

AMT FÜR UMWELT; VADUZ

AMMONIAK-IMMISSIONSMESSUNGEN IN LIECHTENSTEIN

MESSBERICHT 2018



SCHAAN, AUGUST 2019; PATRIZIA CENGIZ-HAGSPIEL, NADJA SPERANDIO

8181_Messbericht 2018_V1 / 8181

[Acontec AG](#)

Im Bretscha 28
FL-9494 Schaan

Telefon +423 230 07 88
Telefax +423 230 07 89

info@acontec.com
www.acontec.com

Ammoniakimmissionen im Fürstentum Liechtenstein

Jahresbericht 2018

Herausgeber:	Amt für Umwelt Liechtenstein
Inhalt:	Acontec AG, Schaan
Messungen:	Acontec AG, Schaan
Analytik:	Forschungsstelle für Umweltbeobachtung, Rapperswil
Auswertungen:	Patrizia Cengiz-Hagspiel, Nadja Sperandio; Acontec AG
Bezug:	Amt für Umwelt Postfach 684 9490 Vaduz www.au.llv.li

INHALT

1. EINLEITUNG	3
2. DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN	3
3. RESULTATE	4
KARTEN DER MESSSTANDORTE	A-1 BIS A-2
MESSERGEBNISSE 2018	A-3
FOTODOKUMENTATION	A-4

1. EINLEITUNG

Die fortlaufende Senkung von landwirtschaftlich erzeugten Ammoniak- (NH_3) und Ammoniumverbindungen in der Luft ist mittels Umsetzung entsprechender Massnahmen (Schleppschlauchverfahren, Abdeckung Güllebehälter) im Massnahmenplan Luft (RA 2007/2557-8613) konkretisiert worden. Um den Erfolg dieser Massnahmen und die daraus erhoffte Verbesserung der Luftqualität erfassen und überwachen zu können, werden seit Januar 2008 an drei Standorten in Liechtenstein entsprechende Immissionsmessungen durchgeführt. Im vorliegenden Bericht werden die Messergebnisse des Jahres 2018 beschrieben und beurteilt.

2. DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

2.1. MESSMETHODE

Die Messungen werden mit Passivsammlern des Typs Ferm durchgeführt. Es handelt sich, analog dem Schweizer Messnetz, um eine Messung gemäss VDI 3869 Blatt 4. Die eingesetzte Messmethode mittels Passivsammlern hat den Vorteil kostengünstig und unabhängig von Stromversorgungen zu sein. In den Sammlern wird in der Luft vorhandenes Ammoniak als Ammoniumsalz gebunden. Aus der Konzentration des im Inneren des Sammlers befindlichen Ammoniumsalzes, wird über die Expositionszeit die mittlere Luftkonzentration von Ammoniak ermittelt. Pro Messstandort wurden jeweils drei Sammler gleichzeitig (Dreifachbestimmung) exponiert. Der Wechsel der NH_3 -Passivsammler wurde durch die Acontec AG vorgenommen. Die Exposition erfolgt, unter Beachtung einer möglichst freien Anströmbarkeit, in einem unten offenen Witterungsschutz aus Metall. Die Expositionsdauer beträgt jeweils ca. 4 Wochen. Die Sammler werden von der Forschungsstelle für Umweltbeobachtung (FUB) in Rapperswil analysiert. Die Richtigkeit der Passivsammlermethode wird mit einer unabhängigen aktiven Messmethode (Denuder) sowie weiteren Untersuchungen durch die FUB laufend überprüft.



Abbildung 1 NH_3 -Passivsammler (Symbolbild)

2.2. MESSDAUER

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Resultate der Messungen vom 2. Januar 2018 bis zum 2. Januar 2019 (Messjahr 2018).

