

AMT FÜR UMWELT; VADUZ

AMMONIAK-IMMISSIONSMESSUNGEN IN LIECHTENSTEIN

MESSBERICHT 2013



SCHAAN, OKTOBER 2014; JÜRGEN BECKBISSINGER, PATRIZIA CENGIZ-HAGSPIEL

Messbericht_8181_2013_ENTWURF01.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 2013

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	5
KARTEN DER MESSSTANDORTE	A-1 BIS A-2
MESSERGEBNISSE 2013	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 2013 zusammengefasst.

2. DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

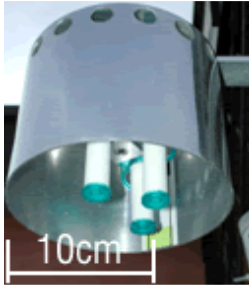
2.1. MESSMETHODE

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 3. Januar 2013 bis zum 7. Januar 2014 (Messjahr 2013).

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 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	3.6	4.7	3.5
2	--- (5.0) ¹⁾	3.6	2.4
3	--- (5.8) ¹⁾	6.4	11.8
4	6.0	6.0	8.0
5	4.4	5.5	5.7
6	2.6	4.0	3.7
7	4.5	6.1	6.0
8	11.1	6.6	6.6
9	5.8	5.2	9.5
10	5.7	5.1	3.9
11	5.5	5.8	8.4
12	5.1	5.7	6.9
13	8.2	6.7	7.4
Jahresmittel	5.7* (5.6) ²⁾ [5.1]	5.5 [5.4]	6.5 [5.9]

--- Komplettausfall (alle 3 Sammler entwendet)

¹⁾ berechneter Wert über Korrelation mit dem Standort Schaan Lindenkreuzung

²⁾ Jahresmittelwert unter der Berücksichtigung der berechneten Werte für die Perioden 2 und 3

* Jahresmittelwert aus unvollständiger Messreihe

Mit Konzentrationen zwischen 2.4 und 11.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und Jahresmittelwerten zwischen 5.5 und 6.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sind die gemessenen Belastungen im Vergleich mit Messdaten aus der Schweiz als mittel bis hoch einzustufen. An allen drei Standorten stieg die Belastung gegenüber dem Vorjahr. In Eschen um 12%, in Balzers um 10% und in Schaan um 2%. 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 wurden auch Messjahr 2013 in Balzers die höchsten Belastungen gemessen. In Eschen Schwarzes Strässle wurden im Jahr 2013 durch unbekannte die Sammler der Perioden 2 und 3 aus den Probenahmebehältern entwendet. Für die Monate Februar und März stehen deshalb keine gemessenen Periodenmittel zur Verfügung. Anhand von Messdaten der Standorte Balzers Aviols und Schaan Lindenkreuzung wurde eine Abschätzung der Belastung während den beiden erwähnten Perioden vorgenommen (kursiv dargestellte Werte in der Tabelle 2). Werden die abgeschätzten Werte zur Bildung des Jahresmittelwertes verwendet, resultiert eine Differenz von lediglich 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zum ausgewiesenen bzw. gemessenen Jahresmittel. Damit kann davon ausgegangen werden, dass die beiden fehlenden Messwerte der Periode 2 und 3 keine relevanten Auswirkungen auf das Jahresmittel haben.

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 levels¹ 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 2013 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.

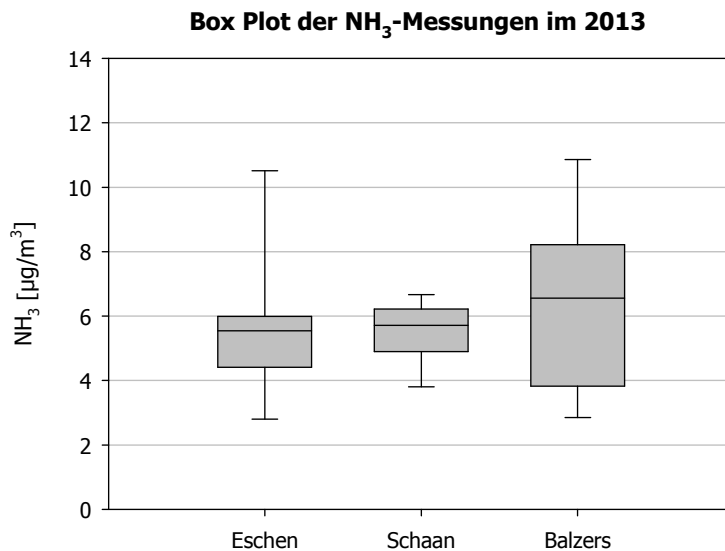


Abbildung 1 Box-Plot der NH₃-Immissionsmessungen 2013 an den drei Standorten in Liechtenstein

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.

