

AMT FÜR UMWELT; VADUZ

AMMONIAK-IMMISSIONSMESSUNGEN IN LIECHTENSTEIN

MESSBERICHT 2016



SCHAAN, MAI 2017; PATRIZIA CENGIZ-HAGSPIEL, JÜRGEN BECKBISSINGER

Messbericht_8181_2016_V1.docx / 8181

[Acontec AG](#)

Im Bretscha 28
FL-9494 Schaan

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

info@acotec.com
www.acotec.com

Ammoniakimmissionen im Fürstentum Liechtenstein

Jahresbericht 2016

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

INHALT

EINLEITUNG _____	3
DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN _____	3
RESULTATE _____	4
KARTEN DER MESSSTANDORTE _____	A-1 BIS A-2
MESSERGEBNISSE 2016 _____	A-3
FOTODOKUMENTATION _____	A-4

1. EINLEITUNG

Im Massnahmenplan Luft sind einige Massnahmen, insbesondere im Bereich Landwirtschaft aufgeführt, welche zu einer Reduktion der NH₃-Immissionsbelastung führen sollten. Um den Erfolg der Massnahmen und die damit erhofften Veränderungen der Immissionsbelastung messtechnisch erfassen zu können, werden seit Januar 2008 an drei Standorten in Liechtenstein entsprechende Immissionsmessungen durchgeführt. Im Folgenden werden die Messresultate der Messperiode Januar bis Dezember 2016 zusammengefasst.

2. DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

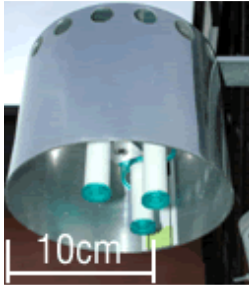
2.1. MESSMETHODE

Die Messungen werden mit Passivsammler des Typs Radiello durchgeführt. Es handelt sich dabei um eine einfache, stromunabhängige und kostengünstige Messmethode. In den Sammlern wird in der Luft vorhandenes Ammoniak als Ammoniumsalz absorbiert. Anhand der Dauer und der Konzentration des Ammoniumsalzes kann unter Berücksichtigung des Diffusionsverhaltens auf die mittlere NH₃-Konzentration nach der Expositionsdauer geschlossen werden. Pro Messstandort wurden jeweils drei Sammler gleichzeitig (Dreifachbestimmung) exponiert. Die Sammler werden von der Forschungsstelle für Umweltbeobachtungen (FUB) in Rapperswil analysiert. Die Richtigkeit der Passivsammlermethode wird mit einer unabhängigen aktiven Messmethode (Denuder) sowie weiteren Untersuchungen durch die FUB laufend überprüft.

2.2. MESSDAUER

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Resultate der Messungen vom 5. Januar 2016 bis zum 2. Januar 2017 (Messjahr 2016).

2.3. EXPOSITION



Der Wechsel der NH₃-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 pro Sammler liegt bei ca. 4 Wochen.

2.4. MESSSTANDORTE

Es wurden an drei Standorten in Liechtenstein Messungen durchgeführt. Der Standort in Eschen Schwarzes Strässle (FL_ES_Hau) ist durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Balzers Avioles (FL_BZ_Avi) ist nicht direkt verkehrsexponiert. In der näheren Umgebung befindet sich ein Wohnhaus und vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen. Der Standort in Schaan bei der Lindenkreuzung (FL_SC_Lin) entspricht einem stark verkehrsexponierten Messstandort. 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 Schwarzes Strässle	FL_ES_Hau	landwirtschaftliches Gebiet, ausserorts
Balzers Avioles	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 allen 13 Messperioden kann der Tabelle 2 entnommen werden. Eine detaillierte Auflistung aller Messergebnisse ist zudem im Anhang 3 angeführt.

