

AMT FÜR UMWELT; VADUZ

AMMONIAK-IMMISSIONSMESSUNGEN IN LIECHTENSTEIN

MESSBERICHT 2015



SCHAAN, JUNI 2016; PATRIZIA CENGIZ-HAGSPIEL, JÜRGEN BECKBISSINGER

Messbericht_8181_2015_ENTWURF01.docx / 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 2015

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.aus.llv.li

INHALT

EINLEITUNG _____	3
DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN _____	3
RESULTATE _____	4
KARTEN DER MESSSTANDORTE _____	A-1 BIS A-2
MESSERGEBNISSE 2015 _____	A-3
FOTODOKUMENTATION _____	A-4

1. EINLEITUNG

Im Massnahmenplan Luft sind einige Massnahmen, insbesondere im Bereich Landwirtschaft aufgeführt, welche zu einer Reduktion der NH_3 -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 2015 zusammengefasst.

2. DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

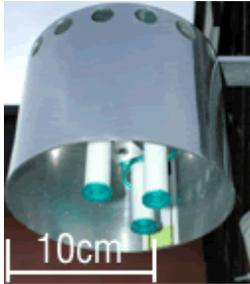
2.1. MESSMETHODE

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 NH_3 -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 7. Januar 2015 bis zum 5. Januar 2016 (Messjahr 2015).

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	2.2	3.7	2.0
2	4.0	5.1 ¹⁾	3.6
3	10.3	8.0	8.6
4	4.4	5.1	6.8
5	2.9	4.6	5.3
6	4.8	5.6	9.6
7	10.5	7.1	8.3
8	6.3	6.4	6.4
9	4.6	5.1	3.7
10	3.8	5.0	6.0
11	14.0	6.5	5.9
12	7.4	6.6	6.2
13	7.3	6.4	6.9
Jahresmittel	6.2 [5.6]	5.7 [5.2]	6.0 [5.6]

1) Alle Sammler lagen am Boden, konnten aber analysiert werden; Mittelwert unsicher

Mit Konzentrationen zwischen $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $14.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und Jahresmittelwerten zwischen $5.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $6.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 Immissionsstypen² zuzuordnen [FUB 2015]³.

An allen drei Standorten stieg die Belastung gegenüber dem Vorjahr an. In Eschen um ca. 11%, in Schaan um ca. 10% und in Balzers um ca. 7%. Am Standort Schaan Lindenkreuzung wurden in den Jahren vor 2012 jeweils die höchsten Konzentrationen aller drei Standorte in FL gemessen. Im 2012 und 2013 wurden in Balzers, 2014 in Balzers und Eschen Schwarzes Strässle, die höchsten Belastungen gemessen. Im 2015 wurde nun erstmals 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 2015: Eva Seitler, Lotti Thöni; Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz, 2000 bis 2014; Mai 2015

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NH_3 für empfindliche Moose, Flechten und Ökosysteme, wo niedere Pflanzen für das Ökosystem von Bedeutung sind.
- 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NH_3 für höhere Pflanzen (Unsicherheitsbereich 2 - 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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 2015 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.

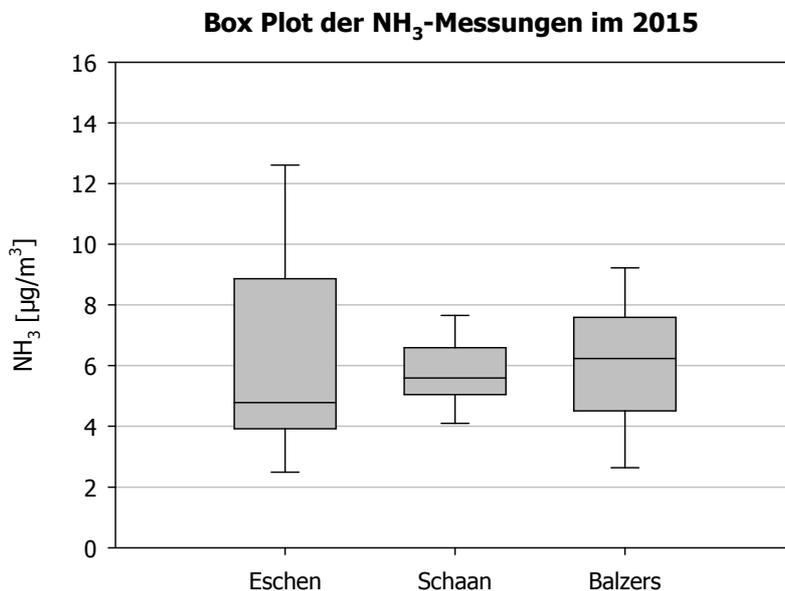


Abbildung 1 Box-Plot der NH_3 -Immissionsmessungen 2015 an den drei Standorten in Liechtenstein

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.