2.3. MESSSTANDORTE

Es wurden an drei Standorten in Liechtenstein Messungen durchgeführt. Der Standort in Eschen Schwarz Strässle (FL_ES_Hau) ist durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Der Standort in Schaan bei der Lindenkreuzung (FL_SC_Lin) entspricht einem stark verkehrsexponierten Messstandort. Balzers Aviols (FL_BZ_Avi) ist hingegen nicht direkt verkehrsexponiert. In der näheren Umgebung befindet sich ein Wohnhaus und vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die Standorte können den Karten in den Anhängen 1 und 2 entnommen werden. Eine Fotodokumentation befindet sich im Anhang 4.

Tabelle 1 Messstandorte

Standort	Bezeichnung	Lage des Standortes
Eschen Schwarz Strässle	FL_ES_Hau	landwirtschaftliches Gebiet, ausserorts
Balzers Aviols	FL_BZ_Avi	Agglomerationsrand, umgeben von landwirtschaftlichen Betrieben
Schaan Lindenkreuzung	FL_SC_Lin	verkehrsexponiert, Kreuzung innerorts

3. MESSRESULTATE

Der Mittelwert aus den Dreifachbestimmungen für jeden Standort und alle 13 Messperioden ist in der Abbildung 2 und der Tabelle 2 dargestellt. Mit der Dreifachbestimmung können allfällige Ausreisser (durch Produktionsfehler, Fehler im Handling im Labor oder im Feld) festgestellt werden (Qualitätskontrolle der Messung). Zudem erfüllt diese insbesondere auch den Zweck, Datenausfälle zu minimieren. Eine detaillierte Auflistung aller Messergebnisse ist im Anhang 3 angeführt.

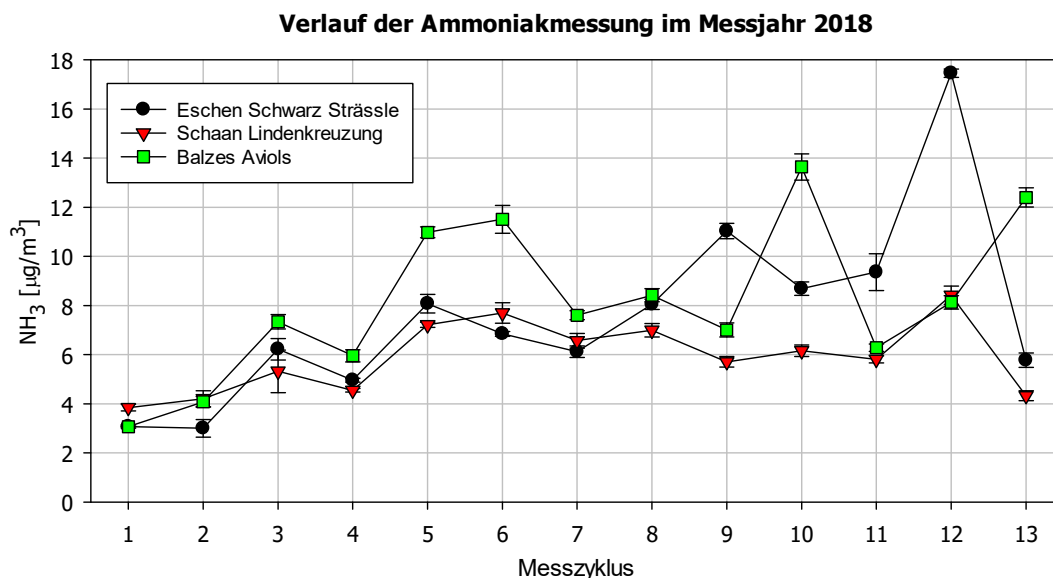


Abbildung 2 NH₃-Konzentration und Standardabweichung der einzelnen Messzyklen im Jahr 2018

Tabelle 2 Ergebnisse Mittelwerte Ammoniakmessung im Jahr 2018; Jahresmittel des Vorjahres in [Klammer]

