

AMT FÜR UMWELT; VADUZ

# AMMONIAK-IMMISSIONSMESSUNGEN IN LIECHTENSTEIN

MESSBERICHT 2017



SCHAAN, MAI 2018; NADJA SPERANDIO, JÜRGEN BECKBISSINGER

Messbericht\_8181\_2017\_01 / 8181

[Acontec AG](#)

Im Bretscha 28  
FL-9494 Schaan

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

[info@acontec.com](mailto:info@acontec.com)  
[www.acontec.com](http://www.acontec.com)

# Ammoniakimmissionen im Fürstentum Liechtenstein

## Jahresbericht 2017

Herausgeber:	Amt für Umwelt Liechtenstein
Inhalt:	Acontec AG, Schaan
Messungen:	Acontec AG, Schaan
Analytik:	Forschungsstelle für Umweltbeobachtung, Rapperswil
Auswertungen:	Jürgen Beckbissinger; Nadja Sperandio; Acontec AG
Bezug:	Amt für Umwelt Postfach 684 9490 Vaduz <a href="http://www.au.llv.li">www.au.llv.li</a>

## INHALT

1. EINLEITUNG	3
2. DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN	3
3. RESULTATE	4
KARTEN DER MESSSTANDORTE	A-1 BIS A-2
MESSERGEBNISSE 2017	A-3
FOTODOKUMENTATION	A-4

## 1. EINLEITUNG

Die fortlaufende Senkung von landwirtschaftlich erzeugten Ammoniak- ( $\text{NH}_3$ ) 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 erhofften 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 2017 beschrieben und beurteilt.

## 2. DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

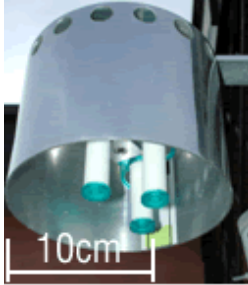
### 2.1. MESSMETHODE

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 3. Januar 2017 bis zum 2. Januar 2018 (Messjahr 2017).

## 2.3. EXPOSITION



**Abbildung 1** NH<sub>3</sub>-Passivsammler

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 Schwarz 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 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 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 allen 13 Messperioden ist in der Tabelle 2 dargestellt. Eine detaillierte Auflistung aller Messergebnisse ist im Anhang 3 angeführt.

**Tabelle 2** Ergebnisse Mittelwerte Ammoniakmessung im Jahr 2017; Jahresmittel des Vorjahres in [Klammer]

Periode	Eschen [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Schaan [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Balzers [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
1	2.8	3.6	2.0
2	3.9	5.5	4.1
3	9.5	6.2	7.2
4	4.8	5.6	5.6
5	3.1	4.4	5.4
6	7.4	7.1	8.5
7	9.7	5.4	5.6
8	8.2	5.0	8.6
9	4.7	4.6	4.9
10	5.8	4.2	4.5
11	8.4	5.7	7.0
12	3.1	4.6	6.9
13	2.7	3.6	2.7
Jahresmittel	<b>5.7</b> [5.8]	<b>5.0</b> [5.3]	<b>5.6</b> [5.3]

Die gemessenen Konzentrationen zwischen  $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $9.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und die daraus resultierenden Jahresmittelwerte ( $5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bis  $5.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sind, im Vergleich mit den entsprechenden Daten aus der Schweiz, als mittel bis hoch einzustufen. Basierend auf den Critical Levels für Ammoniak [UNECE 2007]<sup>1</sup>, sind alle Standorte in Liechtenstein dem zweithöchsten von 5 Immissionstypen<sup>2</sup> zuzuordnen [FUB 2017]<sup>3</sup>.

An den Standorten Eschen Schwarz Strässle und Schaan Lindenkreuzung ist die Belastung gegenüber dem Vorjahr um 2 % bzw. 6 % gesunken. Beim Standort Balzers stieg die Ammoniakkonzentration um 6 % von  $5.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf  $5.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Wie im Vorjahr ist Eschen Schwarz Strässle der Standort mit der höchsten Belastung. Trotz unterschiedlicher Beeinflussung liegen die Jahresmittelkonzentrationen der drei Standorte seit einigen Jahren nahe beieinander.