Tabelle 2 Ergebnisse Ammoniakmessung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]; in [Klammer] Jahresmittel des Vorjahres

Periode	Eschen	Schaan	Balzers
1	4.7	4.3	2.7
2	3.1	3.6	1.9
3	8.1	6.2	7.1
4	3.8	5.2	3.7
5	6.5	3.6	2.6
6	2.1	3.9	3.3 ¹⁾
7	7.5	6.5	12.3
8	4.5	5.3	5.3 ¹⁾
9	4.4	5.3	5.1
10	5.0	5.3	5.3
11	6.0	5.5	6.4
12	8.9	5.5	5.4
13	11.8	8.3	8.4
Jahresmittel	5.8 [6.2]	5.3 [5.7]	5.3 [6.0]

¹⁾Mittelwert aus zwei Einzelwerten, ein Sammler fehlte

Mit Konzentrationen zwischen 1.9 und 12.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und Jahresmittelwerten zwischen 5.3 und 5.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sind die gemessenen Belastungen im Vergleich mit Messdaten aus der Schweiz als mittel bis hoch einzustufen. Basierend auf den Critical Levels für Ammoniak [UNECE 2007]¹, sind alle Standorte in FL dem zweithöchsten von 5 Immissionstypen² zuzuordnen [FUB 2015]³.

An allen drei Standorten ist die Belastung gegenüber dem Vorjahr gesunken. In Eschen um 7%, in Schaan um 8% und in Balzers um 13%. Am Standort Schaan Lindenkreuzung wurden in den Jahren vor 2012 jeweils die höchsten Konzentrationen aller drei Standorte in FL gemessen. Im 2012 und 2013 sowie im 2014 gab es in Balzers, 2014 zusammen mit Eschen Schwarzes Strässle, die höchsten Belastungen. Im 2016, wie auch schon 2015, wurde am Standort Eschen Schwarzes Strässle das höchste Jahresmittel registriert. Trotz der unterschiedlich beeinflussten Standorte liegen die Ammoniakkonzentrationen im Jahresmittel seit einigen Jahren vergleichsweise nahe beieinander. Im Jahr 2008 beispielsweise betrug die Differenz des am stärksten belasteten Standorts in Schaan zum Standort in Eschen 3.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Im vergangenen Jahr lag diese Differenz bei 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

¹ UNECE 2007: Report on the Workshop on Atmospheric Ammonia: Detecting Emission Changes and Environmental Impacts. ECE/EB.AIR/WG.5/2007/3

² Es werden folgende Typen unterschieden: JMW <1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 1–3.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 3–5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 5–8.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und > 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

³ FUB 2016: Eva Seitler, Lotti Thöni; Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz, 2000 bis 2015; Juni 2016

Für den Menschen sind Ammoniakkonzentrationen in den gemessenen Bereichen nicht kritisch. Kritisch ist vielmehr der Stickstoffeintrag in empfindliche Ökosysteme. Zudem ist Ammoniak als gasförmige Vorläufersubstanz an den übermässigen Feinstaub-Immissionen (PM10) beteiligt. Im Rahmen des UNECE Workshops on Atmospheric Ammonia vom Dezember 2006 wurden die critical levels⁴ für Ammoniak dem neusten Stand des Wissens angepasst.

- 1 µg/m³ NH₃ für empfindliche Moose, Flechten und Ökosysteme, wo niedere Pflanzen für das Ökosystem von Bedeutung sind.
- 3 µg/m³ NH₃ für höhere Pflanzen (Unsicherheitsbereich 2 - 4 µg/m³).

Mit diesen Werten wird auch den Langzeitwirkungen erhöhter Ammoniak-Konzentrationen Rechnung getragen.

Die erwähnten critical levels werden an allen Messstandorten in FL überschritten. In Abbildung 1 sind die Resultate der einzelnen Standorte und Messperioden im 2016 als Box Plot dargestellt. Darin sind von oben nach unten die 90er, 75er, 50er, 25er und 10er Perzentile dargestellt. Das 90er bzw. das 10er Perzentil entspricht ungefähr dem maximalen bzw. minimalen Monatsmittel.

