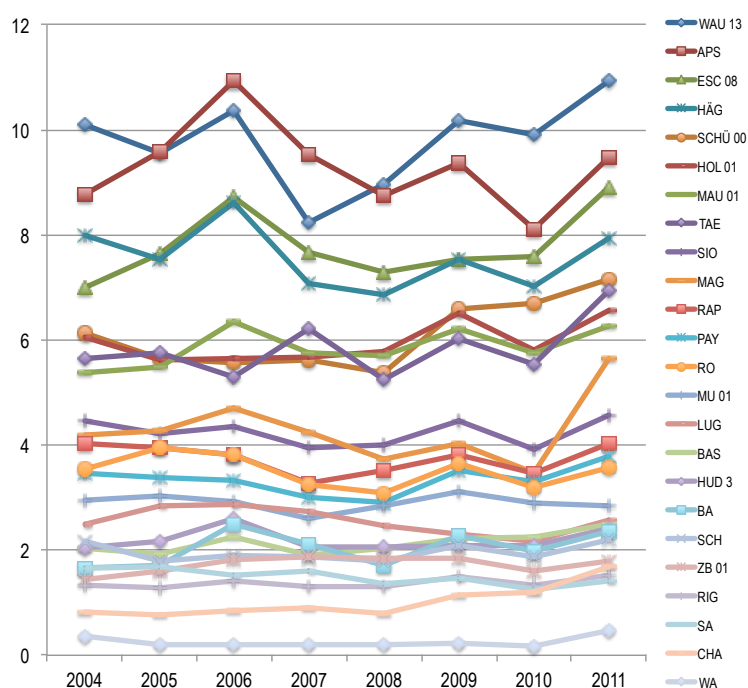


Abb. 6 Stationen seit 2004, Jahresmittelwerte im Verlauf
Verlauf der Jahresmittelwerte aller 24 seit 2004 messenden Stationen.

4.1.3 Messungen an 36 Standorten seit 2008

An 36 Standorten wird seit 2008 durchgehend gemessen (Tab. 8).

Tab. 8 Stationen seit 2008, Standortcharakteristik
Belastungs- und Immissionstypen der 36 Standorte, an denen seit 2008 gemessen wird.

1 Standort	Alp , oberhalb 1800 m ü. M.	Immissionstyp < 1	WA
6 Standorte	Ländlich , oberhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp 1 - 3	CHA, RIG, FRÜE, ZB 01, ZIGE, BA
1 Standort	Ländlich , oberhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp 3 - 5	OS 01
4 Standorte	Ländlich , unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp 1 - 3	SA, SCH, HUD 03, MU 01
7 Standorte	Ländlich , unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp 3 - 5	RO, PAY, VU01, FRAU, MAG, MI01, INWI
10 Standorte	Ländlich , unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp 5 - 8	NEU 02, EST, BAV, TAE, MAU 01, HOL 01, WAU 16.4, SCHÜ 00, HÄG, ESC 08
2 Standorte	Ländlich , unterhalb 900 m ü. M.	Immissionstyp > 8	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 9 sind die Perzentile und Mittelwerte der Monatsmittelwerte zusammengefasst. Die Perzentile der Jahre 2008 bis 2011 schwanken wenig, wobei 2008 tendenziell niedrigere Werte gemessen wurden. 2011 zeigt den höchsten Mittelwert.

Tab. 9 Stationen seit 2008, Perzentile und Mittelwerte

Die Perzentile und Mittelwerte der Ammoniak-Konzentrationen aller 364 seit 2008 messenden Stationen in $\mu\text{g m}^{-3}$, Datengrundlage sind Monatsmittelwerte.

Jahr	2008	2009	2010	2011
Anzahl Monatsmittelwerte	430	432	430	432
kleinster Monatsmittelwert	0.0	0.0	0.0	0.0
10er Perzentil	1.1	1.1	0.9	1.4
25er Perzentil	2.1	2.1	2.0	2.3
Median	3.3	3.8	3.6	4.0
Mittelwert	3.8	4.2	3.9	4.6
75er Perzentil	4.9	5.5	5.2	6.1
90er Perzentil	6.5	7.8	7.5	8.6
grösster Monatsmittelwert	15.8	18.4	20.5	20.2

Die Monatsmittelwerte der 36 Stationen, an denen seit 2008 durchgehend gemessen wird, sind als Boxplots dargestellt (Abb.7 links). Abbildung 7 rechts zeigt den Verlauf der Jahresmittelwerte dieser Stationen.

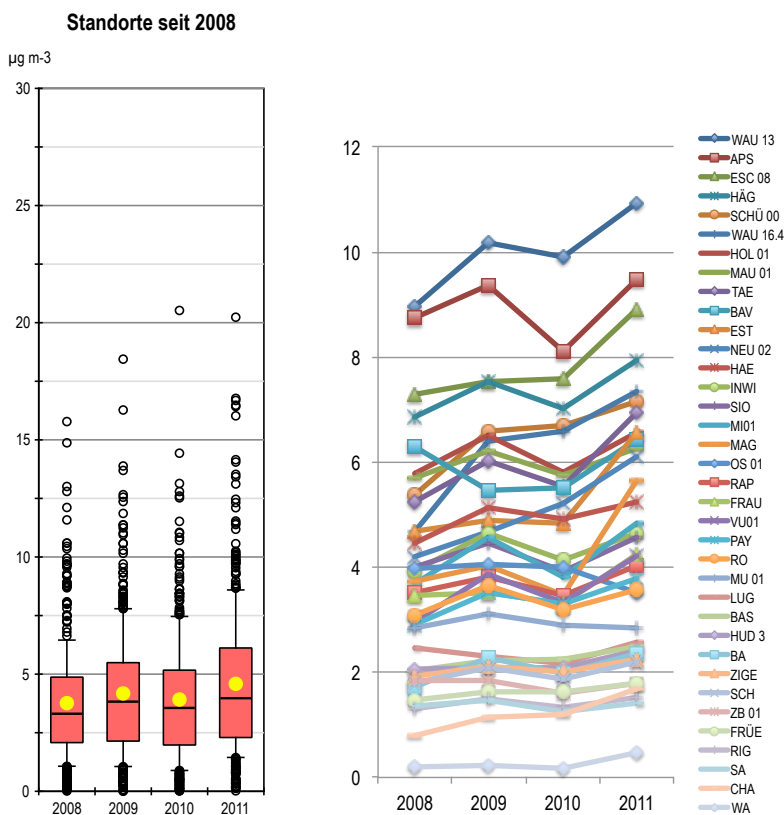


Abb. 7 Stationen seit 2008, monatliche Konzentrationen als Boxplots und Jahresmittelwerte im Verlauf
 Die Ammoniak-Konzentrationen der 36 Stationen, bei denen seit 2008 gemessen wurde. Datengrundlage sind links die Monatsmittelwerte als jährliche Boxplots zusammengefasst (gelbe Punkte = Jahresmittel), rechts die Jahresmittelwerte als Verlauf dargestellt.

4.2 Vergleich mit Critical Levels

Die Critical Levels für Ammoniak betragen (UNECE 2007):

- $1 \mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$ für empfindliche Moose und Flechten und Ökosysteme, wo diese niederen Pflanzen für das Ökosystem von Bedeutung sind.
- $3 \mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$ für höhere Pflanzen (Unsicherheitsbereich 2 - $4 \mu\text{g m}^{-3}$)

Drei Standorte des Messnetzes befinden sich direkt bei Hochmooren (FRÜE, ZB 01, ZIGE im Kt. ZG). Mit Mehrjahresmittelwerten von $1.6 - 2.1 \mu\text{g m}^{-3}$ wird der Critical Level für Ammoniak für empfindliche Ökosysteme überschritten.

Im Flachmoor Gwatt am Thunersee (VTG) wird der Critical Level für höhere Pflanzen von $3 \mu\text{g m}^{-3}$ erreicht, in Wauwiler Moos (WAU 16) wird er mit dem Mehrjahresmittelwert von $6.3 \mu\text{g m}^{-3}$ deutlich überschritten.

Von vier walddnahen Standorten bleiben die höher gelegenen voralpinen (SCH) sowie die im Sottoceneri gelegene Station (SA) unter dem Critical Level für höhere Pflanzen, die beiden im Mittelland gelegenen Standorte (HUD 3 und MU 01) erreichen den Unsicherheitsbereich des Critical Levels für höhere Pflanzen von 2 - $4 \mu\text{g m}^{-3}$. Grosse Teile der landwirtschaftlichen Flächen in der Schweiz grenzen an empfindliche Ökosysteme, vor allem an Wald (Tab. 10).

Zu beachten ist, dass die Critical Loads für Stickstoff für empfindliche Ökosysteme überschritten sein können, auch wenn die Ammoniakkonzentration unterhalb des Critical Levels für Ammoniak bleiben.

Tab. 10 Ammoniak-Konzentrationen bei empfindlichen Ökosystemen

Mehrfjahresmittelwerte von Standorten, die direkt bei Hochmooren, Flachmooren oder an Waldrändern liegen, verglichen mit den Critical Levels für empfindliche Ökosysteme.

Nr.	Code	direkte Umgebung	NH ₃ -Konzentration Mittelwert $\mu\text{g m}^{-3}$ 2008 - 2011	NH ₃ Critical Level $\mu\text{g m}^{-3}$
Hochmoore				
41	FRÜE	ländlich, Moor	1.6	
49	ZB 01	Weide, Hochmoorrand	1.8	1
43	ZIGE	Moor, Naturschutzgebiet	2.1	
Flachmoore				
18	VTG	See, Schilf	3.2	2 - 4
32	WAU 16.4	extensives Wiesland, Schilf	6.3	
Waldrand				
40	SA	Baumschule	1.4	
19	SCH	Waldlichtung, Schafweide, Graswirtschaft	2.0	2 - 4
11	HUD 3	Wiese, Acker, Wald	2.2	
26	MU 01	Baumschule	2.9	

4.3 Vergleich mit modellierten Konzentrationen

Meteotest hat im Auftrag des BAFU die Ammoniakemissionen und -konzentrationen flächendeckend für die Schweiz mit einem einfachen Ansatz (Thöni et al. 2004, mit Modifikationen) modelliert. Die Methodik zur Erstellung des Emissionskatasters wird im Aggrammon-Bericht vom Juli 2010 beschrieben (Kupper et al. 2010).

Die auf dem Hektarraster modellierten Konzentrationen für 2000 und 2007 wurden mit den gemessenen Mittelwerten der jeweiligen Jahre an den ländlichen Standorten (ohne direkten Verkehrseinfluss) verglichen (Abb. 8). Die modellierten Werte stimmen im Gesamten recht gut mit den gemessenen Konzentrationen überein ($R^2 = 0.67$ resp. 0.49). Die Abweichungen zwischen den mit Passivsammlern für einen bestimmten Punkt ermittelten Konzentrationen und den Modellresultaten können in vielen Fällen mit der beschränkten räumlichen Auflösung der Emissionskarte oder mit den starken Vereinfachungen bei der Ausbreitungsberechnung erklärt werden. Die Modellierung basiert ausschliesslich auf gesamtschweizerisch vorhandenen Datensätzen wie z.B. Betriebszählungen und Arealstatistik des BFS, Gemeindegebiete von swisstopo und Naturschutzgebiete des BAFU.

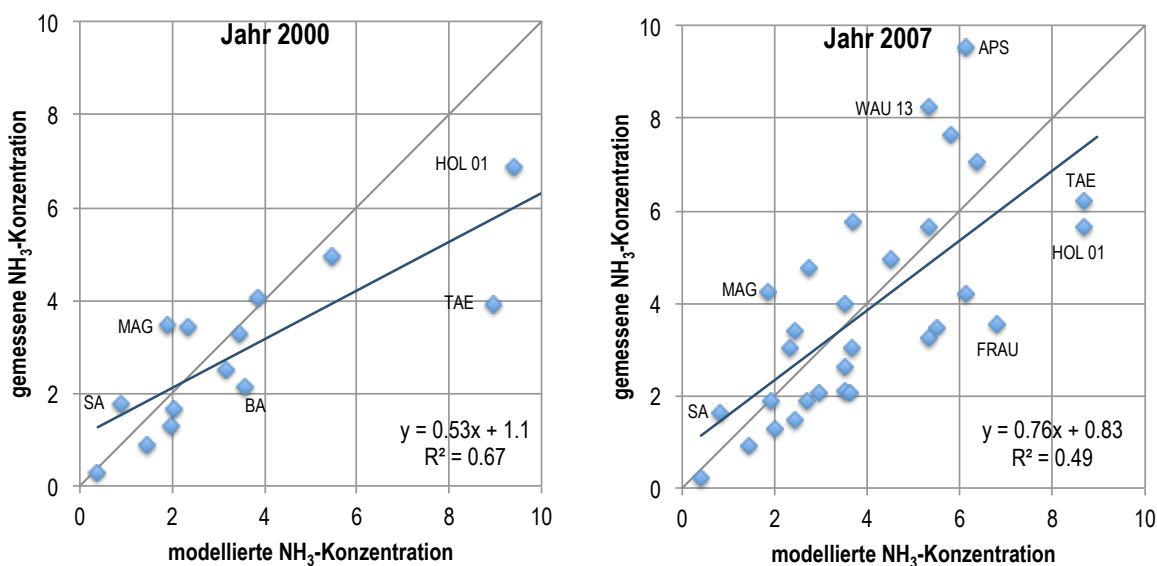


Abb. 8 Vergleich modellierter mit gemessenen NH₃- Konzentrationen, Jahre 2000 und 2007
Ländliche Standorte, die diagonale Linie entspricht der 1:1 Linie.

4.4 Zeitreihen der einzelnen Standorte

In den folgenden Abbildungen werden die Resultate der einzelnen Stationen als jährliche Boxplots (je aus den 12 Monatsmittelwerten berechnet) dargestellt, einerseits um den Vergleich unter den Stationen besser sichtbar zu machen, andererseits um die Entwicklung über diese zehn Jahre aufzuzeigen. Berücksichtigt wurden die Stationen an denen (auch) im Jahr 2011 gemessen wurde. Die Reihenfolge folgt der Tabelle 3.

Belastungstyp: Alp, oberhalb 1800 m ü. M.; Immissionstyp: $< 1 \mu\text{g m}^{-3}$

Abbildung 9 zeigt die Station Wengernalp (Alpsommerung von Rindern) mit sehr niedrigen "Hintergrundwerten", im Mittel deutlich unter $1 \mu\text{g m}^{-3}$, die sich über die zwölf Jahre auch nicht gross verändert haben. Die Werte liegen in der Grössenordnung des Kompensationspunktes (Andersen & Hovmand 1999).

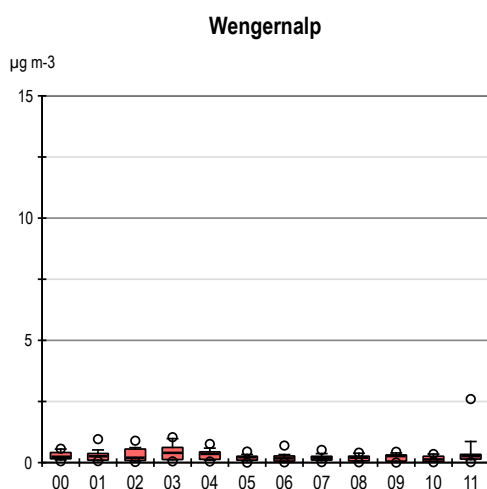


Abb. 9 Boxplots von WA

Monatsmittelwerte von Wengernalp (BE) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, oberhalb 900 m ü. M.; Immissionstyp: $1 - 3 \mu\text{g m}^{-3}$

Abbildung 10 und 11 zeigen die sieben höher gelegenen Stationen in Wiesen- und Weidegebieten. Die Jahresmittelwerte liegen bei 1 bis $3 \mu\text{g m}^{-3}$.