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. Im Rahmen des

<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  $<1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;  $1-3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $3-5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $5-8.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $> 8 \mu\text{g}/\text{m}^3$

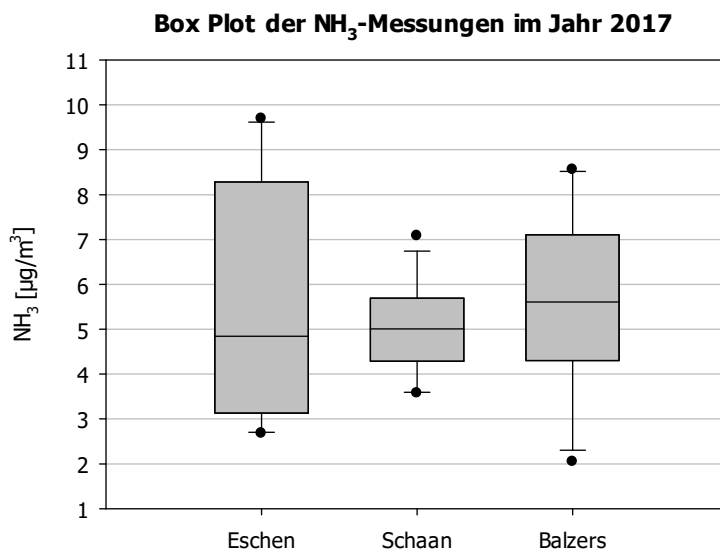
<sup>3</sup> FUB 2017: Eva Seitler, Lotti Thöni; Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz, 2000 bis 2016; Juni 2017

UNECE Workshops on Atmospheric Ammonia vom Dezember 2006 wurden die Critical Levels<sup>4</sup> für Ammoniak dem neusten Wissensstand angepasst:

- 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   $\text{NH}_3$  für empfindliche Moose, Flechten und Ökosysteme, in denen 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 Ammoniakkonzentrationen Rechnung getragen.

Die erwähnten Critical Levels werden an allen Messstandorten Liechtensteins überschritten. In Abbildung 2 sind die Resultate der einzelnen Standorte im Jahr 2017 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.

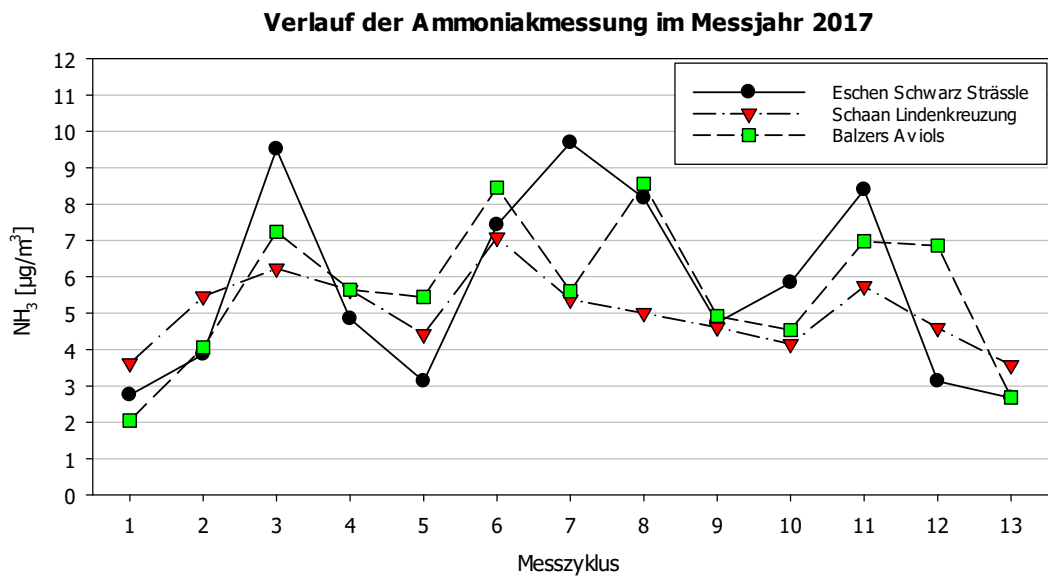


**Abbildung 2** Box-Plot der  $\text{NH}_3$ -Immissionsmessungen im Jahr 2017 an den drei Standorten in Liechtenstein

Die jeweils höchste Belastung an den drei Standorten wurde nicht während derselben Periode gemessen (siehe Abbildung 3). In Eschen wurde diese im Zyklus 7 mit  $9.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in Balzers im Zyklus 8 mit  $8.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und in Schaan im Zyklus 6 mit  $7.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgestellt. Die genannten Zyklen lagen zwischen Ende Mai und Mitte August. Die Ursachen für die hohen Belastungen in den Zyklen 6 (23.05. bis 20.06.) und 8 (18.07. bis 16.08.) stehen vermutlich im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Nutzungen, da an den beiden ländlichen Standorten

<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.

(Eschen und Balzers) erhöhte Ammoniakkonzentrationen gemessen wurden. Der Grund für das Belastungsmaximum in Eschen im Zyklus 7 (20.06. bis 18.07.) ist hingegen unklarer, da die Erhöhung nur an einem Standort zu verzeichnen war.