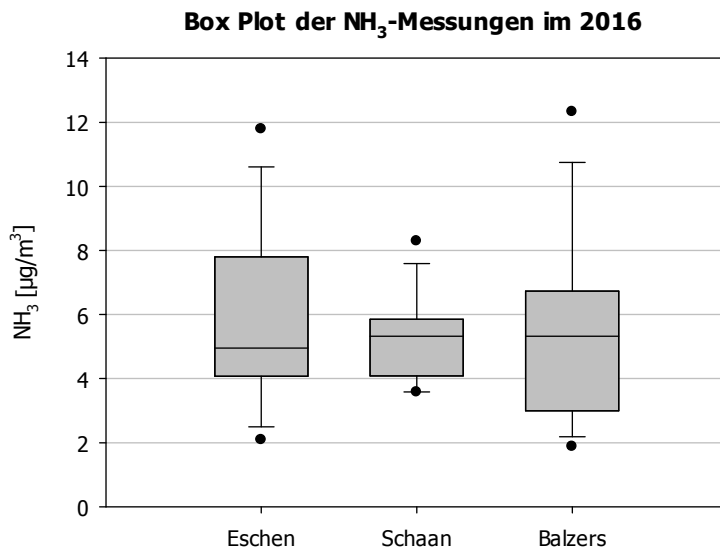


Abbildung 1 Box-Plot der NH₃-Immissionsmessungen 2016 an den drei Standorten in Liechtenstein

⁴ 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.

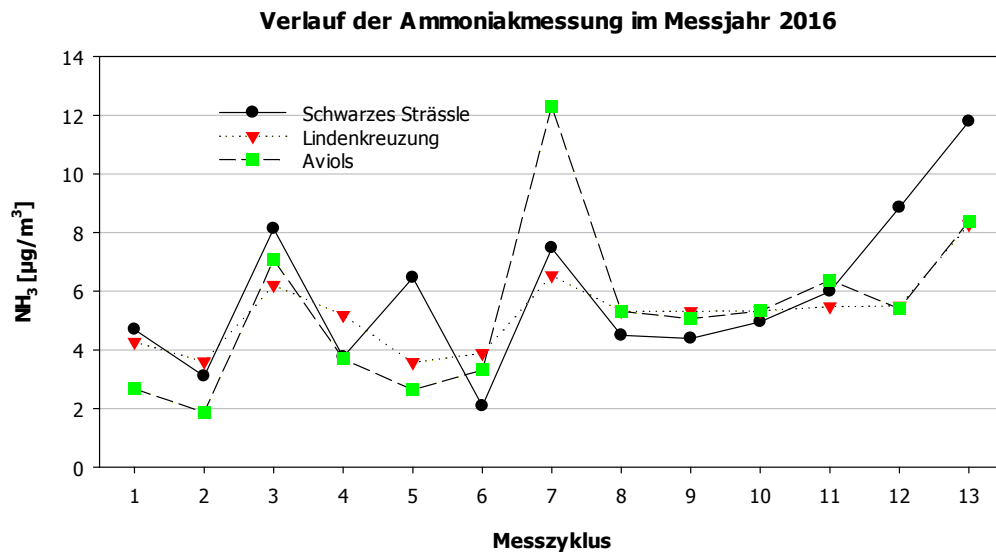
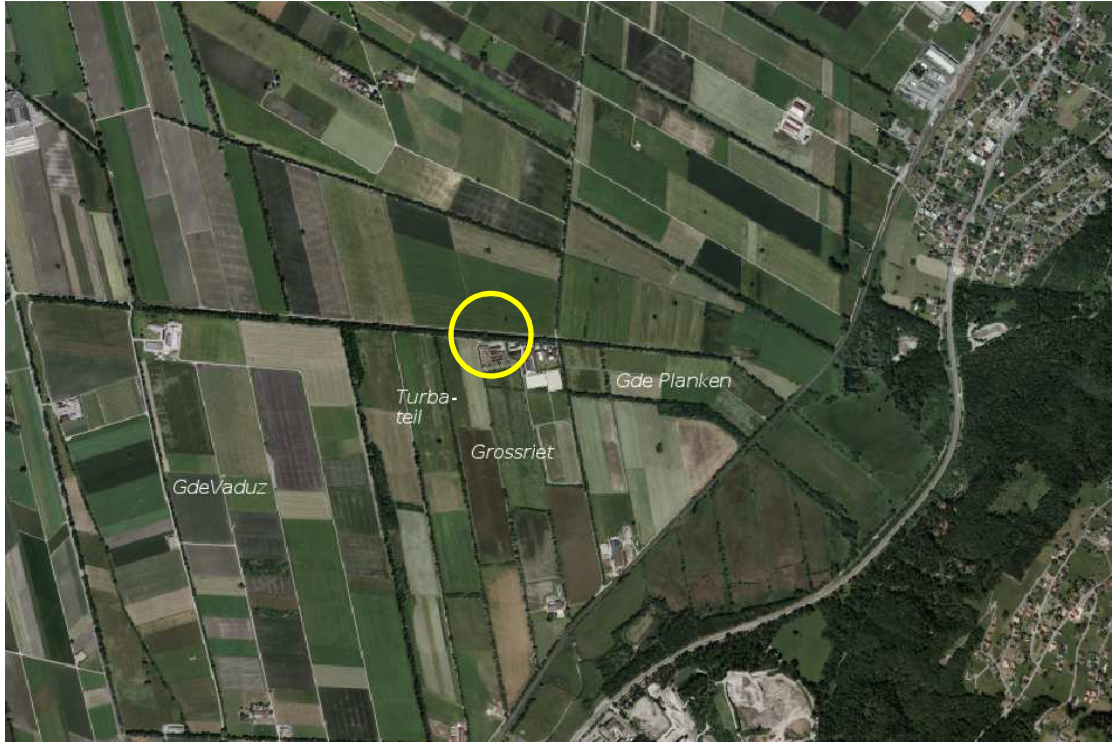