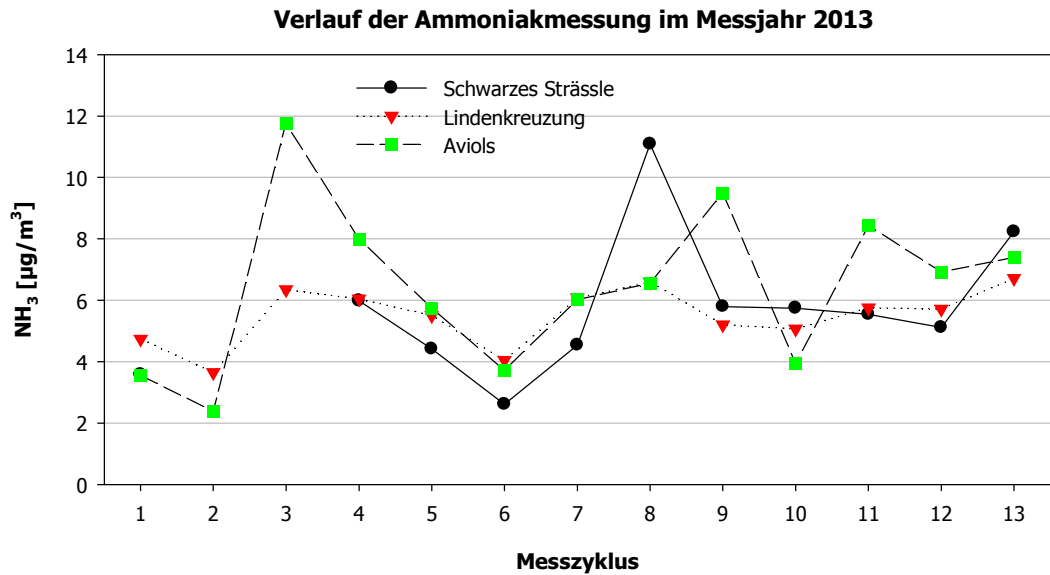
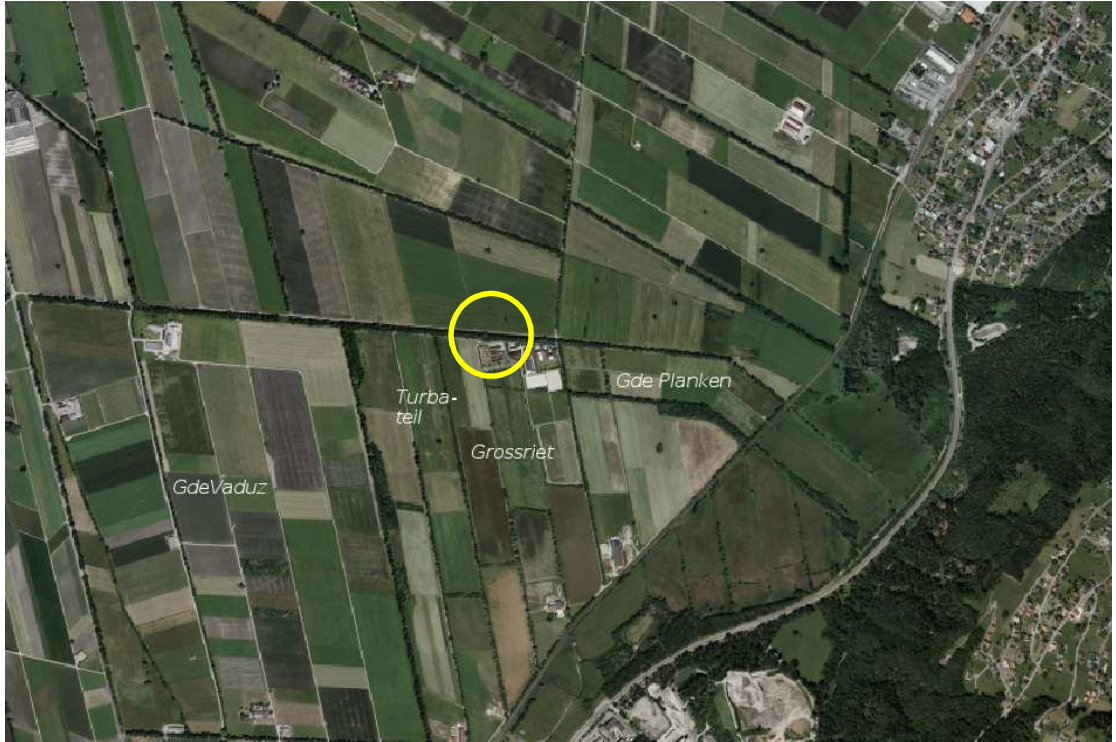