**Abbildung 3** NH<sub>3</sub>-Konzentration der einzelnen Messzyklen im Jahr 2017

## 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 2017 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

<b>Mp</b>	<b>Standort</b>	<b>Anfang</b>	<b>Ende</b>	<b>PS 1</b>	<b>PS 2</b>	<b>PS 3</b>	<b>Mw</b>
1	Eschen, Schwarz Strässle	03.01.2017	31.01.2017	2.9	2.9	2.5	2.8
2	Eschen, Schwarz Strässle	31.01.2017	27.02.2017	4.4	2.7	4.4	3.9
3	Eschen, Schwarz Strässle	27.02.2017	28.03.2017	9.5	9.3	9.7	9.5
4	Eschen, Schwarz Strässle	28.03.2017	25.04.2017	4.9	4.9	4.7	4.8
5	Eschen, Schwarz Strässle	25.04.2017	23.05.2017	3.6	2.2	3.6	3.1
6	Eschen, Schwarz Strässle	23.05.2017	20.06.2017	7.4	7.4	7.4	7.4
7	Eschen, Schwarz Strässle	20.06.2017	18.07.2017	9.5	9.7	9.9	9.7
8	Eschen, Schwarz Strässle	18.07.2017	16.08.2017	8.1	8.1	8.3	8.2
9	Eschen, Schwarz Strässle	16.08.2017	12.09.2017	4.7	4.7	4.8	4.7
10	Eschen, Schwarz Strässle	12.09.2017	10.10.2017	5.8	5.9	5.8	5.8
11	Eschen, Schwarz Strässle	10.10.2017	07.11.2017	8.5	8.4	8.3	8.4
12	Eschen, Schwarz Strässle	07.11.2017	05.12.2017	3.3	3.0	3.1	3.1
13	Eschen, Schwarz Strässle	05.12.2017	02.01.2018	2.6	2.7	2.7	2.7
1	Schaan, Lindenkreuzung	03.01.2017	31.01.2017	3.5	3.7	3.7	3.6
2	Schaan, Lindenkreuzung	31.01.2017	27.02.2017	5.4	5.4	5.5	5.5
3	Schaan, Lindenkreuzung	27.02.2017	28.03.2017	6.3	6.2	6.3	6.2
4	Schaan, Lindenkreuzung	28.03.2017	25.04.2017	5.6	5.7	5.7	5.6
5	Schaan, Lindenkreuzung	25.04.2017	23.05.2017	4.6	4.0	4.6	4.4
6	Schaan, Lindenkreuzung	23.05.2017	20.06.2017	7.0	7.0	7.3	7.1
7	Schaan, Lindenkreuzung	20.06.2017	18.07.2017	5.4	5.4	5.3	5.4
8	Schaan, Lindenkreuzung	18.07.2017	16.08.2017	5.0	5.0		5.0
9	Schaan, Lindenkreuzung	16.08.2017	12.09.2017	4.5	4.7	4.6	4.6
10	Schaan, Lindenkreuzung	12.09.2017	10.10.2017	4.2	4.2	4.1	4.2
11	Schaan, Lindenkreuzung	10.10.2017	07.11.2017	5.9	5.7	5.7	5.7
12	Schaan, Lindenkreuzung	07.11.2017	05.12.2017	4.5	4.8	4.4	4.6
13	Schaan, Lindenkreuzung	05.12.2017	02.01.2018	4.1	4.0	2.7	3.6
1	Balzers, Aviols	03.01.2017	31.01.2017	1.9	2.1	2.1	2.0
2	Balzers, Aviols	31.01.2017	27.02.2017	3.9	4.1	4.1	4.1
3	Balzers, Aviols	27.02.2017	28.03.2017	7.0	7.3	7.4	7.2
4	Balzers, Aviols	28.03.2017	25.04.2017	6.0	5.2	5.8	5.6
5	Balzers, Aviols	25.04.2017	23.05.2017	5.5	5.4	5.4	5.4
6	Balzers, Aviols	23.05.2017	20.06.2017	8.2	8.5	8.7	8.5
7	Balzers, Aviols	20.06.2017	18.07.2017	5.4	5.8	5.7	5.6
8	Balzers, Aviols	18.07.2017	16.08.2017	8.6	8.6	8.5	8.6
9	Balzers, Aviols	16.08.2017	12.09.2017	4.8	5.0	5.0	4.9
10	Balzers, Aviols	12.09.2017	10.10.2017	4.7	4.5	4.4	4.5
11	Balzers, Aviols	10.10.2017	07.11.2017	6.7	7.3	7.0	7.0
12	Balzers, Aviols	07.11.2017	05.12.2017	7.1	6.9	6.6	6.9
13	Balzers, Aviols	05.12.2017	02.01.2018	2.6	2.6	2.8	2.7

Mw = Mittelwert  
 Mp = Messperiode  
 PS = Passivsammler

## A-4

### Anhang 4 Fotodokumentation



Standort Eschen Schwarz Strässle (Umgebung Landwirtschaftsfläche)



Standort Schaan Lindenkreuzung (verkehrs-exponiert, innerorts)



Standort Balzers Aviols (Agglomerationsrand, Umgebung Landwirtschaft)