Periode	Anfang	Ende	Eschen [µg/m ³]	Schaan [µg/m ³]	Balzers [µg/m ³]
1	02.01.2018	30.01.2018	3.1	3.8	3.1
2	30.01.2018	27.02.2018	3.0	4.2	4.1
3	27.02.2018	28.03.2018	6.2	5.3	7.3
4	28.03.2018	24.04.2018	5.0	4.5	6.0
5	24.04.2018	22.05.2018	8.1	7.2	11.0
6	22.05.2018	19.06.2018	6.8	7.7	11.5
7	19.06.2018	17.07.2018	6.1	6.6	7.6
8	17.07.2018	14.08.2018	8.1	7.0	8.4
9	14.08.2018	11.09.2018	11.0	5.7	7.0
10	11.09.2018	09.10.2018	8.7	6.2	13.6
11	09.10.2018	06.11.2018	9.4	5.8	6.3
12	06.11.2018	04.12.2018	17.5	8.4	8.1
13	04.12.2018	02.01.2019	5.8	4.3	12.4
Jahresmittel			7.6 [5.7]	5.9 [5.0]	8.2 [5.6]

Die gemessenen Konzentrationen zwischen 3.0 µg/m³ und 17.5 µg/m³ und die daraus resultierenden Jahresmittelwerte (5.9 µg/m³ bis 8.2 µg/m³) sind als mittel bis hoch einzustufen. Am Standort Eschen Schwarz Strässle stieg die Ammoniakkonzentration im Vergleich zum Vorjahr um 34% an, in Schaan an der Lindenkreuzung um 18% und in Balzers Aviols um sogar 46%, von 5.6 µg/m³ auf 8.2 µg/m³, an. Im Gegensatz zum Messjahr 2017, als Eschen Schwarz Strässle der Standort mit der höchsten Belastung war, ist diesmal Balzers der Immissionsmesspunkt mit den höchsten Konzentrationen.

Hohe Ammoniakkonzentrationen und der resultierende Stickstoffeintrag in empfindliche Ökosysteme wirken sich nachteilig auf die Umwelt aus. Zudem ist Ammoniak als gasförmige Vorläufersubstanz an der Bildung von Feinstaub-Immissionen beteiligt. Die Liechtensteiner sowie die Schweizer Luftreinhalteverordnung beinhaltet keine Immissionsgrenzwerte für Ammoniak. Daher werden zur Beurteilung der Belastungssituation naturnaher Ökosysteme auf die im Rahmen des UNECE Workshops on Atmospheric Ammonia vom Dezember 2006 angepassten Critical Levels¹ beigezogen [UNECE 2007]²:

- 1 µg/m³ NH₃ für empfindliche Moose, Flechten und Ökosysteme, in denen niedere Pflanzen für das Ökosystem von Bedeutung sind.
- 3 µg/m³ NH₃ für höhere Pflanzen einschliesslich Heideflächen, Grasland und Waldböden (Unsicherheitsbereich: 2 - 4 µg/m³).

Mit diesen Werten wird auch den Langzeitwirkungen erhöhter Ammoniakkonzentrationen Rechnung getragen.

Die erwähnten Critical Levels werden an allen Messstandorten Liechtensteins überschritten. Basierend darauf sind die Standorte Schaan und Eschen dem zweithöchsten von 5 Immissionstypen³ zuzuordnen, Balzers dem höchsten Immissionstyp [FUB 2018]⁴.

In Abbildung 3 sind die Resultate der einzelnen Standorte im Jahr 2018 als Box Plot dargestellt. Darin sind von oben nach unten die 0.90-, 0.75-, 0.50- (Median), 0.25- und 0.10-Quantile dargestellt. Das 0.90- bzw. das 0.10-Quantil entspricht ungefähr dem maximalen bzw. minimalen Monatsmittel eines Standorts.

¹ Critical Levels sind Schwellenwerte, bei deren Überschreitung negative Einflüsse beispielsweise auf das Ökosystem zu erwarten sind. Sie sind so formuliert, dass bei ihrer Einhaltung der Grossteil aller Pflanzen, wenn auch nicht jedes einzelne Individuum, geschützt wird.