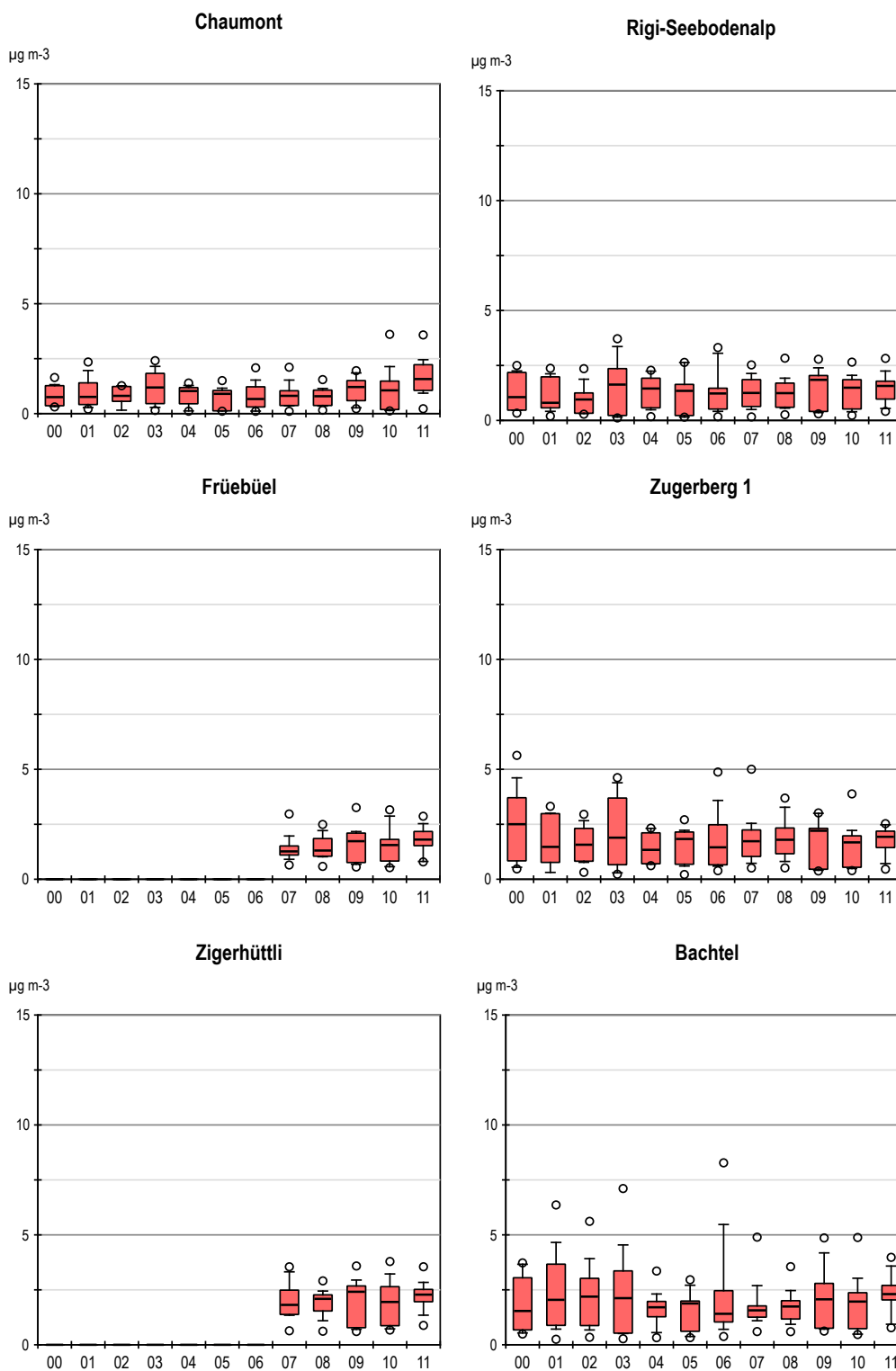


Abb. 10 Boxplots von CHA, RIG, FRÜE, ZB 01, ZIGE und BA Monatsmittelwerte von Chaumont (NE), Rigi-Seebodenalp (SZ), Fruebuel (ZG), Zugerberg 1 (ZG), Zigerhuetli (ZG) und Bachtel (ZH) als Boxplots dargestellt.

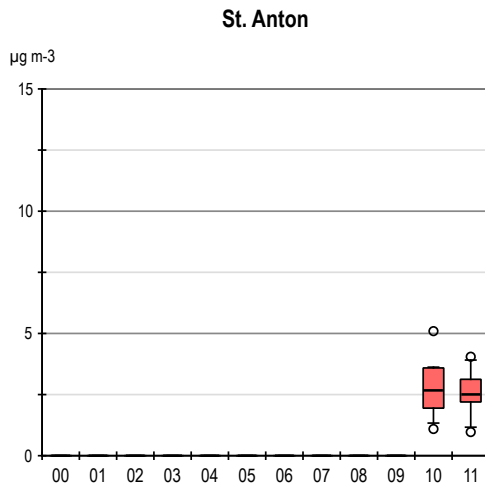


Abb. 11 Boxplots von AIO
 Monatsmittelwerte von St. Anton (AI) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, oberhalb 900 m ü. M.; **Immissionstyp:** 3 - 5 µg m⁻³

Abbildung 12 zeigt die höher gelegene Station Oberschrot 01 mit einem Jahresmittelwert im Bereich von 3 bis 5 µg m⁻³.

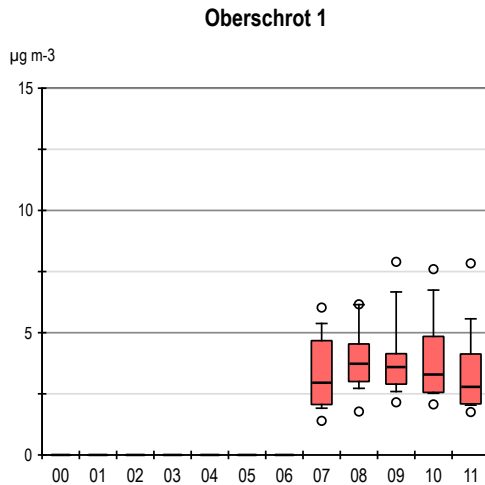


Abb. 12 Boxplots von OS01
 Monatsmittelwerte von Oberschrot 1 (FR) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, oberhalb 900 m ü. M.; Immissionstyp: 5 - 8 $\mu\text{g m}^{-3}$

Abbildung 13 zeigt die höher gelegene Station Meistersrüte mit einem Jahresmittelwert im Bereich von 5 bis 8 $\mu\text{g m}^{-3}$.

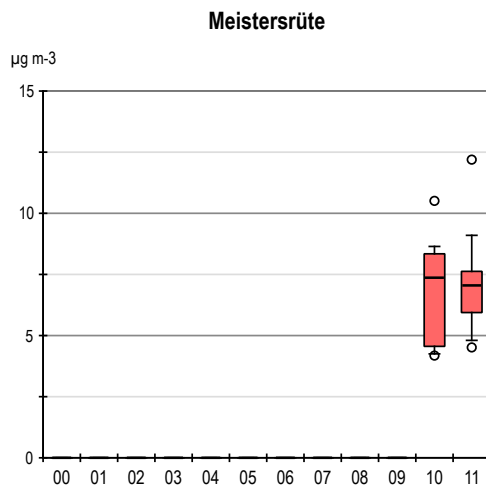


Abb. 13 Boxplots von AIM
Monatsmittelwerte von Meistersrüte (AI) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.; Immissionstyp: 1 - 3 $\mu\text{g m}^{-3}$

Abbildung 14 und 15 zeigen die vier ländlich gelegenen Stationen unterhalb 900 m ü. M. mit niedrigen Immissionen.

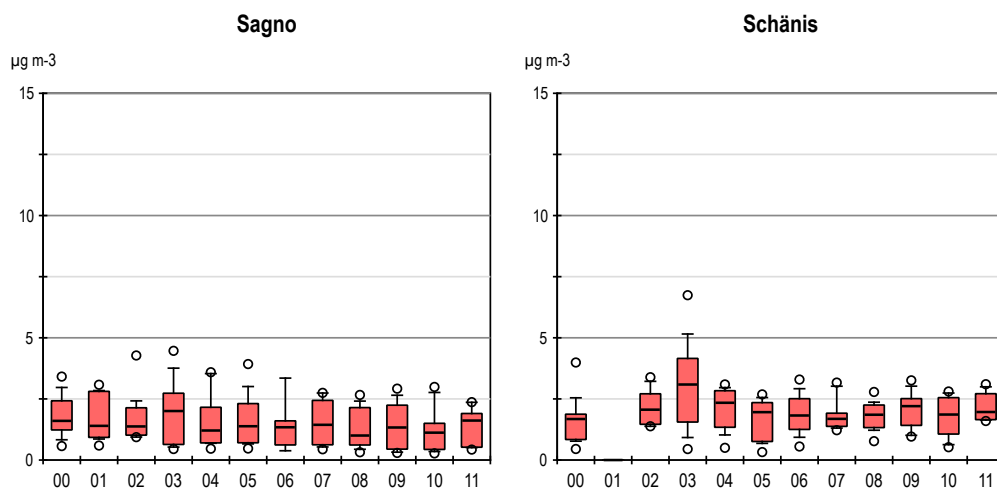


Abb. 14 Boxplots von SA und SCH
Monatsmittelwerte von Sagno (TI) und Schänis (SG) als Boxplots dargestellt.

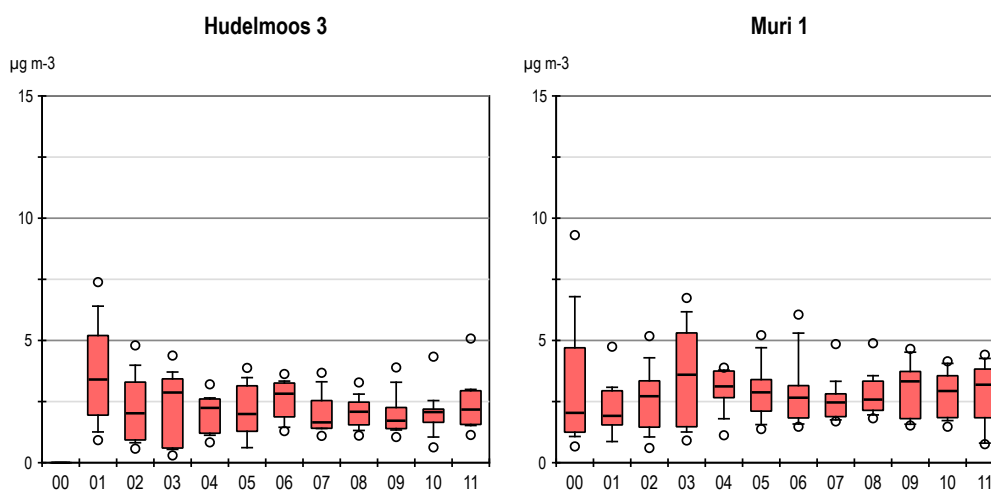


Abb. 15 Boxplots von HUD 3 und MU 01
 Monatsmittelwerte von Hudelmoos 3 (TG) und Muri 1 (AG) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.; Immissionstyp: 3 - 5 µg m⁻³

Abbildung 16 bis 18 zeigen die 14 landwirtschaftlich geprägten Stationen mit mittleren Immissionen von 3 – 5 µg m⁻³.

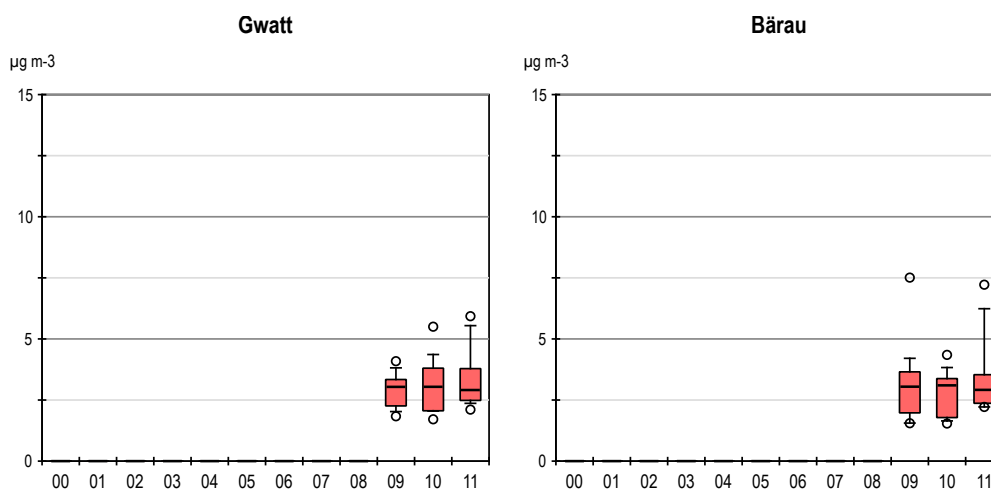


Abb. 16 Boxplots von VTG und IEB
 Monatsmittelwerte von Gwatt (BE) und Bärau (BE) als Boxplots dargestellt.

