

Ammoniakbelastung OSTLUFT 2000 bis 2004



September 2005



Impressum

Kurztitel:	Ammoniakbelastung OSTLUFT 2000 bis 2004, September 2005
Berichterstattung und Analysen:	 <p>Lotti Thöni, Eva Seitler FUB – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung Untere Bahnhofstrasse 30, Postfach 1645 CH – 8640 Rapperswil E-Mail: fub@fub-ag.ch, www.fub-ag.ch</p>
Projektleitung	OSTLUFT Arbeitsgruppe Stickstoff-Depositionen Fritz Zürcher, AfU AR (Vorsitz); Markus Meier, AWEL ZH; Jürg Hertz, AfU TG
Titelbild	Passivsammler für Ammoniakmessung (Foto FUB)
Verdankung	Der Dank richtet sich an Personen, welche für den sorgfältigen Probewechsel besorgt waren sowie Fachleute die ergänzende Daten zur Verfügung gestellt haben
Copyright:	Verwendung mit Quellenangabe erlaubt
Bezugsquelle:	Download unter www.ostluft.ch OSTLUFT, Geschäftsleitung, Stampfenbachstr. 12, Postfach, 8090 Zürich Tel. 043 259 30 18, Fax. 043 259 51 78, E-Mail: bestellungen@ostluft.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	2
2	Einleitung	4
3	Messstandorte	5
4	Resultate in der Übersicht	7
4.1	Ammoniak	7
4.1.1	Jahres- und saisonale Mittelwerte	7
4.1.2	Stationenvergleich und Veränderung über die Jahre	7
4.1.3	Emissionsärmere Gülleausbringtechnik	9
4.1.4	Langfristige Entwicklung	10
4.1.5	Vergleich mit Emissionsdichte und modellierten Konzentrationen	11
4.2	Stickstoffdioxid	12
4.2.1	Jahres- und saisonale Mittelwerte	12
5	Resultate im Einzelnen	13
5.1	Verlauf der Ammoniak-Konzentration an den einzelnen Standorten	13
5.2	Verlauf der NO ₂ -Konzentration an den einzelnen Standorten	22
6	Grundlagen	26
6.1	Messmethoden für NO ₂	26
6.2	Messmethoden für Ammoniak	26
6.2.1	Passivsammlertypen	26
6.2.2	Vergleich der beiden Passivsammlermethoden	28
6.2.3	Qualitätssicherung	28
6.3	Übergang Zürcher Passivsammler zu Radiello Passivsammler	31
6.3.1	Grund für den Systemwechsel	31
6.3.2	Vergleichsmessung	32
6.3.3	Temperatur- und Druckkorrektur	34
6.3.4	Auswirkungen auf die Kontinuität der Messungen	37
7	Literaturverzeichnis	38
8	Anhang	39
8.1	Einzelwerte der NO ₂ -Messungen mit UGZ-Passivsammlern	40
8.2	Einzelwerte der Ammoniakmessungen mit Radiello-Passivsammlern	41
8.3	Einzelwerte der Ammoniak-Vergleichsmessungen	43
8.4	Vertrauensbereiche	47
8.5	Modellierte Immissionskonzentration und Emissionsdichte	48
8.6	Temperatur- / Druck-Korrektur	48

1 Zusammenfassung

Gasförmige Stickstoffverbindungen im ländlichen Raum – Stand 2004

Seit 2000 verfolgt OSTLUFT den Verlauf der Ammoniakkonzentrationen an acht unterschiedlich belasteten Standorten in der Ostschweiz. Die Messergebnisse liefern eine Belastungsübersicht und dienen längerfristig der Erfolgskontrolle von ergriffenen bzw. geplanten Minderungsmaßnahmen.

In diesem Bericht sind die Ergebnisse der Messungen 2000 - 2004 zusammengestellt. Die Messungen wurden von FUB – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung in Rapperswil vorgenommen. Bis 2003 wurde die Ammoniakbelastung mit dem Zürcher Passivsammler erfasst (Thöni et al. 2003). Anfang 2004 wurde auf eine verbesserte Sammelmethode umgestellt (Radiello-Passivsammler). Die Vergleichbarkeit der beiden Messmethoden wird kontinuierlich unter verschiedenen Bedingungen durch Parallelmessungen sowie gegenüber einer unabhängigen Messmethode (Denuder) überprüft.