² UNECE 2007: Report on the Workshop on Atmospheric Ammonia: Detecting Emission Changes and Environmental Impacts. ECE/EB.AIR/WG.5/2007/3

³ Es werden folgende Typen unterschieden: JMW <1.0 µg/m³; 1–3.0 µg/m³, 3–5.0 µg/m³, 5–8.0 µg/m³ und > 8 µg/m³

⁴ FUB 2018: Eva Seitler, Mario Meier, Lotti Thöni; Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz, 2000 bis 2017; August 2018

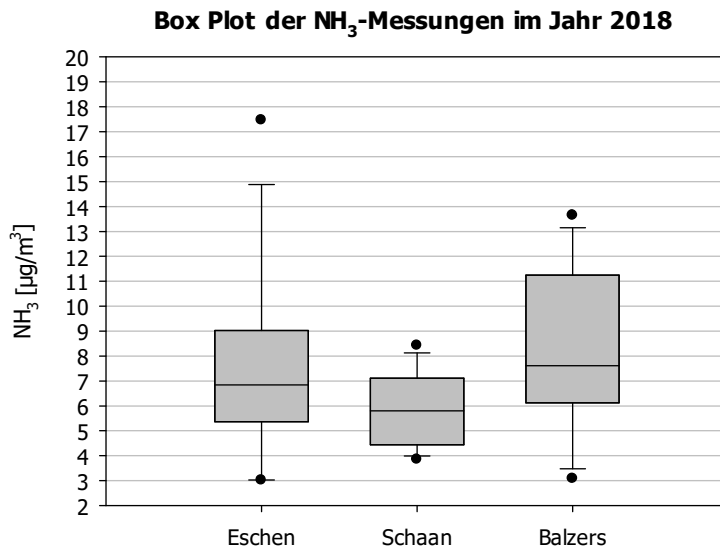


Abbildung 3 Box-Plot der NH₃-Immissionsmessungen im Jahr 2018 an den drei Standorten in Liechtenstein

Die jeweils höchste Belastung an den zwei Standorten Eschen und Schaan wurde während derselben Periode gemessen – im Zyklus 12 mit 17.5 µg/m³ bzw. 8.4 µg/m³ (siehe Abbildung 2). In Balzers wurde die höchste Konzentration im Zyklus 10 mit 13.6 µg/m³ festgestellt. Die genannten Zyklen lagen zwischen Mitte September und Anfang Dezember.

Die Ursache für das Belastungsmaximum im Zyklus 12 (06.11. bis 04.12.) in Eschen ist unklar. Es gab zwar in Schaan in diesem Zyklus ebenfalls die höchste Konzentration, allerdings ist kein so grosser Konzentrationsunterschied im Gegensatz zu den restlichen Perioden festgestellt worden. In Balzers stehen die hohen Konzentrationen im Mai und Juni sowie im September und Dezember vermutlich im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Nutzungen (Gülleaustrag ist bis Mitte Dezember erlaubt).

In Abbildung 4 ist der Verlauf der Ammoniakjahresmittelwerte dargestellt. Hier ist der starke Konzentrationsanstieg im Jahr 2018 im Vergleich zu den Vorjahren gut ersichtlich. Die allgemein erhöhte Ammoniakbelastung im Messjahr 2018 konnte auch in diversen Schweizer Kantonen beobachtet werden. Die Ammoniakkonzentration und Ausbreitung in der Aussenluft werden stark durch die Meteorologie beeinflusst. Beispielsweise wird das Ammoniak in der Luft bei Regen von Wassertropfen absorbiert oder bei Turbulenzen auf ein grösseres Luftvolumen verteilt (Verdünnungseffekt). Zudem führen, aufgrund der flüchtigen Eigenschaft Ammoniaks, hohe Temperaturen zu grösseren Verlusten (z.B. in Gülle und Mist) und somit auch zu höheren Konzentrationen in der Luft. Eine Erklärung für die erhöhten Ammoniakkonzentrationen im Jahr 2018 könnte daher der heisse Sommer sein. Über mögliche Ursachen wird innerhalb der Kooperationen mit der Schweiz aber noch weiter geforscht. Die Ergebnisse liegen bei Abschluss dieses Berichtes noch nicht vor.