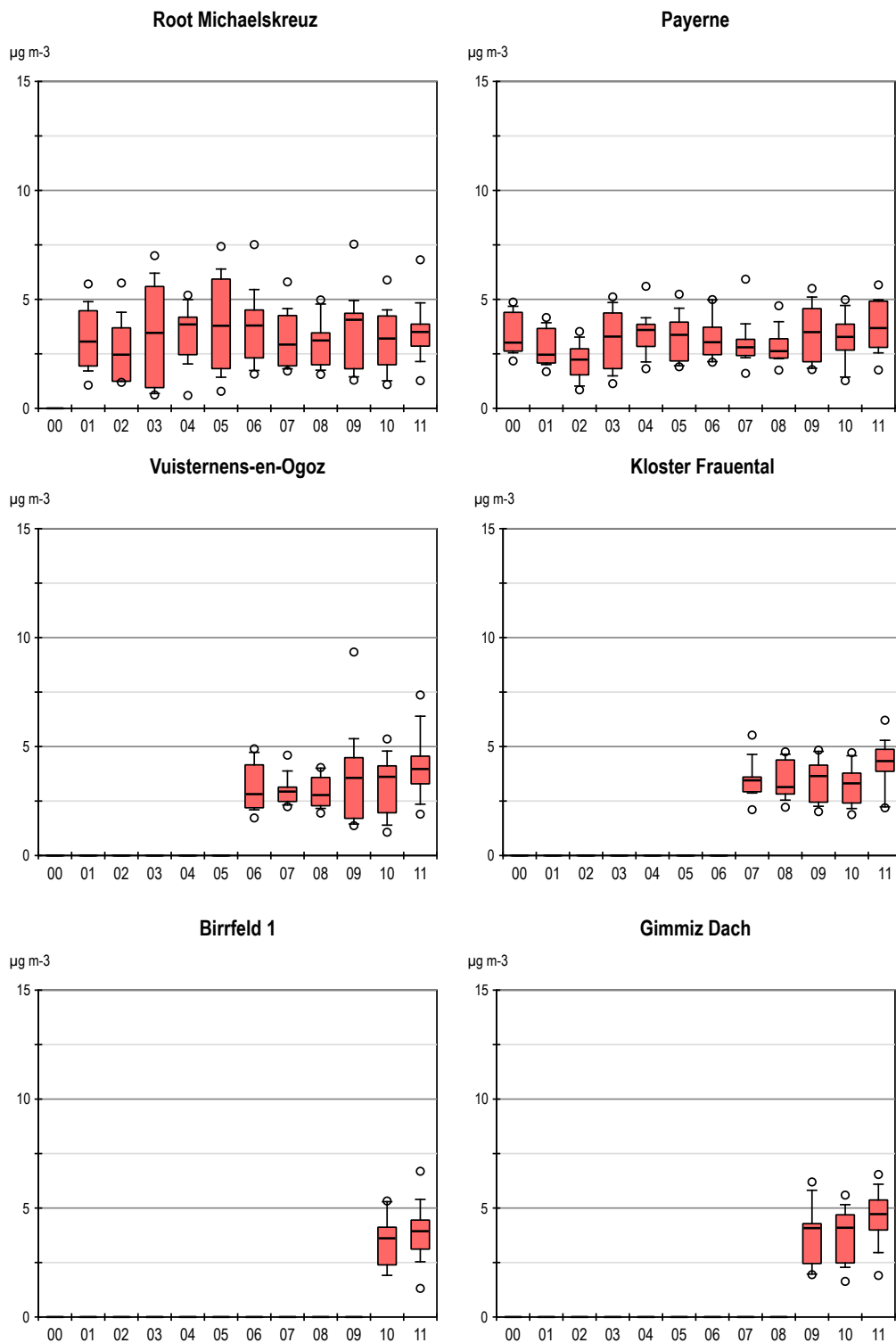


Abb. 17 Boxplots von RO, PAY, VU01, FRAU, BIR1 und WTG1
 Monatsmittelwerte von Root Michaelskreuz (LU), Payerne (VD), Vuisternens-en-Ogoz (FR), Kloster Frauental (ZG), Birrfeld 1 (AG) und Gimmiz Dach (BE) als Boxplots dargestellt.

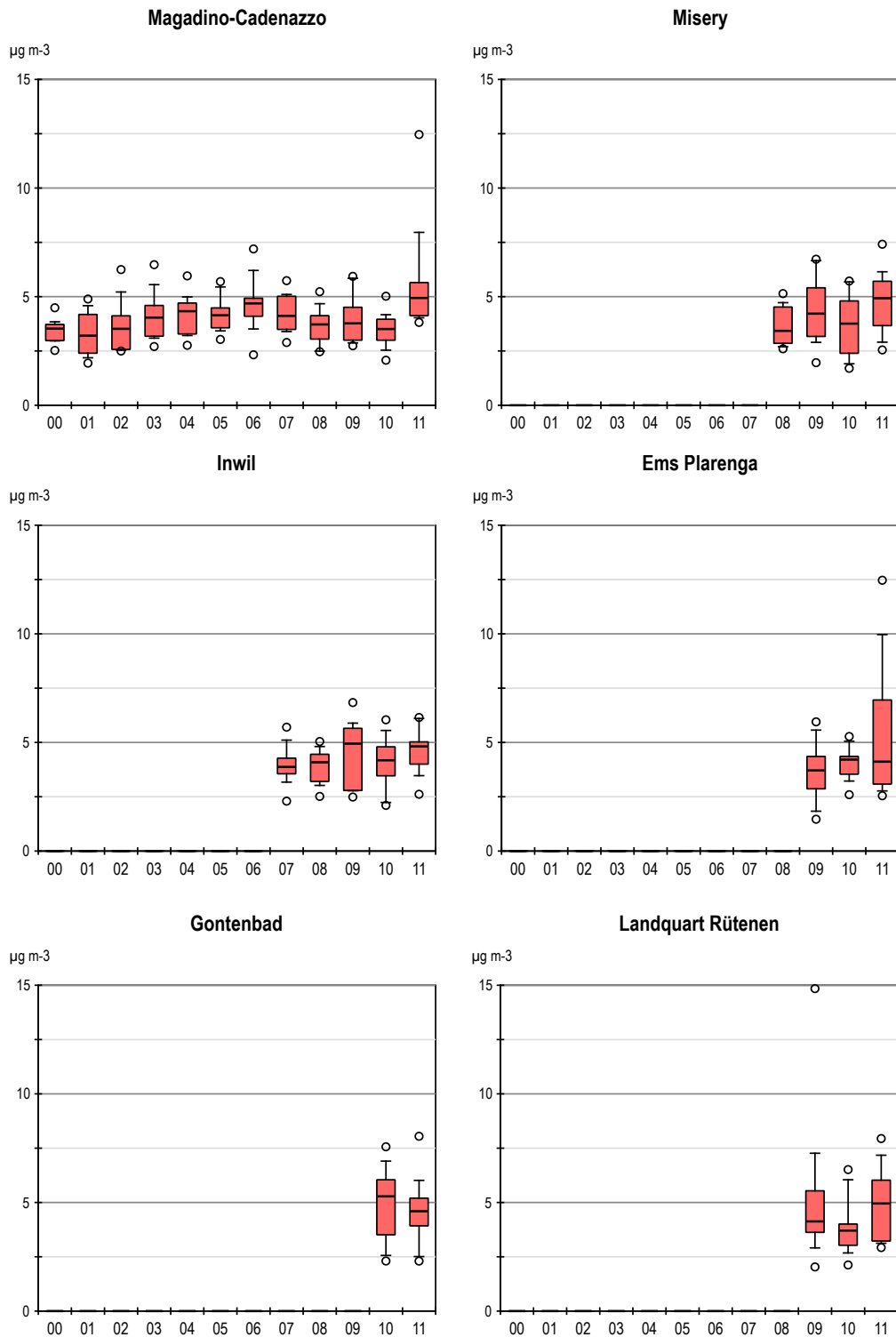


Abb. 18 Boxplots von MAG, MI01, INWI, N14, AIG und NMS
 Monatsmittelwerte von Magadino-Cadenazzo (TI), Misery (FR), Inwil (ZG), Ems Plarena (GR), Gontenbad (AI)
 und Landquart Rütene (GR) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.; Immissionstyp: 5 - 8 $\mu\text{g m}^{-3}$

Abbildung 19 bis 24 zeigen die 25 landwirtschaftlich geprägten Stationen mit höheren Immissionen von 5 – 8 $\mu\text{g m}^{-3}$.

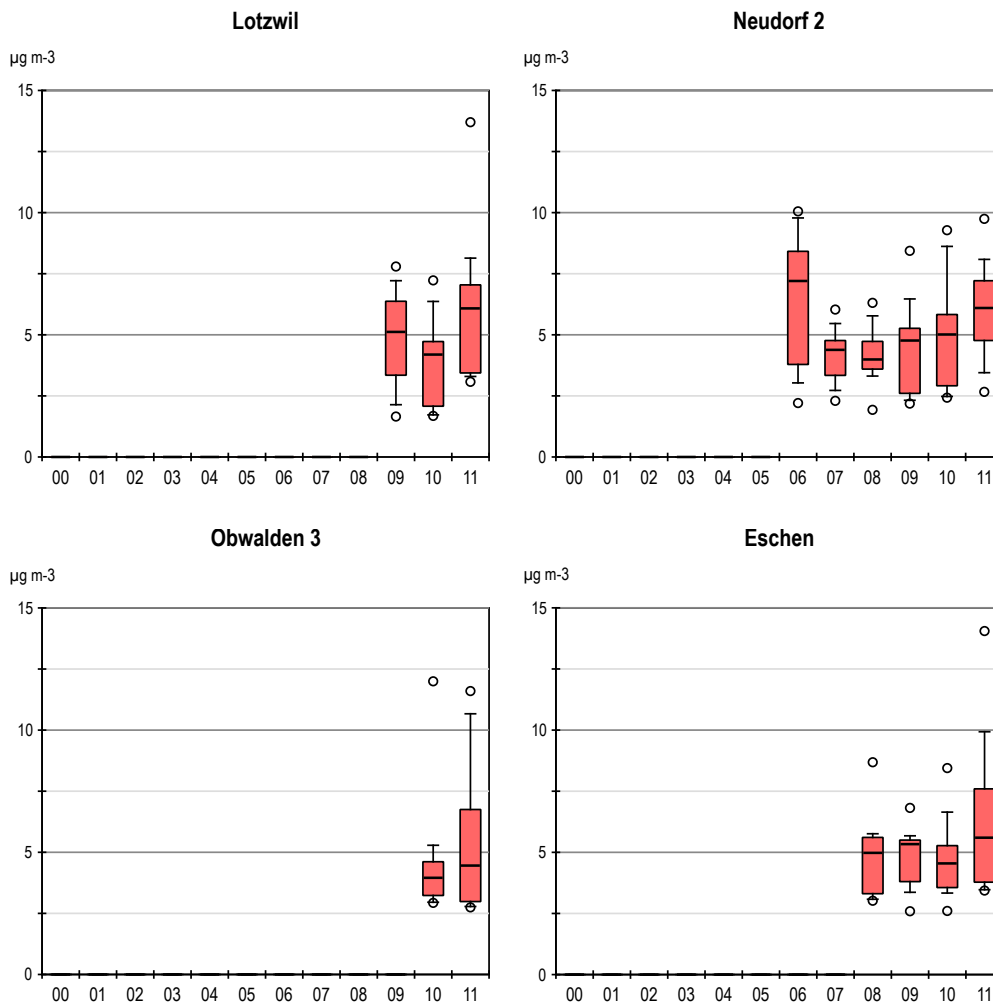


Abb. 19 Boxplots von HBL, NEU 02, OW-03 und EST
 Monatsmittelwerte von Lotzwil (BE), Neudorf 2 (LU), Obwalden 3 (OW) und Eschen (FL) als Boxplots dargestellt.

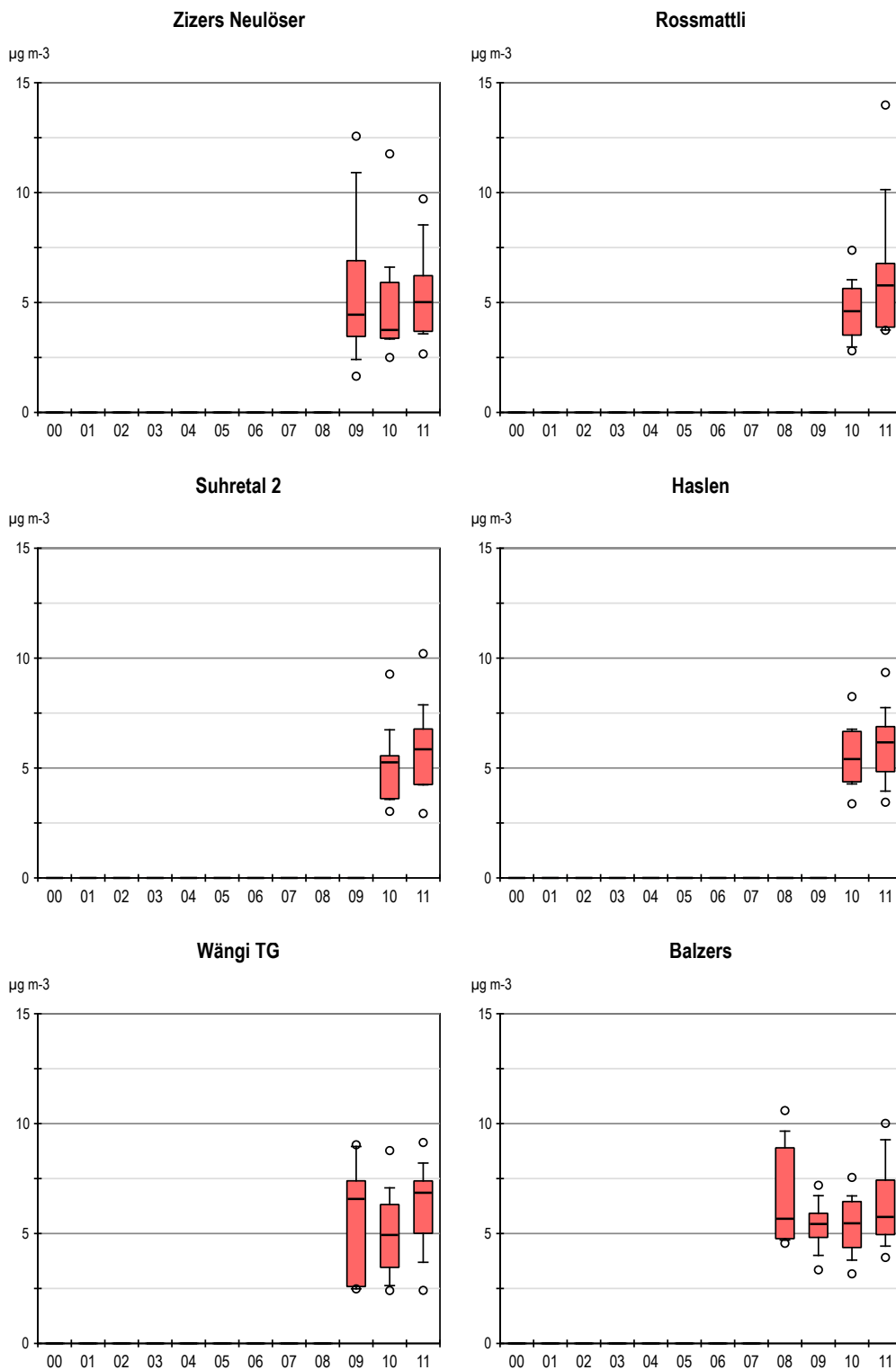


Abb. 20 Boxplots von NZI, SZ-03, SAM2, AIHA, WAEN und BAV Monatsmittelwerte von Zizers Neulöser (GR), Rossmattli (SZ), Suhretal 2 (AG), Haslen (AI), Wängi (TG) und Balzers (FL) als Boxplots dargestellt.

