

AMT FÜR UMWELT; VADUZ

## **AMMONIAK-IMMISSIONSMESSUNGEN IN LIECHTENSTEIN**

MESSBERICHT 2014



SCHAAN, SEPTEMBER 2015; JÜRGEN BECKBISSINGER, PATRIZIA CENGIZ-HAGSPIEL

Messbericht\_8181\_2014\_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 2014

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 <a href="http://www.aus.llv.li">www.aus.llv.li</a>

## INHALT

EINLEITUNG	3
DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN	3
RESULTATE	4
KARTEN DER MESSSTANDORTE	A-1 BIS A-2
MESSERGEBNISSE 2014	A-3
FOTODOKUMENTATION	A-4

## 1. EINLEITUNG

Im Massnahmenplan Luft sind einige Massnahmen, insbesondere im Bereich Landwirtschaft aufgeführt, welche zu einer Reduktion der  $\text{NH}_3$ -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 2014 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  $\text{NH}_3$ -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 2014 bis zum 7. Januar 2015 (Messjahr 2014).

## 2.3. EXPOSITION



Der Wechsel der NH<sub>3</sub>-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 Aviols (FL\_BZ\_Avi) ist nicht direkt verkehrsexponiert. In der näheren Umgebung befindet sich ein Wohnhaus und vorwiegend landwirtschaftliche Fläche. Der Standort in Schaan bei der Lindenkreuzung (FL\_SC\_Lin) entspricht einem stark verkehrsexponierten Messstandort. Die ungefähren Orte 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 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 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	4.3	5.0	6.0
2	6.7	4.8	2.5
3	11.0	7.5	7.0
4	4.5	5.2	6.2
5	3.9	4.6	7.5
6	8.5	5.8	10.4
7	6.9	3.9	2.3 <sup>1)</sup>
8	2.7	4.6	5.1
9	3.6	5.1	5.3
10	2.3	5.1	3.2
11	4.5	4.7	7.1
12	9.3	6.8	6.8
13	3.0	3.8	2.4
Jahresmittel	<b>5.6</b> [5.7]	<b>5.2</b> [5.5]	<b>5.6</b> [6.5]

1) Mittelwert aus zwei anstelle von drei Sammlern

Mit Konzentrationen zwischen 2.3 und 11.0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und Jahresmittelwerten zwischen 5.2 und 5.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  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]<sup>1</sup>, sind alle Standorte in FL dem zweithöchsten von 5 Immissionstypen<sup>2</sup> zuzuordnen [FUB 2015]<sup>3</sup>.

An allen drei Standorten sank die Belastung gegenüber dem Vorjahr. In Eschen um 2%, in Schaan um 6% und in Balzers um 14%. Am Standort Schaan Lindenkreuzung wurden in den Jahren vor 2012 jeweils die höchsten Konzentrationen aller drei Standorte in FL gemessen. Wie bereits schon im Jahr 2012 und 2013 wurden auch im Messjahr 2014 in Balzers, aktuell zusammen mit Eschen Schwarze Strässle, die höchsten Belastungen gemessen. Trotz der unterschiedliche 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 0.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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

<sup>2</sup> Es werden folgende Typen unterschieden: JMW <10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

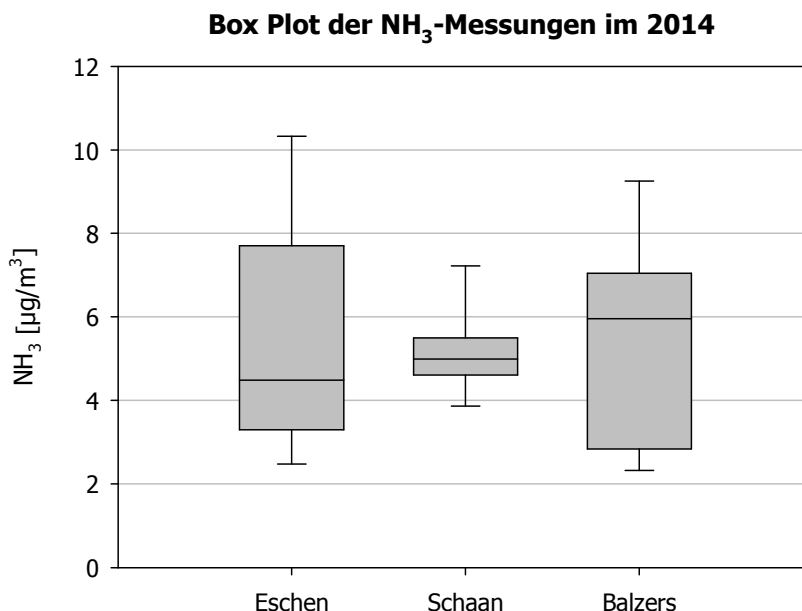
<sup>3</sup> FUB 2015: Eva Seitler, Lotti Thöni; Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz, 2000 bis 2014; Mai 2015

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 levels<sup>4</sup> für Ammoniak dem neusten Stand des Wissens angepasst.