Im Hinblick auf den Verlauf der Aussenluftbelastung der letzten Jahre an den landwirtschaftlich geprägten Standorten in Eschen und Balzers, zeigt sich keine Verbesserung der Ammoniakbelastung bzw. gar eine Verschlechterung. Zum Schutz empfindlicher Pflanzen, sind daher Massnahmen zur Senkung der Ammoniakemissionen und der daraus entstehenden Immissionen notwendig.

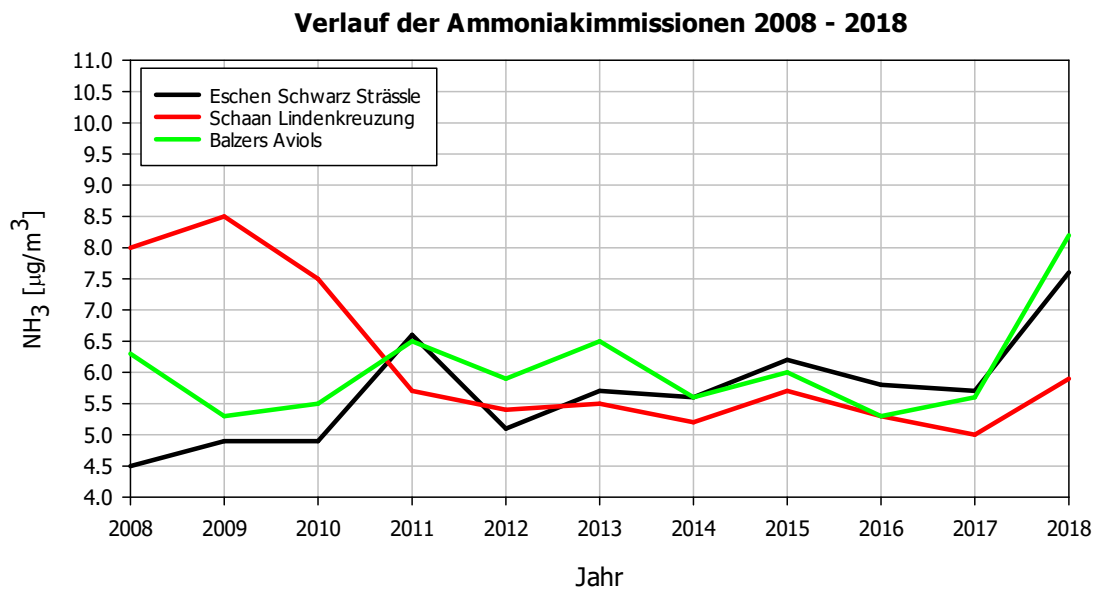


Abbildung 4 Verlauf Ammoniak-Jahresmittelwerte 2008 - 2018

A-1

Anhang 1 Messstandorte Eschen Schwarz Strässle (oben) und Balzers Aviois (unten)