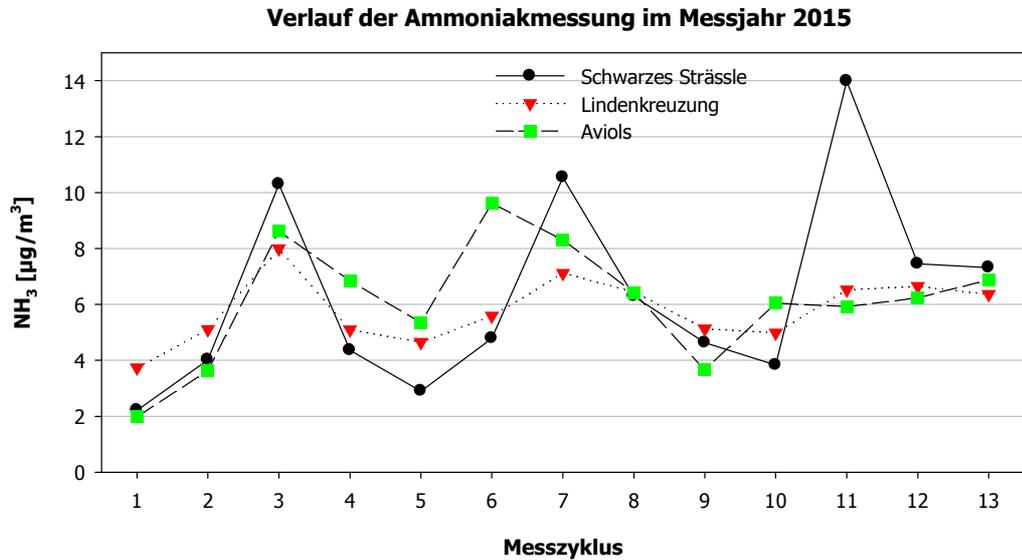


Abbildung 2 NH₃-Konzentration der einzelnen Messzyklen

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 6 (wie auch im Vorjahr 2014), in Eschen Schwarzes Strässle im Zyklus 11 und in Schaan Lindenkreuzung im Zyklus 3 (ebenfalls wie im Vorjahr 2014) registriert.