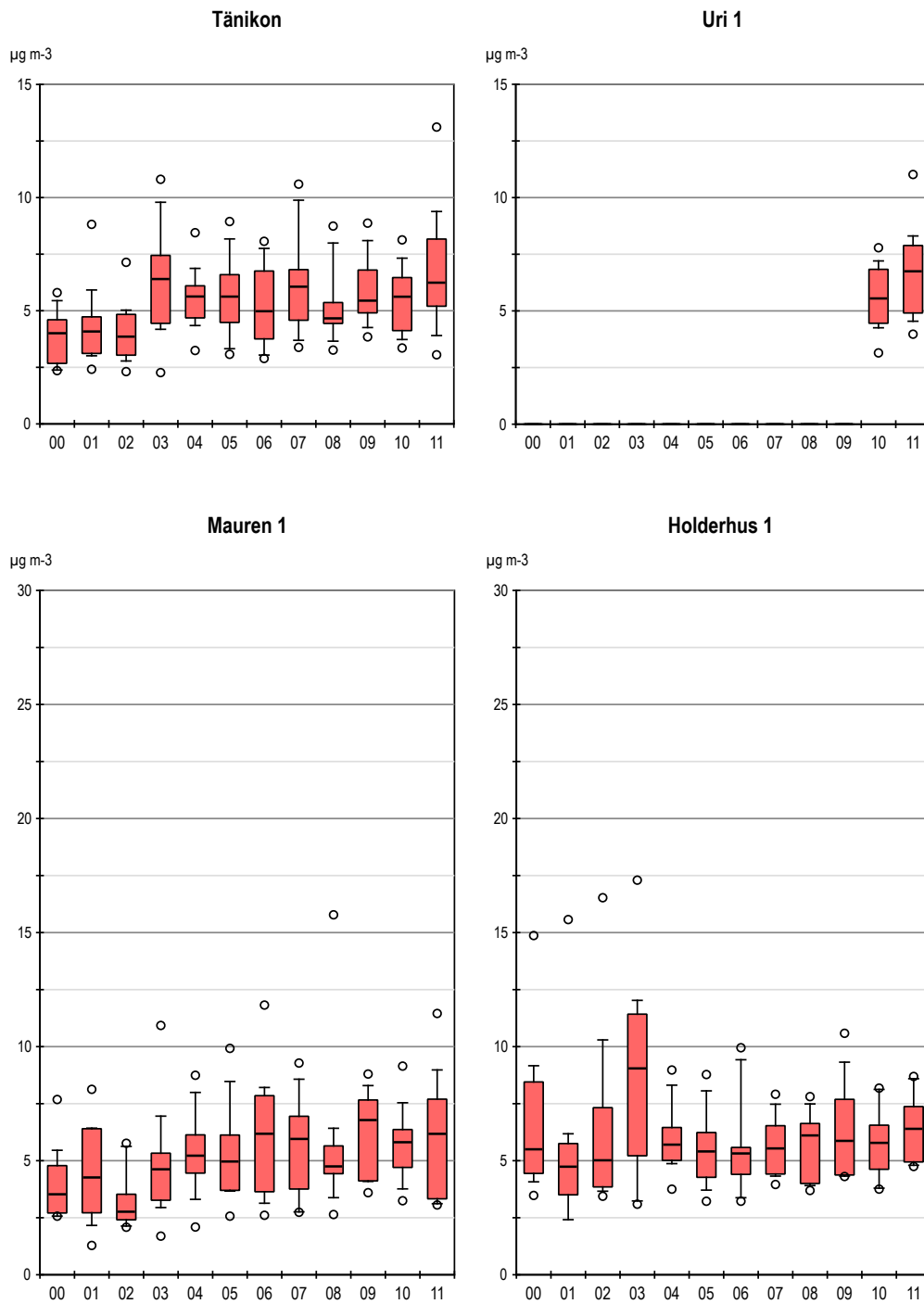


Abb. 21 Boxplots von TAE, URI 01, MAU 01 und HOL 01
 Monatsmittelwerte von Tänikon (TG), Uri 1 (UR), Mauren 1 (TG) und Holderhus 1 (LU) als Boxplots dargestellt.

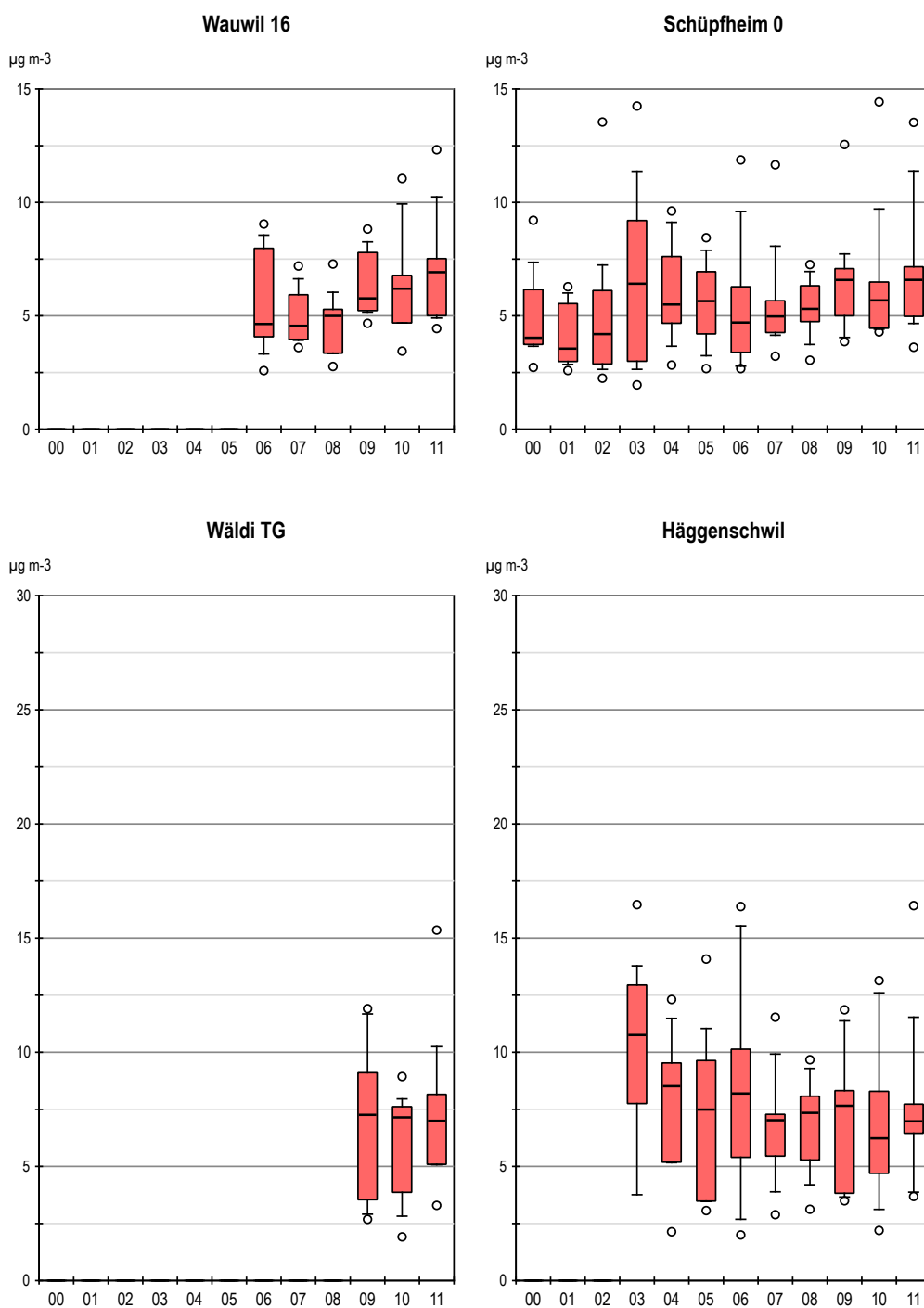


Abb. 22 Boxplots von WAU 16.4 und SCHÜ 00, WAEL und HÄG
 Monatsmittelwerte von Wauwil 16 (LU), Schüpheim 0 (LU), Wäldi (TG) und Haggenschwil (SG) als Boxplots dargestellt.

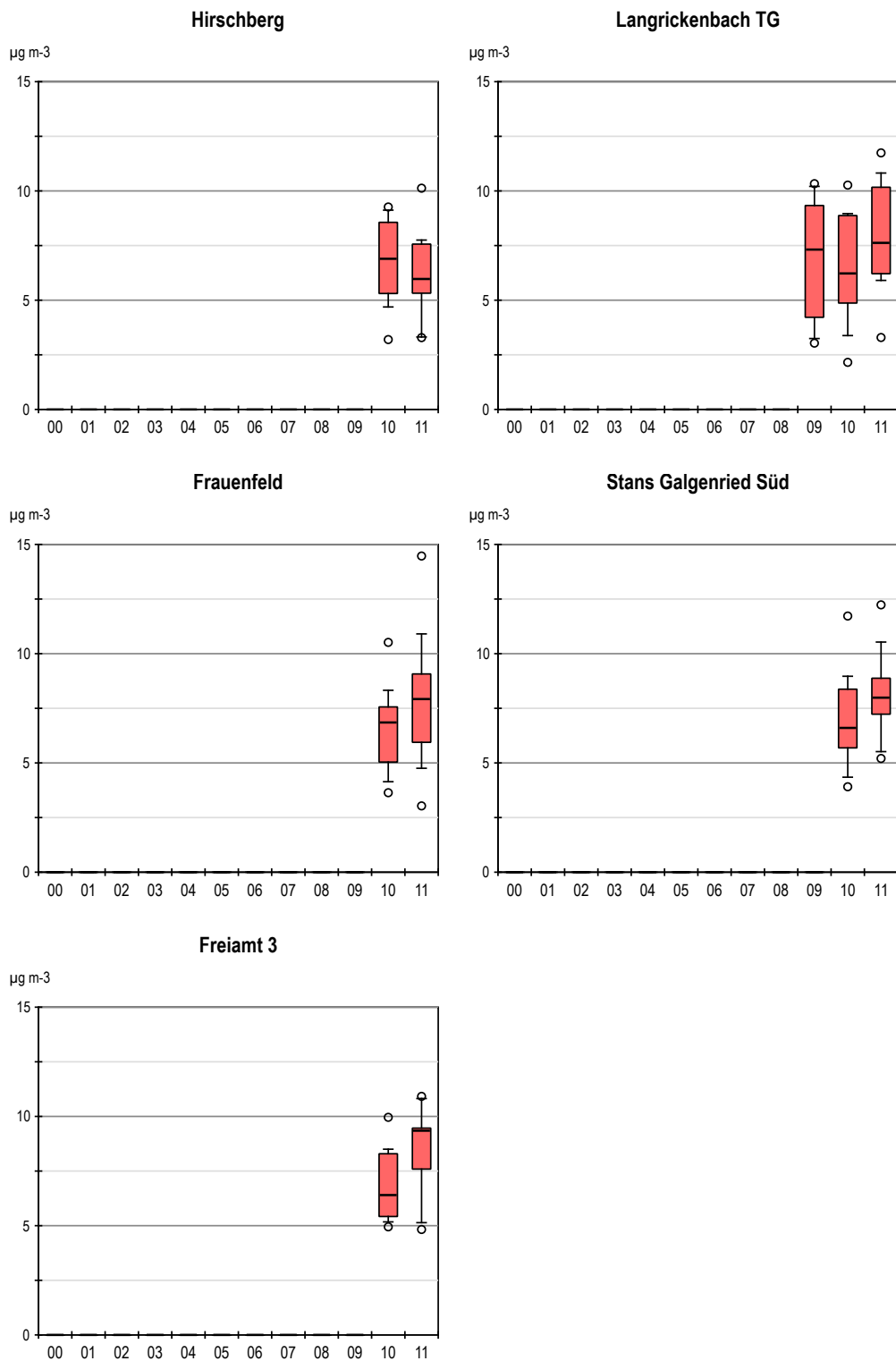


Abb. 23 Boxplots von AIHI, LANG, FRFE, NW-02 und SIN3 Monatsmittelwerte von Hirschberg (AI), Langrickenbach (TG), Frauenfeld (TG), Stans Galgenried Süd (NW) und Freiamt 3 (AG) als Boxplots dargestellt.

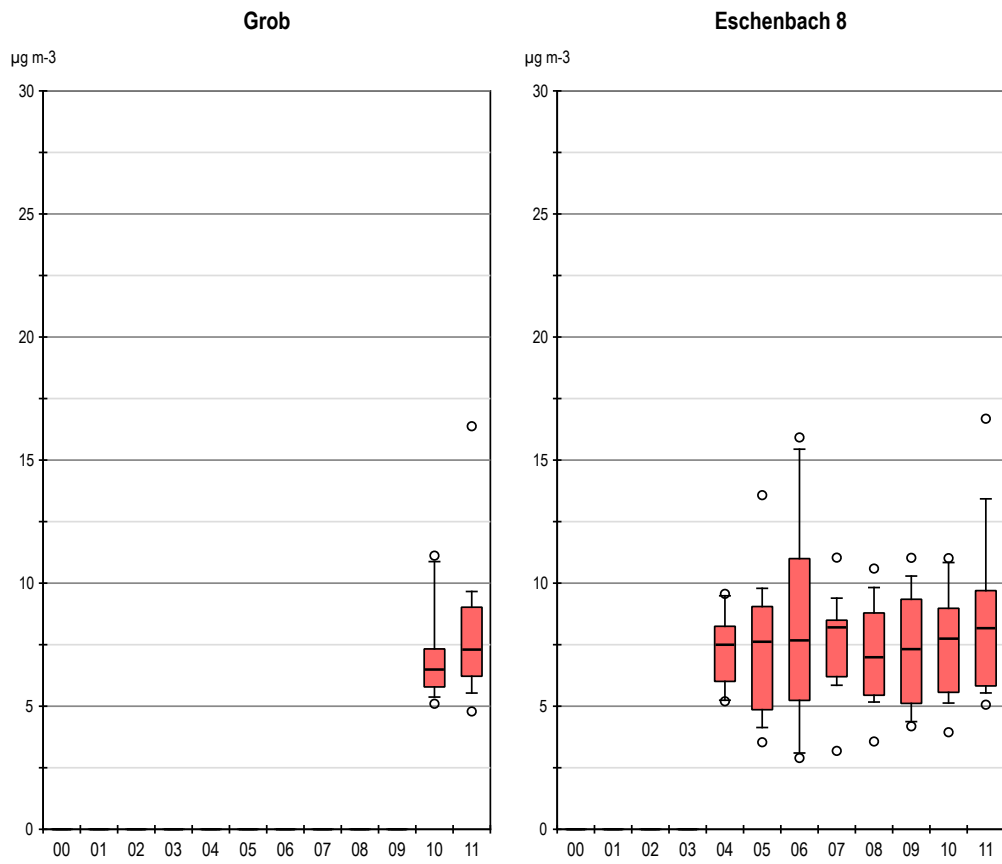


Abb. 24 Boxplots von ZG-02 und ESC 08
 Monatsmittelwerte von Grob (ZG) und Eschenbach 8 (LU) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.; Immissionstyp: > 8 $\mu\text{g m}^{-3}$

Abbildung 25 bis 26 zeigen die vier ländlich gelegenen stark landwirtschaftlich beeinflussten Stationen unterhalb 900 m ü. M. mit hohen Immissionen – Jahresmittel höher als 8 $\mu\text{g m}^{-3}$.

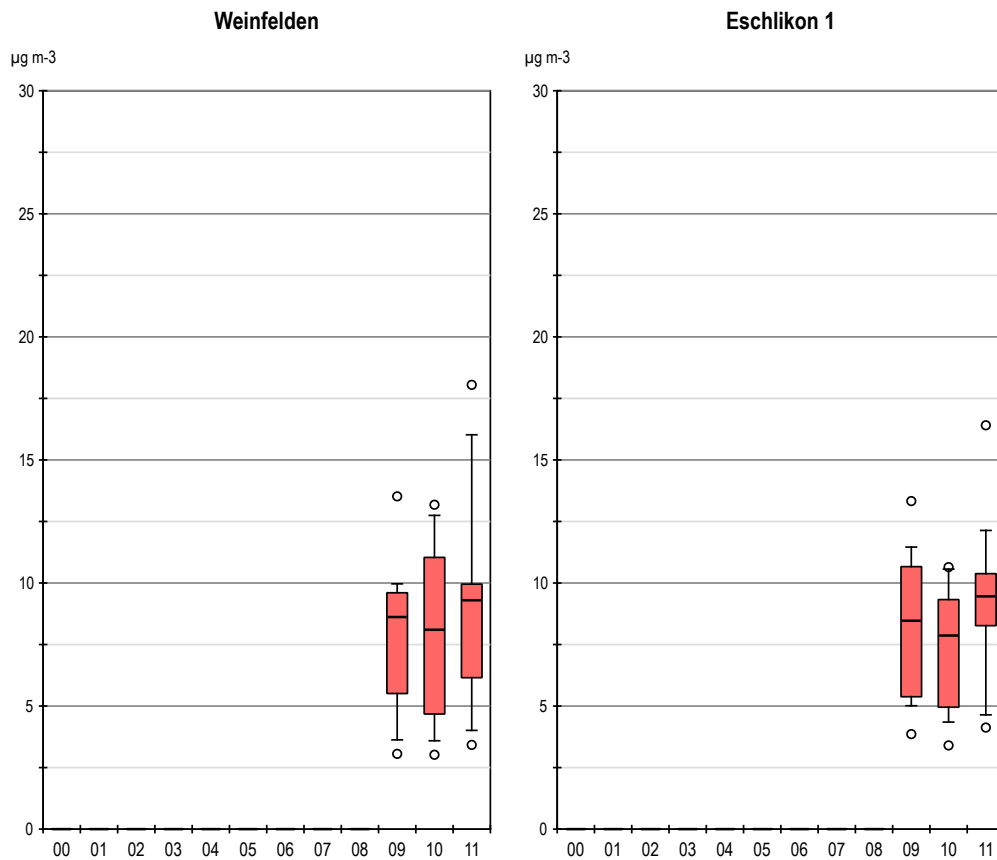


Abb. 25 **Boxplots von WEIN und ESCH 01**
Monatsmittelwerte von Weinfeld (TG) und Eschlikon 1 (TG) als Boxplots dargestellt.