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

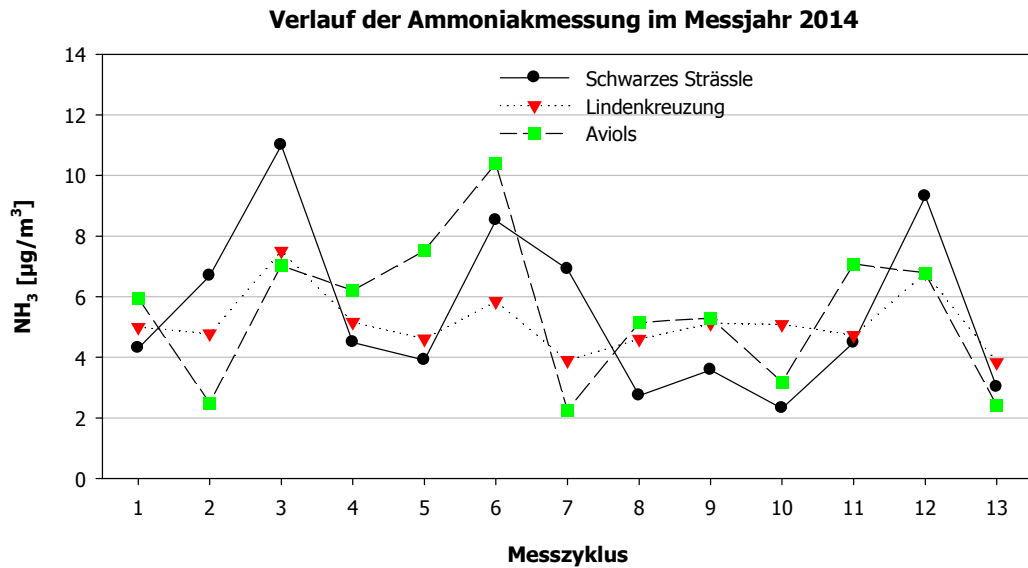
Mit diesen Werten wird auch den Langzeitwirkungen erhöhter Ammoniak-Konzentrationen Rechnung getragen.

Die erwähnten critical levels werden an allen Messstandorten in FL überschritten. In Abbildung 1 sind die Resultate der einzelnen Standorte und Messperioden im 2014 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  $\text{NH}_3$ -Immissionsmessungen 2014 an den drei Standorten in Liechtenstein

<sup>4</sup> 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** NH<sub>3</sub>-Konzentration der einzelnen Messzyklen

Der Verlauf der NH<sub>3</sub>-Konzentrationen zeigt, dass die höchste Belastung an den drei Standorten nicht während derselben Periode gemessen wurde. So gab es die höchste Belastung in Balzers Aviols im Zyklus 6, in Eschen Schwarzes Strässle und in Schaan Lindenkreuzung im Zyklus 3. Im Vorjahr gab es in Balzers Aviols ebenfalls im Zyklus 3 die höchsten Werte, in Eschen Schwarzes Strässle im Zyklus 8 und in Schaan Lindenkreuzung im Zyklus 9. Hohe Belastungen im Frühling 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.