Abbildung 2 NH₃-Konzentration der einzelnen Messzyklen

Der Verlauf der NH₃-Konzentrationen zeigt, dass die höchste Belastung an den drei Standorten nicht während derselben Periode gemessen wurde. So wurde die höchste Belastung in Balzers Aviols im Zyklus 7 (im Vorjahr 2015 im Zyklus 6), in Eschen Schwarzes Strässle und in Schaan Lindenkreuzung im Zyklus 13 registriert. In Balzers ist die Belastung im Zyklus 13 am zweithöchsten. Hohe Belastungen im Frühling (besonders auffällig ist der Zyklus 3, dort stiegen die Konzentrationen an allen drei Standorten an, um anschliessend wieder niedriger zu werden) und Herbst an ländlichen Standorten sind ein Indiz dafür, dass während dieser Zeit die Felder mit Mist oder Gülle gedüngt werden, die Ausbreitungsbedingungen in diesen Jahreszeiten jedoch noch nicht so gut sind wie in den Sommermonaten. Dadurch kann es durch den bei der Düngung freiwerdenden oder danach auf dem Feld durch Umwandlungsprozesse entstehenden Ammoniaks zu deutlich messbaren Immissionserhöhungen kommen. Die Ursache für die hohe Belastung in Zyklus 7 (21.06.2016 bis 19.07.2016) ist nicht bekannt. Da sie jedoch an allen drei Standorten registriert wurde, könnte sie jedoch ebenfalls mit der landwirtschaftlichen Nutzung zusammenhängen.