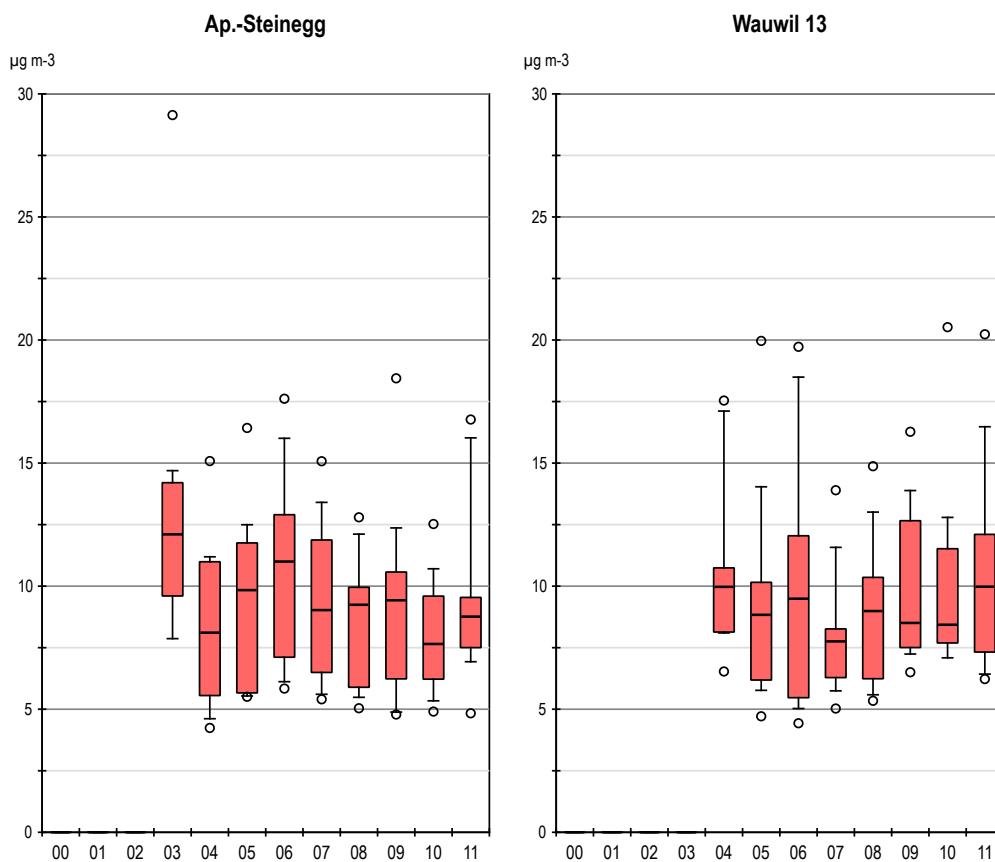


Abb. 26 Boxplots von APS und WAU 13
 Monatsmittelwerte von Ap.-Steinegg (AI) und Wauwil 13 (LU) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Ländlich, an Autobahn; Immissionstyp: 3 - 5 $\mu\text{g m}^{-3}$

Die Standorte Sion-Aéroport, San Vittore und Härkingen sind sowohl neben der Autobahn gelegen, wie auch von landwirtschaftlicher Fläche umgeben (Abb. 27).

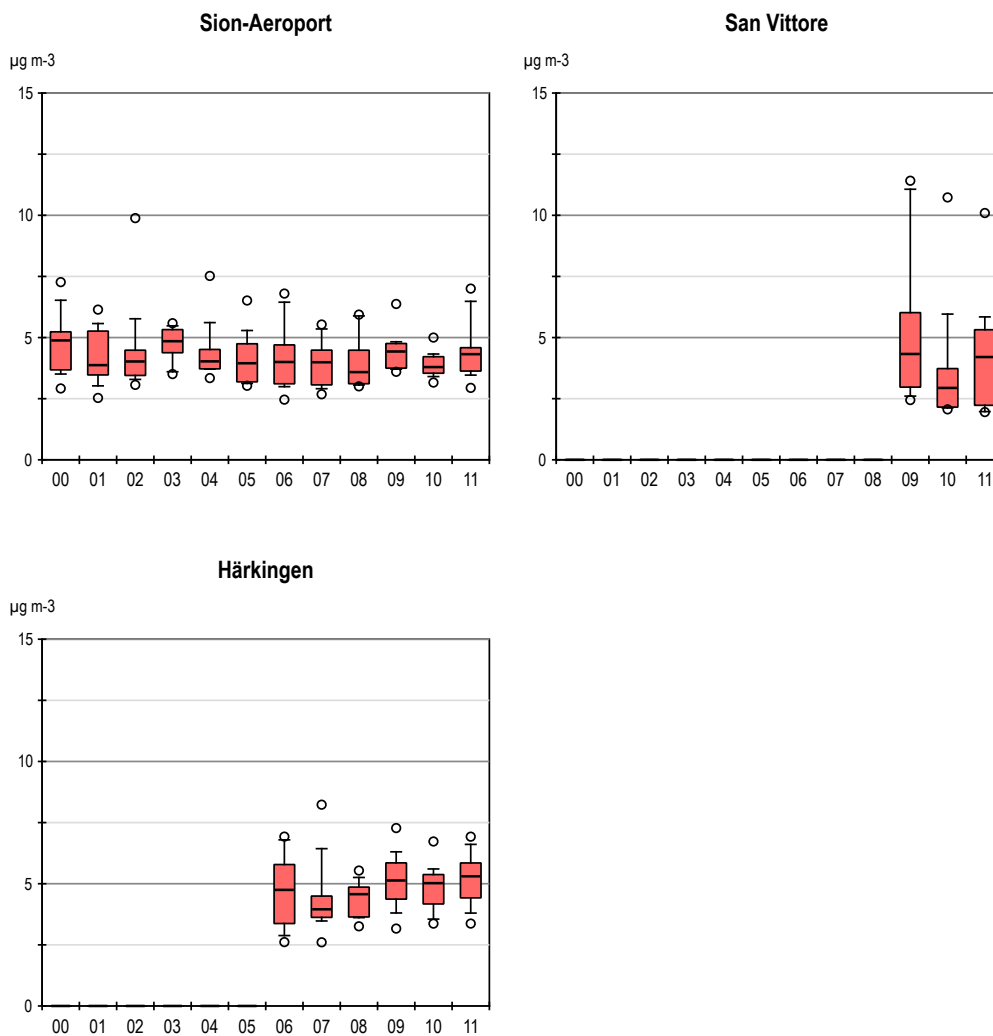


Abb. 27 Boxplots von SIO, NV4 und HAE
 Monatsmittelwerte von Sion-Aéroport (VS), San Vittore (GR) und Härkingen (SO) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Vorstädtisch; Immissionstyp: 1 – 3 $\mu\text{g m}^{-3}$

Abbildung 28 zeigt die Station Basel-Binningen, welche siedlungsnah aber nicht verkehrsexponiert liegt.

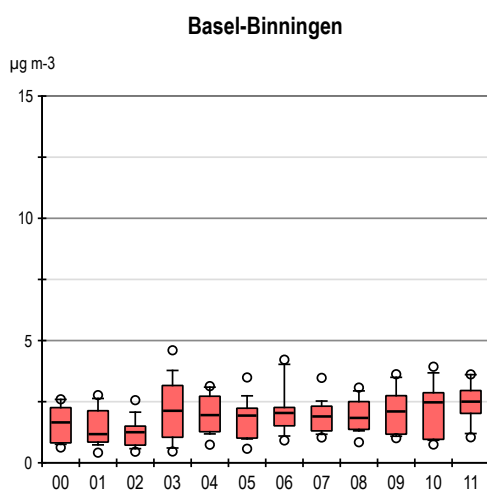


Abb. 28 **Boxplots von BAS**
 Monatsmittelwerte von Basel-Binningen (BL) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Städtisch; Immissionstyp: 1 – 3 $\mu\text{g m}^{-3}$

Die Station Lugano (Abb. 29) ist durch Gebäude von den umliegenden Strassen abgeschirmt. Die Jahresmittelwerte sind etwas tiefer als bei direkt an Strassen gelegenen städtischen Standorten (Abb. 30).

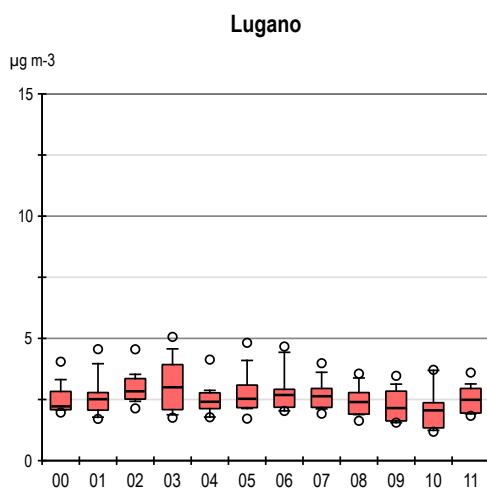


Abb. 29 **Boxplots von LUG**
 Monatsmittelwerte von Lugano (TI) als Boxplots dargestellt.

Belastungstyp: Städtisch, verkehrsbelastet; Immissionstyp: 3 – 5 $\mu\text{g m}^{-3}$

Abbildung 30 zeigt Resultate von Messungen in kleinstädtischer Umgebung. Rapperswil (auf dem Dach eines Hauses, das an der stark befahrenen Durchgangsstrasse im Zentrum steht) und der städtischen Station Schimmelstrasse, die direkt neben stark befahrenen Strassen liegt. Der starke Rückgang der Konzentrationen von 2008 zu 2010 an der Schimmelstrasse kann auf die starke Verminderung des Verkehrs auf der Westtangente (total: -35 %, Schwerverkehr: -85 %) nach der Eröffnung der Westumfahrung vom Mai 2009 zurückgeführt werden.

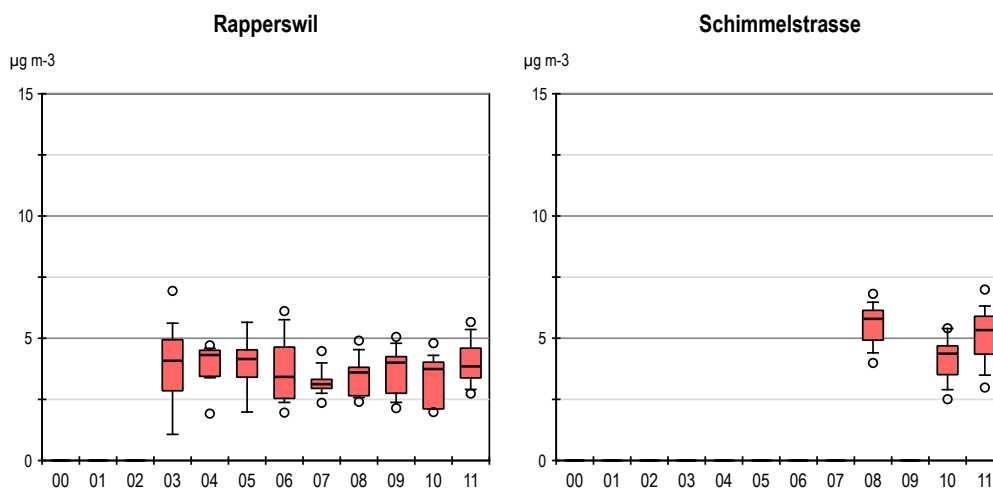


Abb. 30 Boxplots von RAP und WIE
 Monatsmittelwerte von Rapperswil (SG) und Schimmelstrasse (ZH) als Boxplots dargestellt. Schimmelstrasse: 2009 wurde die Westumfahrung eröffnet, der Verkehr beim Standort WIE nahm stark ab.

4.5 Jahresverläufe der Konzentrationen

Die Jahreszeitmuster waren bei fast allen Standorten über die zehn Messjahre ähnlich: im Sommer höhere Werte als im Winter. Dieser typische Verlauf ist wohl eine Folge der vermehrten landwirtschaftlichen Aktivitäten vom Frühling bis in den Herbst und der erhöhten Flüchtigkeit des Ammoniaks bei warmen Temperaturen.

An Standorten mit Gülleausbringung (Viehwirtschaft) wird der typische Jahresgang von Konzentrationsspitzen überlagert (Beispiel Schüpfheim), in Ackerbaugebieten sind die Schwankungen deutlich geringer (Beispiel Payerne). Trotz der unterschiedlichen Emissionssituation verlaufen die Konzentrationen ähnlich (Abb. 31).