# 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 2014 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Mp	Standort	Anfang	Ende	PS 1	PS 2	PS 3	Mw
1	Eschen, Schwarzes Strässle	07.01.2014	04.02.2014	4.2	4.2	4.5	<b>4.3</b>
2	Eschen, Schwarzes Strässle	04.02.2014	04.03.2014	6.5	6.8	6.8	<b>6.7</b>
3	Eschen, Schwarzes Strässle	04.03.2014	01.04.2014	11.0	11.0	11.0	<b>11.0</b>
4	Eschen, Schwarzes Strässle	01.04.2014	29.04.2014	4.6	4.6	4.3	<b>4.5</b>
5	Eschen, Schwarzes Strässle	29.04.2014	27.05.2014	3.7	4.0	4.0	<b>3.9</b>
6	Eschen, Schwarzes Strässle	27.05.2014	24.06.2014	8.6	9.2	7.7	<b>8.5</b>
7	Eschen, Schwarzes Strässle	24.06.2014	22.07.2014	7.2	6.5	4.7	<b>6.1</b>
8	Eschen, Schwarzes Strässle	22.07.2014	19.08.2014	2.5	2.8	2.9	<b>2.7</b>
9	Eschen, Schwarzes Strässle	19.08.2014	16.09.2014	3.3	3.6	3.8	<b>3.6</b>
10	Eschen, Schwarzes Strässle	16.09.2014	14.10.2014	2.3	2.4	2.2	<b>2.3</b>
11	Eschen, Schwarzes Strässle	14.10.2014	11.11.2014	4.1	4.8	4.6	<b>4.5</b>
12	Eschen, Schwarzes Strässle	11.11.2014	09.12.2014	9.4	9.5	9.1	<b>9.3</b>
13	Eschen, Schwarzes Strässle	09.12.2014	07.01.2015	3.1	2.9	3.0	<b>3.0</b>
1	Schaan, Lindenkreuzung	07.01.2014	04.02.2014	4.9	4.8	5.3	<b>5.0</b>
2	Schaan, Lindenkreuzung	04.02.2014	04.03.2014	4.7	4.7	4.9	<b>4.8</b>
3	Schaan, Lindenkreuzung	04.03.2014	01.04.2014	7.4	7.7	7.4	<b>7.5</b>
4	Schaan, Lindenkreuzung	01.04.2014	29.04.2014	4.8	5.1	5.6	<b>5.2</b>
5	Schaan, Lindenkreuzung	29.04.2014	27.05.2014	4.7	4.1	5.0	<b>4.6</b>
6	Schaan, Lindenkreuzung	27.05.2014	24.06.2014	5.5	6.0	6.0	<b>5.8</b>
7	Schaan, Lindenkreuzung	24.06.2014	22.07.2014	3.7	4.0	2.5	<b>3.4</b>
8	Schaan, Lindenkreuzung	22.07.2014	19.08.2014	4.6	4.6	4.7	<b>4.6</b>
9	Schaan, Lindenkreuzung	19.08.2014	16.09.2014	4.9	5.3	5.2	<b>5.1</b>
10	Schaan, Lindenkreuzung	16.09.2014	14.10.2014	4.9	5.1	5.3	<b>5.1</b>
11	Schaan, Lindenkreuzung	14.10.2014	11.11.2014	4.5	4.8	4.9	<b>4.7</b>
12	Schaan, Lindenkreuzung	11.11.2014	09.12.2014	6.4	7.0	7.0	<b>6.8</b>
13	Schaan, Lindenkreuzung	09.12.2014	07.01.2015	3.7	3.9	3.9	<b>3.8</b>
1	Balzers, Aviols	07.01.2014	04.02.2014	5.9	6.0	5.9	<b>6.0</b>
2	Balzers, Aviols	04.02.2014	04.03.2014	2.1	2.7	2.7	<b>2.5</b>
3	Balzers, Aviols	04.03.2014	01.04.2014	7.0	7.1	7.1	<b>7.0</b>
4	Balzers, Aviols	01.04.2014	29.04.2014	5.9	6.3	6.4	<b>6.2</b>
5	Balzers, Aviols	29.04.2014	27.05.2014	8.0	7.4	7.2	<b>7.5</b>
6	Balzers, Aviols	27.05.2014	24.06.2014	10.2	10.4	10.6	<b>10.4</b>
7	Balzers, Aviols	24.06.2014	22.07.2014	2.4	A	2.1	<b>2.3</b>
8	Balzers, Aviols	22.07.2014	19.08.2014	4.8	5.4	5.3	<b>5.1</b>
9	Balzers, Aviols	19.08.2014	16.09.2014	5.1	5.4	5.3	<b>5.3</b>
10	Balzers, Aviols	16.09.2014	14.10.2014	3.5	2.6	3.5	<b>3.2</b>
11	Balzers, Aviols	14.10.2014	11.11.2014	6.9	7.1	7.3	<b>7.1</b>
12	Balzers, Aviols	11.11.2014	09.12.2014	6.7	7.0	6.6	<b>6.8</b>
13	Balzers, Aviols	09.12.2014	07.01.2015	2.2	2.5	2.5	<b>2.4</b>

A = Ausfall

Mw = Mittelwert

Mp = Messperiode

PS = Passivsammler

## Anhang 4 Fotodokumentation



Standort Eschen Schwarzes Strässle (Umgebung  
Landwirtschaftsfläche)



Standort Schaan Lindenkreuzung (ver-  
kehrsexponiert, innerorts)



Standort Balzers Aviois (Agglomerationsrand, Um-  
gebung Landwirtschaft)