A-1

Anhang 1 Messstandorte Eschen Schwarzes 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 2016 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Mp	Standort	Anfang	Ende	PS 1	PS 2	PS 3	Mw
1	Eschen, Schwarzes Strässle	05.01.2016	01.02.2016	4.7	4.6	4.8	4.7
2	Eschen, Schwarzes Strässle	01.02.2016	01.03.2016	3.2	3.0	3.1	3.1
3	Eschen, Schwarzes Strässle	01.03.2016	29.03.2016	7.8	8.2	8.3	8.1
4	Eschen, Schwarzes Strässle	29.03.2016	26.04.2016	3.9	3.7	3.7	3.8
5	Eschen, Schwarzes Strässle	26.04.2016	24.05.2016	6.8	6.3	6.3	6.5
6	Eschen, Schwarzes Strässle	24.05.2016	21.06.2016	2.4	2.3	1.6	2.1
7	Eschen, Schwarzes Strässle	21.06.2016	19.07.2016	7.3	7.6	7.5	7.5
8	Eschen, Schwarzes Strässle	19.07.2016	16.08.2016	4.3	4.6	4.6	4.5
9	Eschen, Schwarzes Strässle	16.08.2016	13.09.2016	4.2	4.4	4.5	4.4
10	Eschen, Schwarzes Strässle	13.09.2016	11.10.2016	5.2	4.7	4.9	5.0
11	Eschen, Schwarzes Strässle	11.10.2016	08.11.2016	6.4	6.3	5.3	6.0
12	Eschen, Schwarzes Strässle	08.11.2016	06.12.2016	8.8	9.2	8.5	8.9
13	Eschen, Schwarzes Strässle	06.12.2016	03.01.2017	12.2	11.7	11.5	11.8
1	Schaan, Lindenkreuzung	05.01.2016	01.02.2016	4.4	4.4	4.0	4.3
2	Schaan, Lindenkreuzung	01.02.2016	01.03.2016	3.8	3.8	3.3	3.6
3	Schaan, Lindenkreuzung	01.03.2016	29.03.2016	6.1	6.3	6.3	6.2
4	Schaan, Lindenkreuzung	29.03.2016	26.04.2016	5.1	5.2	5.3	5.2
5	Schaan, Lindenkreuzung	26.04.2016	24.05.2016	3.4	3.6	3.7	3.6
6	Schaan, Lindenkreuzung	24.05.2016	21.06.2016	3.8	3.9	3.9	3.9
7	Schaan, Lindenkreuzung	21.06.2016	19.07.2016	6.5	6.8	6.4	6.5
8	Schaan, Lindenkreuzung	19.07.2016	16.08.2016	4.8	5.5	5.7	5.3
9	Schaan, Lindenkreuzung	16.08.2016	13.09.2016	5.1	5.3	5.6	5.3
10	Schaan, Lindenkreuzung	13.09.2016	11.10.2016	5.6	5.2	5.3	5.3
11	Schaan, Lindenkreuzung	11.10.2016	08.11.2016	5.2	5.6	5.6	5.5
12	Schaan, Lindenkreuzung	08.11.2016	06.12.2016	5.6	5.5	5.4	5.5
13	Schaan, Lindenkreuzung	06.12.2016	03.01.2017	8.6	8.2	8.1	8.3
1	Balzers, Aviols	05.01.2016	01.02.2016	2.8	2.7	2.6	2.7
2	Balzers, Aviols	01.02.2016	01.03.2016	1.9	1.7	2.0	1.9
3	Balzers, Aviols	01.03.2016	29.03.2016	7.2	7.0	7.0	7.1
4	Balzers, Aviols	29.03.2016	26.04.2016	3.3	3.9	3.9	3.7
5	Balzers, Aviols	26.04.2016	24.05.2016	2.6	2.5	2.8	2.6
6	Balzers, Aviols	24.05.2016	21.06.2016	3.4	---	3.2	3.3
7	Balzers, Aviols	21.06.2016	19.07.2016	11.7	12.9	12.3	12.3
8	Balzers, Aviols	19.07.2016	16.08.2016	5.1	5.5	---	5.3
9	Balzers, Aviols	16.08.2016	13.09.2016	4.8	5.3	5.1	5.1
10	Balzers, Aviols	13.09.2016	11.10.2016	5.6	5.0	5.4	5.3
11	Balzers, Aviols	11.10.2016	08.11.2016	6.4	6.2	6.5	6.4
12	Balzers, Aviols	08.11.2016	06.12.2016	5.6	5.4	5.3	5.4
13	Balzers, Aviols	06.12.2016	03.01.2017	8.5	8.4	8.3	8.4

Mw = Mittelwert
 Mp = Messperiode
 PS = Passivsammler
 --- = Ausfall

Anhang 4 Fotodokumentation



Standort Eschen Schwarzes Strässle (Umgebung Landwirtschaftsfläche)



Standort Schaan Lindenkreuzung (verkehrsexponiert, innerorts)



Standort Balzers Avioles (Agglomerationsrand, Umgebung Landwirtschaft)