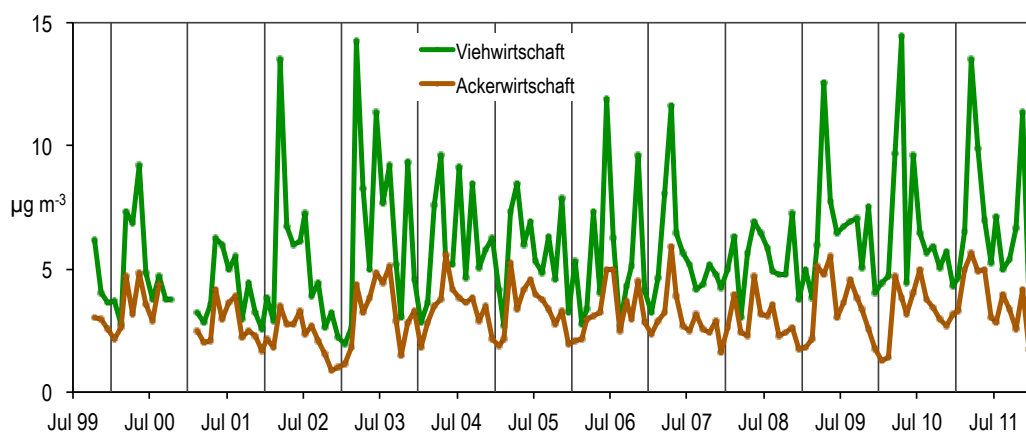


Abb. 31 Jahresverläufe an Standorten mit Viehwirtschaft und Ackerwirtschaft
Viehwirtschaft: (Beispiel Schüpfheim) typischer Jahresgang überlagert mit Konzentrationsspitzen bei landwirtschaftlicher Tätigkeit wie Gülleausbringung
Ackerwirtschaft: (Beispiel Payerne) typischer Jahresgang mit wenig hohen Spitzenwerten

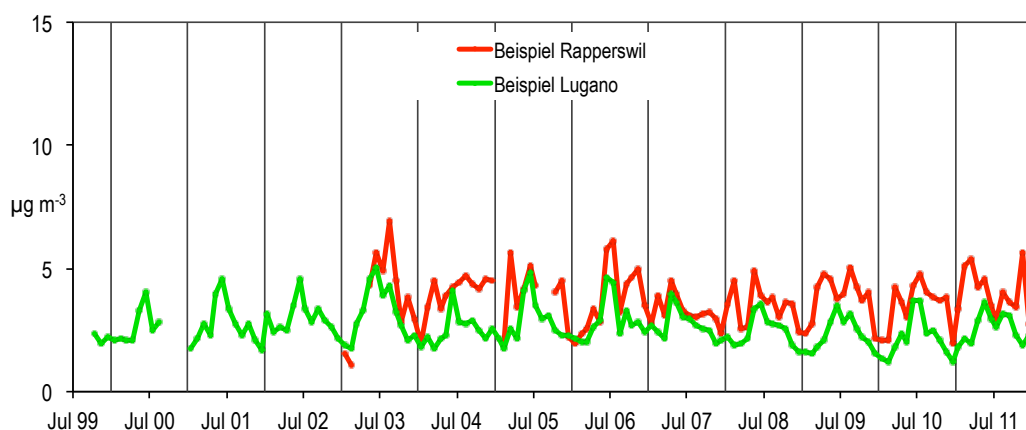


Abb. 32 Jahresverläufe an städtischen Standorten
relativ wenig Schwankung im Jahresverlauf
Rapperswil: Messung auf ca. 12 m oberhalb Strassenkreuzung (DTV = 24'000)
Lugano: Messung ca. 50 m entfernt von Strassen (Innenhofsituation)

Innerstädtische Standorte zeigen vergleichbare NH_3 -Konzentrationen und saisonale Variationen wie die Ackerbauregionen (Abb. 32). Neben dem Import aus ländlichen Gebieten hat die Siedlung eigene Ammoniakemittenten: Fahrzeuge, Kanalisation, Kehrriecht, Haustiere etc. Hingegen ist der gesamte Massenfluss in den besiedelten Gebieten viel kleiner als in der Landwirtschaftszone, da die städtischen Quellen auf einer insgesamt viel kleineren Fläche emittieren. Die relativ hohen Konzentrationen in überbautem Gebiet sind möglicherweise auch eine Folge von weniger Senken als in ländlichen Gebieten.

Bei der Station Sion-Aéroport, am Rand der Stadt neben dem Flugplatz, angrenzend an intensive Obstbaumkulturen und 50 m von der Autobahn entfernt, war der Jahresgang nicht positiv mit der Temperatur korreliert. Es wurden im Winter regelmässig höhere Werte gemessen als im Sommer (Abb. 33). Sion ist die einzige Station, die dem allgemeinen Jahreszeitmuster entgegenläuft. Im Rahmen der kontinuierlichen Ammoniakmessungen der Empa an diesem NABEL-Standort wurde dieses Phänomen bestätigt.

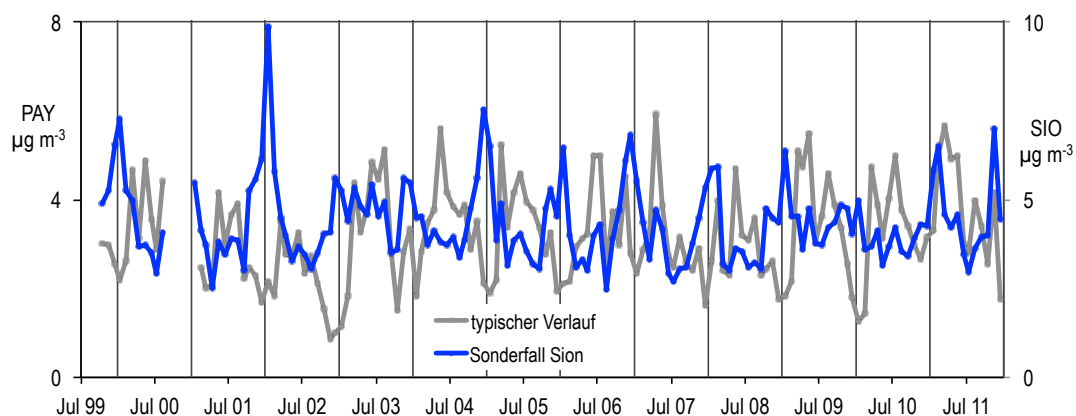


Abb. 33 **Sonderfall Sion**
Umgekehrter Jahresgang mit höheren Werten im Winter als im Sommer in Sion – verglichen mit einem typischen Jahresgang mit höheren Sommer- und niedrigeren Winterwerten (Beispiel Payerne)

5 Literatur

- Agridea, Landwirtschaftsamt Thurgau 2006: Projektskizze N-Effizienz der Hofdünger steigern durch Reduktion der Ammoniakverluste
- Andersen H. V., Hovmand, M. F. 1999: Review of dry deposition measurements of ammonia and nitric acid to forest, *Forest Ecology and Management* 114, 5-18
- BAFU 2011: BDM-Facts Nr.3
<http://www.biodiversitymonitoring.ch/de/downloads/broschueren.html> (Stand am 4.6.2012)
- BAFU und 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 2012: Auszug aus dem Emissionsinventar EMIS der Abt. Luftreinhaltung und NIS.
- BBI 2009: Konzept betreffend Lufthygienemassnahmen des Bundes. Bericht des Bundesrats 11.9.2009, Bundesblatt Nr. 40 6.10.2009, <http://www.admin.ch/ch/d/ff/2009/6585.pdf> (Stand am 4.4.2012)
- 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, <http://www.rivm.nl/cce> (Stand am 4.6.2012)
- BUWAL 2002: Ammoniak (NH₃)-Minderung bei der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Mitteilungen zur Luftreinhalte-Verordnung LRV, Nr. 13. BUWAL (ed.) Bern
- 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
- 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, 54 S. http://www.vti.bund.de/no_cache/de/startseite/vti-publikationen/landbauforschung-sonderhefte/landbauforschung-sonderheft-detailseite/Bestellartikel/feldexperiment-zum-methodenvergleich-von-ammoniak-und-ammonium-konzentrationsmessungen-in-der-umgeb.html (Stand am 4.4.2012)
- EMEP: EMEP manual for sampling and chemical analysis.
<http://www.nilu.no/projects/CCC/manual/> (Stand am 4.4.2012)
- EKL 2005: Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz. Status-Bericht der Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL), BAFU (ed.) Bern, Schriftenreihe Umwelt Nr. 384.
- Empa 2006: Chemische Zusammensetzung des Feinstaubes während der Smoglagen im Januar/Februar 2006. Abteilung Luftfremdstoffe/Umwelttechnik Empa Nr. 203'056/4
- FOEN 2012: Switzerland's Informative Inventory Report 2012 (IIR). Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Submission of March 2012. Federal Office for the Environment FOEN, Air Pollution and Non-Ionising Radiation Division, Bern.
<http://www.ceip.at/submissions-under-clrtap/2012-submissions/> (Stand am 4.4.2012)
- 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 Landwirtschaftsämtler Schweiz (KOLAS)

- Kupper T., Bonjour C., Achermann B., Zaucker F., Rihm B., Nyfeler-Brunner A., Leuenberger C., Menzi H., 2010: Ammoniakemissionen in der Schweiz: Neuberechnung 1990-2007, Prognose bis 2020. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Juli 2010. Verfügbar auf <http://www.agrammon.ch>
- 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 2012: Klimabulletin Jahr 2011. Zürich
http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/klima/klima_heute/jahresflash/bulletin2011.Par.0001.DownloadFile.tmp/klimabulletinjahr2011.pdf (Stand 23.3.2012)
- 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: Chapter 3: Mapping Critical Levels for Vegetation. Revision undertaken in Summer, 2010, to include new flux-based critical levels and response functions for ozone. Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads & Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends, Chapter 3: Mapping Critical Levels for Vegetation. 3.2. Critical levels for SO₂, NO_x and NH₃. In: Modelling and Mapping Manual of the LRTAP Convention. http://icpvegetation.ceh.ac.uk/manuals/mapping_manual.html (Stand am 4.4.2012)
- 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
- Seitler, E., Thöni, L., Schnyder R., Rihm B. 2011: Beschreibung der Standorte der Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz und Daten 2000 bis 2010. Bezugsquelle: FUB, 8640 Rapperswil
- Seitler, E., Thöni, L. 2009: Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz Sammel- und Messmethoden. 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 (ed.) 2010: Empirical critical loads and dose-response relationships. Workshop held from 23 to 25 June 2010 in Noordwijkerhout, the Netherlands. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Working Group on Effects, 13 July 2010, EB.AIR / WG.1 / 2010 / 14
- 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 2008: WMO Guide to meteorological instruments and methods of observation. WMO-No. 8 Seventh edition, Part I, Chap. 16.
http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/CIMO-Guide/CIMO_Guide-7th_Edition-2008.html (Stand am 4.4.2012)

6 Anhang

6.1 Standortbeschreibung tabellarisch

Beschreibung der Standorte, sortiert nach Belastungs- und Immissionstypen.

Nr. Code	Standort Name	Kt.	1:25 000 Stationsbetreiber Nr.	Koordinaten		Höhe m ü. M.	Relief	Expo- sition	Neigung > 5 % %	Höhe Sammler über Boden m
				E km	N km					
48 WA	Wengernalp	BE	1229 IAP	637.640	158.280	1880	H	W	36	2
2 CHA	Chaumont	NE	1144 NABEL	565.090	211.040	1137	H	SE	7	ca. 3.5
7 RIG	Rigi-Seebodenalp	SZ	1151 NABEL	677.845	213.462	1031	H	NW	30	ca. 2
41 FRÜE	Früebüel	ZG	1131 Kt. ZG	683.423	218.884	980	E	—	—	2.4
49 ZB 01	Zugerberg 1	ZG	1131 IAP	683.000	220.500	990	K	—	—	2.2
43 ZIGE	Zigerhütli	ZG	1132 Kt. ZG	691.689	220.849	989	H	W	—	2.3
14 BA	Bachtel	ZH	1113 OSTLUFT, FUB	710.350	239.600	930	H	E	18	1.4
64 AIO	St. Anton	AI	1095 Kt. AI	758.570	253.406	1071	H	—	—	2.5
46 OS 01	Oberschrot 1	FR	1206 IAP	586.700	175.800	900	H	E	8	2
61 AIM	Meistersrüte	AI	1095 Kt. AI	750.336	245.711	930	K	—	—	2.5
47 SA	Sagno	TI	1373 IAP	723.550	80.100	600	H	W	27	1.3
15 SCH	Schänis	SG	1133 OSTLUFT, WSL/LWF	722.923	223.521	630	H	W	59	2
12 HUD 3	Hudelmoos 3	TG	1074 OSTLUFT	739.080	265.550	520	E	—	—	1.7
45 MU 01	Muri 1	AG	1110 IAP	669.340	236.300	470	H	E	6	2
18 VTG	Gwatt	BE	1207 Kt. BE	614.540	174.585	558	E	—	—	7
17 IEB	Barau	BE	1168 Kt. BE	628.595	197.847	725	T	NW	—	7
29 RO	Root Michaelskreuz	LU	1131 Kt. LU	673.847	218.489	791	H	NW	17	1.7
6 PAY	Payerne	VD	1184 NABEL	562.285	184.775	489	E	—	—	ca. 3.5
21 VU01	Vuisternens-en-Ogoz	FR	1205 Kt. FR	569.708	173.324	850	K	—	—	3
40 FRAU	Kloster Frauental	ZG	1131 Kt. ZG	674.546	229.562	395	E	—	—	2.3
58 BIR1	Birrfeld 1	AG	1070 Kt. AG	658.980	254.775	393	E	—	—	ca. 3
19 WTG1	Gimmiz Dach	BE	1146 Kt. BE	585.511	211.410	444	E	—	—	30
5 MAG	Magadino-Cadenazzo	TI	1313 NABEL	715.500	113.200	204	E	—	—	ca. 3.5
20 MI01	Misery	FR	1185 Kt. FR	571.915	189.478	607	K	—	—	2.6
42 INWI	Inwil	ZG	1131 Kt. ZG	682.567	226.900	437	E	—	—	2.3
22 N14	Ems Plarenga	GR	1195 Kt. GR	755.100	189.730	570	E	—	—	ca. 2
63 AIG	Contenbad	AI	1095 Kt. AI	745.314	243.700	896	E	—	—	2.5
23 NMS	Landquart Rütönen	GR	1176 Kt. GR	761.785	204.850	529	E	—	—	ca. 2
16 HBL	Lotzwil	BE	1128 Kt. BE	625.558	226.796	509	E	—	—	3
28 NEU 02	Neudorf 2	LU	1130 Kt. LU	659.706	224.499	735	H	NE	6	3
53 OW-03	Obwalden 3	OW	1170 Kt. OW	664.798	195.978	560	E	—	—	ca. 4
51 EST	Eschen	FL	1135 Acontec	758.100	229.487	441	E	—	—	ca. 2
25 NZI	Zizers Neulöser	GR	1176 Kt. GR	761.250	201.200	527	E	—	—	ca. 2
55 SZ-03	Rossmattli	SZ	1152 Kt. SZ	692.550	207.040	500	E	—	—	3
59 SAM2	Suhretal 2	AG	1109 Kt. AG	646.488	236.250	493	H	SW	7	ca. 3
62 AIHA	Haslen	AI	1095 Kt. AI	745.830	248.340	768	H	—	—	2.5
38 WAEN	Wängi TG	TG	1073 Kt. TG	713.920	259.410	641	H	NE	7	3
50 BAV	Balzers	FL	1155 Acontec	756.662	215.349	473	E	—	—	ca. 1.8
9 TAE	Tänikon	TG	1073 NABEL	710.500	259.810	539	E	—	—	ca. 3.5
36 MAU 01	Mauren 1	TG	1054 Kt. TG	729.160	269.400	439	E	—	—	3
27 HOL 01	Holderhus 1	LU	1150 Kt. LU	657.129	216.962	590	H	N	7	4
56 URI 01	Uri 1	UR	1192 Kt. UR	691.655	188.171	455	E	—	—	3
32 WAU 16.4	Wauwil 16	LU	1129 Kt. LU	643.707	224.651	499	E	—	—	4
30 SCHÜ 00	Schüpheim 0	LU	1169 Kt. LU	644.727	201.091	735	H	SE	9	3
65 AIHI	Hirschberg	AI	1095 Kt. AI	750.310	244.398	890	H	—	—	2.5
37 WAEL	Wäldi TG	TG	1053 Kt. TG	723.863	276.672	572	E	—	—	3
35 LANG	Langrickenbach TG	TG	1054 Kt. TG	736.325	272.535	515	E	—	—	3
11 HAG	Häggenenschwil	SG	1075 OSTLUFT	743.660	261.770	555	E	—	—	1.7
34 FRFE	Frauenfeld	TG	1053 Kt. TG	707.594	269.988	384	E	—	—	3
54 NW-02	Stans Galgenried Süd	NW	1170 Kt. NW	669.272	201.761	440	E	—	—	3.6
57 ZG-02	Grob	ZG	1131 Kt. ZG	676.164	229.277	420	E	—	—	3
60 SIN3	Freiamt 3	AG	1130 Kt. AG	670.061	227.561	519	E	—	—	ca. 3
26 ESC 08	Eschenbach 8	LU	1130 Kt. LU	665.208	221.946	495	E	—	—	3
39 WEIN	Weinfelden	TG	1053 Kt. TG	723.552	270.148	422	E	—	—	3
33 ESCH 01	Eschlikon 1	TG	1073 Kt. TG	715.299	257.014	583	E	—	—	3
10 APS	Ap.-Steinegg	AI	1095 OSTLUFT	750.830	243.700	820	E	—	—	1.7
31 WAU 13	Wauwil 13	LU	1129 Kt. LU	644.669	224.165	501	E	—	—	ca. 3
8 SIO	Sion-Aeroport	VS	1306 NABEL	592.540	118.755	483	E	—	—	ca. 3.5
24 NV4	San Vittore	GR	1314 Kt. GR	727.760	121.500	270	E	—	—	ca. 2
3 HAE	Härkingen	SO	1108 NABEL	628.875	240.185	431	E	—	—	ca. 3.5
1 BAS	Basel-Binningen	BL	1067 NABEL	610.890	265.605	317	E	—	—	ca. 3.5
4 LUG	Lugano	TI	1353 NABEL	717.615	96.645	281	E	—	—	ca. 2
44 RAP	Rapperswil	SG	1112 FUB	704.500	231.520	430	E	—	—	ca. 12
13 WIE	Schimmelstrasse	ZH	1091 OSTLUFT	681.950	247.250	415	E	—	—	2.9