Quelle Karten: Geoportal.li

A-2

Anhang 2

Messtandort Schaan Lindenkreuzung



Quelle Karten: Geoportal.li

A-3

Anhang 3 Messergebnisse 2018 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Mp	Standort	Anfang	Ende	PS 1	PS 2	PS 3	Mw
1	Eschen, Schwarz Strässle	02.01.2018	30.01.2018	3.1	3.0	3.1	3.1
2	Eschen, Schwarz Strässle	30.01.2018	27.02.2018	2.8	2.8	3.4	3.0
3	Eschen, Schwarz Strässle	27.02.2018	28.03.2018	6.5	A	5.9	6.2
4	Eschen, Schwarz Strässle	28.03.2018	24.04.2018	5.0	5.0	4.9	5.0
5	Eschen, Schwarz Strässle	24.04.2018	22.05.2018	7.7	8.5	8.0	8.1
6	Eschen, Schwarz Strässle	22.05.2018	19.06.2018	6.9	6.9	6.7	6.8
7	Eschen, Schwarz Strässle	19.06.2018	17.07.2018	5.9	6.2	6.3	6.1
8	Eschen, Schwarz Strässle	17.07.2018	14.08.2018	8.2	8.2	7.8	8.1
9	Eschen, Schwarz Strässle	14.08.2018	11.09.2018	10.9	11.4	10.8	11.0
10	Eschen, Schwarz Strässle	11.09.2018	09.10.2018	8.5	8.5	9.0	8.7
11	Eschen, Schwarz Strässle	09.10.2018	06.11.2018	8.6	10.1	9.3	9.4
12	Eschen, Schwarz Strässle	06.11.2018	04.12.2018	17.3	17.4	17.6	17.5
13	Eschen, Schwarz Strässle	04.12.2018	02.01.2019	5.6	6.1	5.6	5.8
1	Schaan, Lindenkreuzung	02.01.2018	30.01.2018	3.7	4.0	3.9	3.8
2	Schaan, Lindenkreuzung	30.01.2018	27.02.2018	4.2	3.9	4.5	4.2
3	Schaan, Lindenkreuzung	27.02.2018	28.03.2018	5.7	4.3	5.9	5.3
4	Schaan, Lindenkreuzung	28.03.2018	24.04.2018	4.5	4.6	4.5	4.5
5	Schaan, Lindenkreuzung	24.04.2018	22.05.2018	7.2	7.3	7.1	7.2
6	Schaan, Lindenkreuzung	22.05.2018	19.06.2018	8.1	7.8	7.2	7.7
7	Schaan, Lindenkreuzung	19.06.2018	17.07.2018	6.3	6.6	6.9	6.6
8	Schaan, Lindenkreuzung	17.07.2018	14.08.2018	6.7	7.0	7.3	7.0
9	Schaan, Lindenkreuzung	14.08.2018	11.09.2018	6.0	5.6	5.5	5.7
10	Schaan, Lindenkreuzung	11.09.2018	09.10.2018	5.9	6.4	6.2	6.2
11	Schaan, Lindenkreuzung	09.10.2018	06.11.2018	5.9	5.6	5.9	5.8
12	Schaan, Lindenkreuzung	06.11.2018	04.12.2018	8.3	8.1	8.8	8.4
13	Schaan, Lindenkreuzung	04.12.2018	02.01.2019	4.2	4.6	4.3	4.3
1	Balzers, Aviols	02.01.2018	30.01.2018	3.1	3.0	3.1	3.1
2	Balzers, Aviols	30.01.2018	27.02.2018	4.3	3.9	4.1	4.1
3	Balzers, Aviols	27.02.2018	28.03.2018	7.5	7.0	7.6	7.3
4	Balzers, Aviols	28.03.2018	24.04.2018	5.7	5.9	6.2	6.0
5	Balzers, Aviols	24.04.2018	22.05.2018	10.7	11.1	11.1	11.0
6	Balzers, Aviols	22.05.2018	19.06.2018	11.3	11.1	12.1	11.5
7	Balzers, Aviols	19.06.2018	17.07.2018	7.8	7.6	7.4	7.6
8	Balzers, Aviols	17.07.2018	14.08.2018	8.4	8.7	8.2	8.4
9	Balzers, Aviols	14.08.2018	11.09.2018	7.3	6.8	6.8	7.0
10	Balzers, Aviols	11.09.2018	09.10.2018	14.1	13.8	13.0	13.6
11	Balzers, Aviols	09.10.2018	06.11.2018	6.3	6.1	6.4	6.3
12	Balzers, Aviols	06.11.2018	04.12.2018	7.9	8.1	8.4	8.1
13	Balzers, Aviols	04.12.2018	02.01.2019	11.9	12.6	12.6	12.4

Mw = Mittelwert
 Mp = Messperiode
 PS = Passivsammler
 A = Ausfall (in dem Fall Produktionsfehler laborseitig)

A-4

Anhang 4 Fotodokumentation



Standort Eschen Schwarz Strässle (Umgebung Landwirtschaftsfläche)



Standort Schaan Lindenkreuzung (verkehrsexponiert, innerorts)



Standort Balzers Aviols (Agglomerationsrand, Umgebung Landwirtschaft)