Abbildung 2 NH₃-Konzentration der einzelnen Messzyklen

Der Verlauf der NH₃-Konzentrationen zeigt, dass die höchste Belastung an allen drei Standorten nicht während derselben Periode gemessen wurde. So gab es die höchste Belastung in Balzers Aviols im Zyklus 3, in Eschen Schwarzes Strässle im Zyklus 8 (wobei zu bemerken ist, dass für die Monatsmittel der Zyklen 2 und 3, wie erwähnt, keine Resultate vorliegen) und in Schaan Lindenkreuzung im Zyklus 9. Im Vorjahr wurden in der Periode 12 die höchsten Konzentrationen gemessen. Die Spitzenwerte im Frühling und Herbst 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 Ammoniak 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 2013 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Mp	Standort	Anfang	Ende	PS 1	PS 2	PS 3	Mw
1	Eschen, Schwarzes Strässle	03.01.2013	30.01.2013	3.6	3.6	3.4	3.6
2	Eschen, Schwarzes Strässle	30.01.2013	26.02.2013	A	A	A	A
3	Eschen, Schwarzes Strässle	26.02.2013	26.03.2013	A	A	A	A
4	Eschen, Schwarzes Strässle	26.03.2013	23.04.2013	6.1	6.3	5.6	6.0
5	Eschen, Schwarzes Strässle	23.04.2013	21.05.2013	4.2	4.5	4.6	4.4
6	Eschen, Schwarzes Strässle	21.05.2013	18.06.2013	2.8	2.7	2.3	2.6
7	Eschen, Schwarzes Strässle	18.06.2013	16.07.2013	4.0	4.8	4.9	4.5
8	Eschen, Schwarzes Strässle	16.07.2013	13.08.2013	11.0	11.4	10.9	11.1
9	Eschen, Schwarzes Strässle	13.08.2013	10.09.2013	5.8	5.8	5.8	5.8
10	Eschen, Schwarzes Strässle	10.09.2013	07.10.2013	5.6	6.0	5.6	5.7
11	Eschen, Schwarzes Strässle	07.10.2013	05.11.2013	5.7	5.0	5.9	5.5
12	Eschen, Schwarzes Strässle	05.11.2013	03.12.2013	5.3	5.0	5.1	5.1
13	Eschen, Schwarzes Strässle	03.12.2013	07.01.2014	8.5	7.4	8.9	8.2
1	Schaan, Lindenkreuzung	03.01.2013	30.01.2013	4.8	4.6	4.8	4.7
2	Schaan, Lindenkreuzung	30.01.2013	26.02.2013	3.7	3.6	3.6	3.6
3	Schaan, Lindenkreuzung	26.02.2013	26.03.2013	6.5	6.1	6.4	6.4
4	Schaan, Lindenkreuzung	26.03.2013	23.04.2013	5.9	6.1	6.1	6.0
5	Schaan, Lindenkreuzung	23.04.2013	21.05.2013	5.4	5.5	5.6	5.5
6	Schaan, Lindenkreuzung	21.05.2013	18.06.2013	4.1	3.9	4.1	4.0
7	Schaan, Lindenkreuzung	18.06.2013	16.07.2013	5.7	5.8	6.7	6.1
8	Schaan, Lindenkreuzung	16.07.2013	13.08.2013	6.5	6.6	6.7	6.6
9	Schaan, Lindenkreuzung	13.08.2013	10.09.2013	5.4	4.8	5.5	5.2
10	Schaan, Lindenkreuzung	10.09.2013	07.10.2013	4.8	5.1	5.3	5.1
11	Schaan, Lindenkreuzung	07.10.2013	05.11.2013	5.6	5.9	5.8	5.8
12	Schaan, Lindenkreuzung	05.11.2013	03.12.2013	5.8	5.5	5.8	5.7
13	Schaan, Lindenkreuzung	03.12.2013	07.01.2014	6.7	6.6	6.8	6.7
1	Balzers, Aviols	03.01.2013	30.01.2013	3.7	3.7	3.2	3.5
2	Balzers, Aviols	30.01.2013	26.02.2013	2.4	2.4	2.3	2.4
3	Balzers, Aviols	26.02.2013	26.03.2013	11.7	12.4	11.2	11.8
4	Balzers, Aviols	26.03.2013	23.04.2013	8.0	8.1	7.8	8.0
5	Balzers, Aviols	23.04.2013	21.05.2013	5.6	6.1	5.5	5.7
6	Balzers, Aviols	21.05.2013	18.06.2013	3.6	3.8	3.8	3.7
7	Balzers, Aviols	18.06.2013	16.07.2013	5.9	6.2	5.9	6.0
8	Balzers, Aviols	16.07.2013	13.08.2013	6.3	6.5	6.8	6.6
9	Balzers, Aviols	13.08.2013	10.09.2013	9.4	8.7	10.3	9.5
10	Balzers, Aviols	10.09.2013	07.10.2013	3.7	4.1	4.0	3.9
11	Balzers, Aviols	07.10.2013	05.11.2013	8.7	8.0	8.5	8.4
12	Balzers, Aviols	05.11.2013	03.12.2013	6.4	7.1	7.3	6.9
13	Balzers, Aviols	03.12.2013	07.01.2014	7.4	7.4	7.4	7.4

A = Ausfall

Mw = Mittelwert

Mp = Messperiode

PS = Passivsammler

Anhang 4 Fotodokumentation



Standort Eschen Schwarzes Strässle (Umgebung Landwirtschaftsfläche)



Standort Schaan Lindenkreuzung (verkehrsexponiert, innerorts)



Standort Balzers Aviois (Agglomerationsrand, Umgebung Landwirtschaft)