E Ebene
H Hang
K Kuppe
T Terrasse

Code	Belastungstyp	Immissi- onstyp $\mu\text{g m}^{-3}$	landwirtschaftliche Nutzung	Strassen- abstand	Verkehr DTV (% LKW)	Siedlungs- grösse		
WA	Alp, oberhalb 1800 m ü. M.	< 1	Alpweide	—	—	—		
CHA	Ländlich, oberhalb 900 m ü. M.	1 – 3	Wiesen, Weiden, Graswirtschaft	—	—	Einzelhöfe		
RIG			Wiesen, Weiden	—	—	Einzelhöfe		
FRUE			Wiesen, Weiden	—	—	Einzelhöfe		
ZB 01			Wiesen, Weiden	—	—	Einzelhöfe		
ZIGE			Wiesen, Weiden	—	—	Einzelhöfe		
BA			Wiesen, Weiden, Graswirtschaft	—	—	Einzelhöfe		
AIO			Landwirtschaft	—	—	Einzelhöfe		
OS 01	Ländlich, oberh. 900 m ü. M.	3 – 5	Wiesen, Weiden	—	—	Einzelhöfe		
AIM	Ländlich, oberh. 900 m ü. M.	5 – 8	Landwirtschaft	—	6500	Weiler		
SA	Ländlich,	1 – 3	Baumschule	200	—	Weiler		
SCH	unterhalb 900 m ü. M.		Waldlichtung, Schafweide	—	—	—		
HUD 3			Landwirtschaft, Naturschutzgebiet	—	—	—		
MU 01			Baumschule	—	—	grosses Dorf		
VTG	Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.	3 – 5	extensive Bewirtschaftung	—	—	Kleinstadt		
IEB			Wiesen, Weiden, wenig Ackerbau	—	—	kleines Dorf		
RO			Obst-, Graswirtschaft	—	—	Weiler		
PAY			Grasland, Ackerbau	—	—	grosses Dorf		
VU01			Gras-/Weidewirtschaft, Ackerbau	—	—	Einzelhöfe		
FRAU			Wiesen, Weiden	—	—	Weiler		
BIR1			Wiesen, Weiden	—	—	Einzelgebäude		
WTG1			Acker-, Gemüse-, Futter- und Obstbau	—	—	Einzelhof		
MAG			Obst- u. Gemüseanbau	—	—	Einzelgebäude		
MI01			Ackerbau, Gras-, Weidewirtschaft	—	—	Weiler		
INWI			Wiesen, Weiden	—	—	Kleinstadt		
N14			Wiese, Landwirtschaft	—	150	27'500 (6%)	kleines Dorf	
AIG			Landwirtschaft, Naturschutzgebiet	—	—	—	—	
NMS			Wiese, Landwirtschaft	—	—	—	kleines Dorf	
HBL			Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.	5 – 8	intensive Landwirtschaft	—	—	—
NEU 02					Weide, Acker	—	—	Einzelhöfe
OW-03					Wiesen, Weiden	—	—	Weiler
EST					Wiesen, Ried	—	—	grosses Dorf
NZI					Wiese, Landwirtschaft	—	—	Einzelhöfe
SZ-03	Wiesen, Weiden	—			—	—		
SAM2	Wiesen, Weiden	—			—	Einzelhöfe		
AIHA	—	—			—	Weiler		
WAEN	Wiesen, Weiden	—			—	Weiler		
BAV	Wiesen, Kuhweide	—			ca. 60 zur Hauptstrasse	ca. 7'100	grosses Dorf	
TAE	intensive Landwirtschaft	—			—	—	grosses Dorf	
MAU 01	int. Landwirtschaft, Acker, Obstbau	—			150	3'000 (<5%)	Weiler	
HOL 01	Obstbau, Wiese	—			—	—	grosses Dorf	
URI 01	offenes Wiesland, Futterbau, Weide	—			125	—	Einzelhöfe	
WAU 16.4	Naturschutzgebiet, Wiesen	—	—	—	—			
SCHÜ 00	Wiesen, Weiden	—	—	—	grosses Dorf			
AIHI	Landwirtschaft	—	—	—	Einzelhöfe			
WAEI	Grasland, Ackerbau	—	—	—	Weiler			
LANG	Wiesen, Ackerbau	—	100	?	kleines Dorf			
HÄG	intensive Tierwirtschaft	—	—	—	Weiler			
FRFE	Ackerbau, Tierwirtschaft	—	—	—	Einzelhöfe			
NW-02	Wiesen, Weiden	—	—	—	—			
ZG-02	Wiesen, Weiden, Ackerbau	—	—	—	Einzelhöfe			
SIN3	Wiesen, Weiden	—	—	—	Weiler			
ESC 08	intensive Landwirtschaft	—	—	—	Einzelhöfe			
WEIN	Ländlich, unterhalb 900 m ü. M.	> 8	Wiesen, Ackerbau	—	—	Einzelhof		
ESCH 01			intensive Landwirtschaft	180	?	Einzelhöfe		
APS			intensive Tierwirtschaft	—	—	Weiler		
WAU 13			sehr intensive Landwirtschaft	—	—	—		
SIO	Ländlich, an Autobahn	3 – 5	Obstbau	30	30'000 (5%)	Einzelgebäude		
NV4			Wiese, Landwirtschaft	200	11'500, 6%	Einzelgebäude		
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		
RAP	Städtisch, verkehrsbelastet	3 – 5	—	15	24'000 (6%)	Kleinstadt		
WIE			—	5	0 (8%) (bis Mai 0 Stadt	—		

Strassenabstand: — = > 200 m

Verkehr DTV: — = < 2000 Fahrzeuge

6.2 Ammoniakkonzentrationen: Jahres- und saisonale Mittelwerte

Jahres- und Saisonmittelwerte der Ammoniakkonzentrationen in Luft (gewichtet) von 2000 bis 2011, Einheit: $\mu\text{g m}^{-3}$, sortiert nach Belastungstypen. Die Werte sind aufgeführt, wenn mindestens über 80 % der Zeitspanne exponiert wurde.

Nr. Code	Standort Name	Belastung Immission	Ammoniakkonzentration in Luft													
			Jahresmittelwerte													
			$\mu\text{g m}^{-3}$	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
48 WA	Wengernalp	Alp, >1800 m	<1	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
2 CHA	Chaumont	Land, >900 m	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	
7 RIG	Rigi-Seebodenalp	Land, >900 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	
41 FRÜE	Früebüel	Land, >900 m									1.4	1.5	1.6	1.6	1.8	
49 ZB 01	Zugerberg 1	Land, >900 m		2.5	1.7	1.6	2.3	1.4	1.6	1.8	1.9	1.8	1.8	1.6	1.8	
43 ZIGE	Zigerhütli	Land, >900 m									2.1	1.9	2.1	2.0	2.3	
14 BA	Bachtel	Land, >900 m		2.1	2.5	2.3	2.5	1.7	1.7	2.5	2.1	1.7	2.3	2.0	2.4	
64 AIO	St. Anton	Land, >900 m												2.6	2.6	
46 OS 01	Oberschrot 1	Land, >900 m	3-5								3.5	4.0	4.0	4.0	3.5	
61 AIM	Meistersrüte	Land, >900 m	5-8												6.8	7.2
47 SA	Sagno	Land, <900 m	1-3	1.8	1.8	1.8	2.0	1.7	1.7	1.5	1.6	1.4	1.5	1.2	1.4	
15 SCH	Schänis	Land, <900 m		1.8		2.2	3.3	2.2	1.8	1.9	1.9	1.8	2.1	1.9	2.2	
12 HUD 3	Hudelmoos 3	Land, <900 m			3.4	2.3	2.5	2.0	2.2	2.6	2.1	2.1	2.1	2.1	2.4	
45 MU 01	Muri 1	Land, <900 m		3.3	2.2	2.7	3.6	3.0	3.0	2.9	2.6	2.9	3.1	2.9	2.8	
18 VTG	Gwatt	Land, <900 m	3-5										3.0	3.1	3.4	
17 IEB	Bärau	Land, <900 m											3.3	2.9	3.5	
29 RO	Root Michaelskreuz	Land, <900 m			3.2	2.9	3.5	3.5	4.0	3.8	3.3	3.1	3.7	3.2	3.6	
6 PAY	Payerne	Land, <900 m		3.4	2.7	2.2	3.3	3.5	3.4	3.3	3.0	2.9	3.5	3.3	3.8	
21 VU01	Vuisternens-en-Ogoz	Land, <900 m								3.1	3.0	3.0	3.9	3.3	4.2	
40 FRAU	Kloster Frauental	Land, <900 m									3.6	3.5	3.5	3.3	4.3	
58 BIR1	Birrfeld 1	Land, <900 m												3.6	3.9	
19 WTG1	Gimmiz Dach	Land, <900 m											4.0	3.9	4.6	
5 MAG	Magadino-Cadenazzo	Land, <900 m		3.5	3.3	3.7	4.3	4.2	4.3	4.7	4.2	3.7	4.0	3.5	5.6	
20 MI01	Misery	Land, <900 m										3.7	4.6	3.8	4.8	
42 INWI	Inwil	Land, <900 m									4.0	3.9	4.7	4.1	4.6	
22 N14	Ems Plarena	Land, <900 m											3.7	4.1	5.6	
63 AIG	Gontenbad	Land, <900 m												4.8	4.7	
23 NMS	Landquart Rütönen	Land, <900 m											5.3	3.9	5.1	
16 HBL	Lotzwil	Land, <900 m	5-8										5.1	4.2	5.8	
28 NEU 02	Neudorf 2	Land, <900 m								6.4	4.2	4.2	4.7	5.2	6.1	
53 OW-03	Obwalden 3	Land, <900 m												4.6	5.5	
51 EST	Eschen	Land, <900 m										4.7	4.9	4.8	6.6	
25 NZI	Zizers Neulöser	Land, <900 m											5.8	5.0	5.5	
55 SZ-03	Rossmattli	Land, <900 m												4.7	6.4	
59 SAM2	Suhretal 2	Land, <900 m												5.2	6.0	
62 AIHA	Haslen	Land, <900 m												5.5	6.1	
38 WAEN	Wängi TG	Land, <900 m											6.1	5.1	6.4	
50 BAV	Balzers	Land, <900 m										6.3	5.5	5.5	6.4	
9 TAE	Tänikon	Land, <900 m		3.9	4.4	4.1	6.5	5.7	5.7	5.3	6.2	5.2	6.0	5.5	6.9	
36 MAU 01	Mauren 1	Land, <900 m		4.1	4.4	3.4	5.0	5.4	5.5	6.3	5.8	5.7	6.2	5.8	6.3	
27 HOL 01	Holderhus 1	Land, <900 m		6.9	5.5	6.5	8.7	6.0	5.6	5.7	5.7	5.8	6.5	5.8	6.6	
56 URI 01	Uri 1	Land, <900 m												5.7	6.7	
32 WAU 16.4	Wauwil 16	Land, <900 m								5.5	5.0	4.7	6.4	6.6	7.4	
30 SCHÜ 00	Schüpfheim 0	Land, <900 m		4.9	4.1	5.3	6.9	6.1	5.7	5.6	5.6	5.4	6.6	6.7	7.2	
65 AIHI	Hirschberg	Land, <900 m												6.6	6.3	
37 WAEL	Wäldi TG	Land, <900 m											7.2	6.2	7.5	
35 LANG	Langgrickenbach TG	Land, <900 m											7.2	6.6	8.1	
11 HÄG	Hägenschwil	Land, <900 m					10.2	8.0	7.5	8.6	7.1	6.9	7.5	7.0	7.9	
34 FRFE	Frauenfeld	Land, <900 m												6.6	8.1	
54 NW-02	Stans Galgenried Süd	Land, <900 m												7.1	8.2	
57 ZG-02	Grob	Land, <900 m												7.3	8.1	
60 SIN3	Freiamt 3	Land, <900 m												6.8	8.6	
26 ESC 08	Eschenbach 8	Land, <900 m						7.0	7.6	8.7	7.7	7.3	7.5	7.6	8.9	
39 WEIN	Weinfelden	Land, <900 m	>8										8.0	8.2	9.3	
33 ESCH 01	Eschlikon 1	Land, <900 m											8.6	7.5	9.5	
10 APS	Ap.-Steinegg	Land, <900 m					13.3	8.8	9.6	10.9	9.5	8.7	9.4	8.1	9.5	
31 WAU 13	Wauwil 13	Land, <900 m						10.1	9.6	10.4	8.2	9.0	10.2	9.9	10.9	
8 SIO	Sion-Aerport	Land, Autobahn	3-5	4.8	4.2	4.6	4.8	4.4	4.2	4.3	4.0	4.0	4.5	3.9	4.6	
24 NV4	San Vittore	Land, Autobahn											5.4	3.9	4.3	
3 HAE	Härkingen	Land, Autobahn								4.9	4.5	4.5	5.1	4.9	5.2	
1 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	
4 LUG	Lugano	Stadt	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	
44 RAP	Rapperswil	Stadt, Verkehr	3-5				3.9	4.0	3.9	3.8	3.3	3.5	3.8	3.5	4.0	
13 WIE	Schimmelstrasse	Stadt, Verkehr										5.6		4.2	5.1	