Die Ursache für die oftmals zu beobachtenden höheren Ammoniak-Belastungen im Frühling und Herbst an ländlichen Standorten ist das Ausbringen von Mist oder Gülle. Zusätzlich sind die Ausbreitungsbedingungen in diesen Jahreszeiten meist nicht so gut 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. So ist vermutlich der starke Anstieg in der Periode 3 auf diesen Effekt zurückzuführen. Die Ursache für die hohe Belastung in Zyklus 11 (14.10.2015 bis 10.11.2015) am Standort Eschen ist nicht bekannt, könnte 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 2015 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Mp	Standort	Anfang	Ende	PS 1	PS 2	PS 3	Mw
1	Eschen, Schwarzes Strässle	07.01.2015	03.02.2015	2.2	2.1	2.2	2.2
2	Eschen, Schwarzes Strässle	03.02.2015	03.03.2015	3.9	3.9	4.2	4.0
3	Eschen, Schwarzes Strässle	03.03.2015	31.03.2015	10.7	10.3	9.9	10.3
4	Eschen, Schwarzes Strässle	31.03.2015	28.04.2015	4.5	4.3	4.3	4.4
5	Eschen, Schwarzes Strässle	28.04.2015	27.05.2015	2.8	3.0	2.9	2.9
6	Eschen, Schwarzes Strässle	27.05.2015	24.06.2015	4.9	4.7	4.7	4.8
7	Eschen, Schwarzes Strässle	24.06.2015	21.07.2015	10.3	10.4	10.9	10.5
8	Eschen, Schwarzes Strässle	21.07.2015	18.08.2015	6.2	6.5	6.2	6.3
9	Eschen, Schwarzes Strässle	18.08.2015	15.09.2015	4.6	4.5	4.8	4.6
10	Eschen, Schwarzes Strässle	15.09.2015	14.10.2015	3.6	3.9	3.9	3.8
11	Eschen, Schwarzes Strässle	14.10.2015	10.11.2015	15.2	13.4	13.4	14.0
12	Eschen, Schwarzes Strässle	10.11.2015	07.12.2015	7.8	7.1	7.4	7.4
13	Eschen, Schwarzes Strässle	07.12.2015	05.01.2016	---	7.3	7.3	7.3
1	Schaan, Lindenkreuzung	07.01.2015	03.02.2015	3.7	3.7	3.8	3.7
2	Schaan, Lindenkreuzung	03.02.2015	03.03.2015	<i>4.8</i>	<i>5.3</i>	<i>5.1</i>	<i>5.1</i>
3	Schaan, Lindenkreuzung	03.03.2015	31.03.2015	7.9	8.0	8.1	8.0
4	Schaan, Lindenkreuzung	31.03.2015	28.04.2015	5.0	5.2	---	5.1
5	Schaan, Lindenkreuzung	28.04.2015	27.05.2015	4.3	4.8	4.8	4.6
6	Schaan, Lindenkreuzung	27.05.2015	24.06.2015	5.4	5.7	5.6	5.6
7	Schaan, Lindenkreuzung	24.06.2015	21.07.2015	7.4	7.2	6.8	7.1
8	Schaan, Lindenkreuzung	21.07.2015	18.08.2015	6.6	6.4	6.3	6.4
9	Schaan, Lindenkreuzung	18.08.2015	15.09.2015	5.2	5.4	4.8	5.1
10	Schaan, Lindenkreuzung	15.09.2015	14.10.2015	5.0	4.9	5.0	5.0
11	Schaan, Lindenkreuzung	14.10.2015	10.11.2015	6.6	7.0	6.0	6.5
12	Schaan, Lindenkreuzung	10.11.2015	07.12.2015	7.0	6.3	6.6	6.6
13	Schaan, Lindenkreuzung	07.12.2015	05.01.2016	6.5	6.6	6.0	6.4
1	Balzers, Aviols	07.01.2015	03.02.2015	2.0	2.0	1.9	2.0
2	Balzers, Aviols	03.02.2015	03.03.2015	3.7	3.6	3.6	3.6
3	Balzers, Aviols	03.03.2015	31.03.2015	8.7	8.7	8.5	8.6
4	Balzers, Aviols	31.03.2015	28.04.2015	6.6	6.7	7.2	6.8
5	Balzers, Aviols	28.04.2015	27.05.2015	5.2	---	5.5	5.3
6	Balzers, Aviols	27.05.2015	24.06.2015	10.3	9.3	9.3	9.6
7	Balzers, Aviols	24.06.2015	21.07.2015	8.7	8.9	7.3	8.3
8	Balzers, Aviols	21.07.2015	18.08.2015	6.5	6.5	6.2	6.4
9	Balzers, Aviols	18.08.2015	15.09.2015	3.9	3.6	3.5	3.7
10	Balzers, Aviols	15.09.2015	14.10.2015	6.2	5.8	6.1	6.0
11	Balzers, Aviols	14.10.2015	10.11.2015	6.2	6.1	5.5	5.9
12	Balzers, Aviols	10.11.2015	07.12.2015	6.4	6.2	6.0	6.2
13	Balzers, Aviols	07.12.2015	05.01.2016	7.0	6.8	---	6.9

Mw = Mittelwert

Mp = Messperiode

PS = Passivsammler

--- = Ausfall

Kursiv = Messwerte unsicher

Anhang 4 Fotodokumentation



Standort Eschen Schwarzes Strässle (Umgebung
Landwirtschaftsfläche)



Standort Schaan Lindenkreuzung (ver-
kehrsexponiert, innerorts)



Standort Balzers Aviois (Agglomerationsrand, Um-
gebung Landwirtschaft)