Code	Ammoniakkonzentration in Luft Wintermittelwerte											Ammoniakkonzentration in Luft Frühlingsmittelwerte													
	$\mu\text{g m}^{-3}$											$\mu\text{g m}^{-3}$													
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
WA	0.2		0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.2	0.5	0.4	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.3	
CHA	0.3		0.9		0.3	0.1	0.1	0.5	0.5	0.2	0.3	1.0	1.3	1.2	1.0	1.5	1.1	0.9	0.7	1.4	0.9	1.7	1.2	2.4	
RIG	0.4		0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.6	0.7	0.3	0.3	0.7	1.5	1.1	1.3	2.1	1.5	1.8	1.2	2.0	1.6	2.2	1.6	2.2	
FRÜE									1.4	0.6	0.7	1.0							2.3	1.4	2.5	1.9	2.4		
ZB 01	0.6		0.7	0.3	0.7	0.6	0.5	0.9	1.1	0.5	0.4	0.8	2.7	1.5	1.8	2.8	1.1	2.1	1.2	2.9	2.7	2.7	2.4	2.5	
ZIGE									1.3	0.6	0.8	1.3							3.3	2.1	2.7	2.5	2.9		
BA	0.6	1.4	1.2	0.4	0.5	0.8	0.5	1.3	1.2	0.6	0.7	1.1	2.8	2.2	2.9	3.9	1.7	2.4	2.6	4.1	2.0	3.3	2.4	3.5	
AIO												1.5											3.0	3.5	
OS 01									3.8	4.5	3.0	3.0								5.0	3.7	6.2	5.3	4.0	
AIM												5.3											7.3	8.8	
SA	1.1		1.0	0.7	0.5	0.8	0.5	0.6	0.7	0.5	0.4	0.5	2.0	1.5	1.6	2.6	1.3	2.0	1.6	2.0	1.6	1.7	1.2	1.8	
SCH	0.7			1.1	1.0	1.0	0.7	1.5	1.6	1.1	0.8	1.6	2.4		2.6	3.3	2.7	2.4	1.9	2.8	2.0	2.7	2.7	2.7	
HUD 3			1.5	1.2	0.8	1.3	1.3	1.9	2.1	1.3	1.2	1.6		2.6	3.5	3.6	2.4	3.4	2.8	3.4	2.3	3.4	2.8	3.7	
MU 01	1.2		1.7	1.2	1.4	2.1	1.7	2.0	2.3	1.7	1.6	2.6	3.1	1.8	3.4	4.5	3.1	3.9	2.3	3.7	3.1	4.1	3.7	4.1	
VTG										2.1	1.9	2.9										3.7	3.4	4.3	
IEB										1.7	1.6	2.5										4.7	3.2	4.9	
RO			1.3	0.8	1.2	1.6	1.7	2.3	2.2	1.6	1.4	2.3		3.8	3.9	4.8	4.0	5.9	4.2	4.9	3.1	5.4	4.3	5.3	
PAY	2.4		1.9	1.3	2.7	2.1	2.1	2.7	2.7	1.9	1.5	3.8	4.2	2.8	3.0	3.8	4.3	4.3	3.1	4.3	3.1	5.1	3.9	5.2	
VU01							2.2	2.6	2.7	1.9	1.3	3.0							2.2	3.9	2.8	4.8	3.8	5.2	
FRAU									3.0	2.3	2.1	2.8								4.8	3.7	4.5	3.9	5.5	
BIR1												2.8											4.0	5.5	
WTG1										2.0	2.0	3.5										5.4	4.3	6.1	
MAG	3.7		5.5	3.7	3.4	4.3	5.4	5.5	5.0	3.4	3.5	4.7	3.0	2.5	2.9	4.6	3.1	3.6	3.9	4.4	2.7	3.0	2.7	4.2	
MI01									3.5	3.9	1.9	3.7									3.6	6.1	4.6	6.3	
INWI								3.7	2.6	2.8	3.4									5.2	3.6	6.0	4.4	5.4	
N14											3.1	5.8										5.4	4.6	9.8	
AIG												3.1											5.6	5.7	
NMS											3.0	4.0										9.1	4.5	6.2	
HBL										2.2	1.9	3.6										7.1	5.3	7.1	
NEU 02							3.4	3.9	2.3	2.5	4.3							6.7	5.6	4.7	6.4	5.9	7.8		
OW-03												6.6											6.8	7.7	
EST									4.2	4.3	6.7										4.0	5.8	5.3	8.2	
NZI										2.9	5.7											8.8	7.2	6.7	
SZ-03												6.7												4.6	6.3
SAM2												4.7												6.0	7.9
AIHA												4.9												6.6	7.6
WAEN										2.5	2.8	4.2											7.7	5.5	7.8
BAV										6.5	4.2	5.1									6.4	6.2	6.4	7.9	
TAE	2.6		3.1	3.9	4.2	4.1	3.0	4.7	5.3	4.2	3.9	6.0	4.5	5.4	5.6	7.6	6.9	6.5	4.7	9.0	5.9	7.9	6.6	9.7	
MAU 01	2.7		2.9	2.7	4.3	3.2	3.2	4.4	7.6	3.4	4.0	5.5	5.3	4.9	3.9	7.1	6.0	6.7	6.9	8.3	4.8	8.4	7.5	8.7	
HOL 01	4.4		3.8	3.3	5.2	4.7	3.7	5.9	6.0	4.1	4.3	5.7	6.1	4.7	5.2	9.6	6.4	6.3	4.8	6.3	4.9	9.3	6.0	7.6	
URI 01												5.0												6.7	7.5
WAU 16.4								4.6	5.3	4.5	4.5	6.9							4.2	6.4	4.1	8.0	7.4	8.9	
SCHÜ 00	3.4		3.1	2.3	3.7	4.4	3.8	4.0	5.2	4.2	4.4	5.1	7.8	4.2	8.8	9.2	7.4	7.2	4.9	8.7	5.2	8.7	9.5	10.1	
AIHI												4.0												7.8	8.5
WAEI											2.7	2.8											10.4	8.0	11.0
LANG											3.3	3.3											9.4	7.4	9.5
HÄG				4.6	6.2	2.6	5.4	6.0	3.4	3.7	4.5				10.7	7.2	8.2	7.7	10.3	6.1	9.2	6.5	11.7		
FRFE											4.4	5.7											7.1	11.2	
NW-02												6.3												8.0	9.8
ZG-02												6.7												7.8	11.0
SIN3												6.8												6.4	9.8
ESC 08					4.8	3.4	6.6	5.7	4.3	4.6	6.2					7.6	9.3	6.0	9.4	7.3	9.4	8.4	11.6		
WEIN										3.3	4.4	5.7											10.9	10.8	14.7
ESCH 01										4.6	4.0	5.8											10.8	8.4	13.0
APS				6.0	5.2	6.2	6.9	6.5	5.6	5.5	5.9					15.6	8.9	10.5	9.1	13.6	8.1	11.9	10.0	10.9	
WAU 13					7.0	6.1	7.9	7.7	6.5			9.0					11.4	12.2	8.5	12.2	8.9	14.2	12.3	14.3	
SIO	6.4		7.3	5.1	4.8	6.0	5.0	5.6	5.7	5.1	4.2	5.5	4.1	3.4	3.9	4.9	3.9	4.0	3.1	4.1	3.3	4.3	3.6	4.5	
NV4												6.5											5.2	3.9	4.3
HAE							3.1	4.1	4.0	3.6	3.6	5.0							4.6	6.9	4.2	5.5	5.6	6.2	
BAS	0.7		0.6	0.5	1.0	1.0	1.4	1.6	1.0	0.9	1.4		2.0	1.4	1.4	2.8	2.1	1.9	2.7	2.8	2.2	3.0	2.6	3.3	
LUG	2.2		2.4	1.9	2.1	2.1	2.2	2.5	2.1	1.6	1.4	1.7	2.5	3.0	2.9	3.5	2.1	2.9	2.5	3.3	2.5	2.3	2.0	2.8	
RAP			1.7	2.8	3.7	2.2	3.3	3.5	2.5	2.1	3.4						3.9	4.4	2.9	3.9	3.4	4.5	3.6	4.7	
WIE												4.2										5.3	4.0	6.0	

Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz – 2000 bis 2011

Code	Ammoniakkonzentration in Luft Sommermittelwerte											Ammoniakkonzentration in Luft Herbstmittelwerte															
	$\mu\text{g m}^{-3}$											$\mu\text{g m}^{-3}$															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
WA	0.4	0.6	0.7	0.9	0.5	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2																
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	0.7		0.7	0.4	0.9	0.7	0.8	0.9	1.0	0.6	1.0	1.9	2.1		
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	1.2		0.8	0.6	1.0	1.3	1.2	1.5	0.9	1.1	1.3	1.2	1.3		
FRÜE								1.4	2.1	2.0	2.5	1.7									1.1	1.1	1.3	1.5	2.0		
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		3.2	1.6	1.6	1.6	1.7	1.5	1.8	1.6	1.3	1.9	1.4	1.8		
ZIGE								1.9	2.5	2.7	2.7	2.2									1.8	1.8	2.3	2.0	2.5		
BA	2.7	4.4	4.0	4.0	2.5	2.1	4.6	2.0	2.1	3.2	3.2	2.4		1.8	2.6	1.0	1.5	1.7	1.8	2.3	1.4	1.6	1.8	1.7	2.3		
AIO											3.5	3.1												2.5	2.3		
OS 01								2.2	3.3	2.9	4.7	2.1									3.2	4.7	3.1	3.1	4.9		
AIM											7.6	6.2												7.7	8.1		
SA	2.7	2.9	3.0	3.6	3.3	2.9		2.5	2.2	2.6	2.4	2.0		1.1	1.5	1.5	1.3	1.4	1.1	1.3	1.2	1.0	1.0	0.9	1.3		
SCH	1.9		2.4	5.6	2.8	2.0	2.9	1.7	2.2	2.1	2.2	1.7				1.6	3.2	1.9	2.1	1.8	1.6	1.6	2.4	1.8	2.3		
HUD 3		6.3	3.2	3.6	2.7	2.5	3.4	1.7	2.3	2.0	2.2	2.0			2.9	1.2	1.7	1.7	1.7	2.7	1.4	1.6	1.6	2.0	2.2		
MU 01	7.0	3.4	4.1	6.1	3.7	3.8	4.8	2.7	3.5	3.7	3.7	2.7		1.9	1.8	1.6	2.3	3.3	2.7	2.7	2.2	2.6	2.9	2.5	2.4		
VTG									2.6	2.8	3.2	2.5											2.4	3.2	3.9	3.9	
IEB									3.2	3.3	3.6	2.5											2.3	3.4	3.1	3.8	
RO		4.5	4.1	5.8	4.8	5.4	5.2	2.9	4.2	4.4	4.1	3.3			2.5	2.0	2.6	3.7	3.4	3.9	3.1	2.9	3.3	3.0	3.4		
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	3.4	2.3	1.5	2.4	3.4	3.1	3.7	2.6	2.4	3.3	3.0	3.4			
VU01							4.1	3.0	3.8	5.4	4.5	3.6								3.6	2.8	2.5	3.7	3.5	4.9		
FRAU								3.6	4.3	3.8	4.2	4.5										3.1	2.9	3.5	2.9	4.2	
BIR1												3.9												3.2	3.5		
WTG1									3.9	4.5	5.0	4.4										3.0	3.8	4.0	4.6		
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	3.6	3.4	3.1	3.5	4.9	4.7	5.4	4.0	3.9	5.6	3.8	7.4			
MI01									4.3	5.4	4.7	4.8										2.8	3.7	3.9	4.5		
INWI							4.0	4.5	5.2	5.4	4.2										3.8	3.8	4.7	4.2	5.3		
N14										3.5	4.3	2.8											3.8	3.9	3.7		
AIG											5.9	4.5												5.0	5.3		
NMS										3.8	4.6	5.0											5.1	3.4	4.8		
HBL									6.3	5.8	5.6	4.7										4.5	4.9	4.2	7.9		
NEU 02						6.6	4.2	4.7	5.0	7.0	6.3								8.2	4.1	3.7	4.9	5.2	5.9			
OW-03									4.0	3.0														3.6	4.7		
EST									5.5	4.4	4.8	3.8										3.8	5.4	4.5	7.3		
NZI									4.2	5.5	4.5												7.1	3.9	4.8		
SZ-03										5.1	4.5														5.8	7.8	
SAM2										5.8	4.8														5.1	6.5	
AIHA										5.7	5.5														5.6	6.4	
WAEN										7.5	7.0	7.0										4.7	6.4	5.3	6.6		
BAV									5.0	5.4	6.5	4.8										5.4	6.0	5.0	7.1		
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	4.9	4.1	2.8	6.6	5.9	6.4	6.3	5.7	5.0	5.7	5.5	7.3			
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			3.5	2.5	3.8	5.4	5.6	6.8	5.0	5.2	7.3	5.5	6.9		
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		7.2	3.2	5.6	9.4	6.1	6.3	6.7	5.8	6.2	6.5	6.6	6.8		
URI 01											6.3	5.0												5.8	8.5		
WAU 16.4							6.6	4.2	5.1	5.6	6.8	6.1								6.9	5.2	4.3	6.7	7.4	7.9		
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	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		
AIHI											8.2	5.9												6.1	6.7		
WAEI										7.7	7.6	6.9											5.9	7.5	6.3	7.3	
LANG										8.6	8.9	7.5											6.8	7.1	6.7	8.9	
HÄG				13.5	10.7	11.3	14.0	7.0	8.8	10.3	11.3	6.9				8.6	6.8	7.3	9.3	6.4	6.4	7.0	6.7	8.3			
FRFE											8.3	7.0												6.8	6.9	8.7	
NW-02											7.9	7.4												7.7	9.0		
ZG-02											8.0	7.0													6.3	7.7	
SIN3											8.3	8.2												6.8	9.5		
ESC 08					6.9	8.0	11.6	7.8	9.0	7.8	9.4	7.4						8.4	8.8	13.3	7.8	6.9	8.3	7.7	10.3		
WEIN										8.4	10.6	8.5											6.5	8.6	7.8	8.5	
ESCH 01										10.1	9.2	9.1											7.1	8.8	8.2	9.9	
APS				13.0	10.9	9.9	15.0	10.0	10.1	10.4	8.3	8.7					12.7	10.4	12.2	12.6	8.4	10.4	9.7	8.5	11.4		
WAU 13					9.7	9.1	13.2	6.8	10.7	8.0	10.0	8.6								11.7	10.4	13.4	7.6	8.2	11.2	9.6	11.6
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	5.2	4.6	3.9	4.2	4.7	4.4	4.9	3.8	4.1	4.6	3.9	5.0			
NV4										3.9	3.0	2.4											4.0	2.4	3.6		
HAE						5.0	5.6	3.9	5.0	5.3	5.3	4.9								5.4	6.0	3.8	4.4	5.9	5.0	5.1	
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	1.7	1.1	1.0	1.4	2.1	2.0	2.1	1.5	1.7	1.9	2.0	2.3			
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	2.4	2.4	3.0	2.7	2.5	2.6	2.9	2.3	2.4	2.2	2.1	2.4			
RAP				5.8	4.5	4.4	5.0	3.1	3.8	4.3	4.4	3.5					3.7	4.4	4.1	4.7	3.1	3.4	4.0	3.8	4.2		
WIE										6.0	4.8	4.6										5.6		5.1	5.9		

7 Glossar

Aerosole	Gemische aus festen und/oder flüssigen Schwebeteilchen in der Luft
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.
Critical Levels	Konzentration bzw. Dosis eines Schadstoffes in der Atmosphäre, bei deren Überschreitung nachteilige Effekte bei Pflanzen, Tiere 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
GAW	Global Atmosphere Watch, Programm der WMO
Kompensationspunkt	Konzentration bei der die Emission eines Stoffes (hier Ammoniak) gleich gross ist wie die Immission
LwG	Landwirtschaftsgesetz
Oligotroph	nährstoffarm (für Gewässer)
PM1	Particulate Matter mit einem aerodynamischen Durchmesser von 1 µm, lungengängiger Feinstaub
PM10	Particulate Matter mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm, einatembare 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
WMO	World Meteorological Organisation