Fazit der vorliegenden Untersuchung:

Ammoniak

- An Standorten mit hoher Tierdichte und extensiver Düngepraxis wurden hohe Konzentrationen und grosse Schwankungen im Jahresgang gefunden.
- In intensiv bewirtschafteten Gebieten waren die Konzentrationen 3 – 4 Mal höher als an Stationen mit extensiver Landwirtschaft.
- Die hohen Ammoniak-Konzentrationen vom heissen Sommer 2003 wurden im Jahr 2004 teilweise wieder erreicht.
- Seit Einführung einer emissionsarmen Gülleausbringtechnik (Schleppschlauch) im Jahre 2003 ist die Ammoniakbelastung im Umfeld der Messstelle Bachtel erstmals seit 1992 zurückgegangen. Die Veränderung ist deutlich erkennbar am Rückgang der Extremwerte. Die Wirkung von Massnahmen zur Minderung Ammoniakverluste lässt sich daher mit einfachen Messmethoden nachweisen.

Stickstoffdioxid

- Die gemessenen NO₂-Konzentrationen waren erwartungsgemäss niedrig. Die vier Messstandorte Bachtel, Schänis, Häggenschwil und Appenzell-Steinegg liegen in ländlicher Umgebung, fern von stark befahrenen Strassen.

Ausblick

Die Messungen werden im Jahr 2005 an allen 8 Stationen weitergeführt. Um die langfristige Entwicklung der Ammoniak-Immissionen in der Ostschweiz an verschieden belasteten Orten zu verfolgen, und der Erfolg von Veränderungen der Emissionssituation in späteren Jahren zu kontrollieren, ist eine Fortführung der Messreihen angezeigt.

2 Einleitung

Stickstoffverbindungen aus der Luft überdüngen Wälder und naturnahe Standorte und versauern schlecht gepufferte Böden. Im Hinblick auf einen besseren Schutz der empfindlichen Ökosysteme ist es notwendig, mehr über die regionale Belastungssituation und die Herkunft der Stickstoffniederschläge zu wissen. Die Verantwortlichen von OSTLUFT haben dafür neben Modellrechnungen auch differenzierte Messungen für eine bessere Beurteilung der regionalen Verhältnisse genutzt. Die Resultate sind in OSTLUFT (2004) zusammengefasst.

Ab 2004 wird als reduziertes Programm Ammoniak an acht und Stickstoffdioxid an vier Standorten mit Passivsammlern erfasst. Die Ammoniakmessungen der Standorte im OSTLUFT-Gebiet werden im vorliegenden und im gesamtschweizerischen Bericht (Thöni & Seitler 2005) vorgestellt.

3 Messstandorte

Seit 2004 verfolgt OSTLUFT die Konzentration von Ammoniak NH_3 an acht (Appenzell, Häggenschwil, Eschlikon, Mauren, Tänikon, Bachtel, Schänis und Hudelmoos) und von Stickstoffdioxid NO_2 an vier (Appenzell, Häggenschwil, Bachtel und Schänis) unterschiedlich belasteten Standorten in der Ostschweiz (Tab. 1).

Die genutzten Standorte decken den OSTLUFT-Raum relativ gut ab (Abb. 1) und ermöglichen zudem eine gute Differenzierung nach Belastungsfaktoren Quellentyp und Quellenintensität (Tab. 2)

Tab. 1 Angaben zu den Messstandorten

Code	Standort	Kt.	Höhe m ü.M	Koordinaten		Expo- sition	Neigung in Grad	Relief	Finanziert durch	PS-Wechsel durch
APS	Appenzell	AI	820	750.80	243.70	—		E	OSTLUFT	OSTLUFT
HÄG	Häggenschwil	SG	555	743.60	261.70	—		E	OSTLUFT	OSTLUFT
ESCH	Eschlikon	TG	575	715.42	257.22	—		E	BUWAL	OSTLUFT
MAU	Mauren	TG	439	729.16	269.40	—		E	BUWAL	OSTLUFT
TAE	Tänikon	TG	540	710.50	259.80	—		E	BUWAL	EMPA/NABEL
BA	Bachtel	ZH	930	710.35	239.60	E	10	H	OSTLUFT	OSTLUFT
HUD 3	Hudelmoos	TG	520	739.14	265.50	—		E	OSTLUFT	OSTLUFT
SCH	Schänis	SG	630	722.93	223.48	W	35	H	OSTLUFT	WSL
								Relief: Ebene		E
								Hang		H

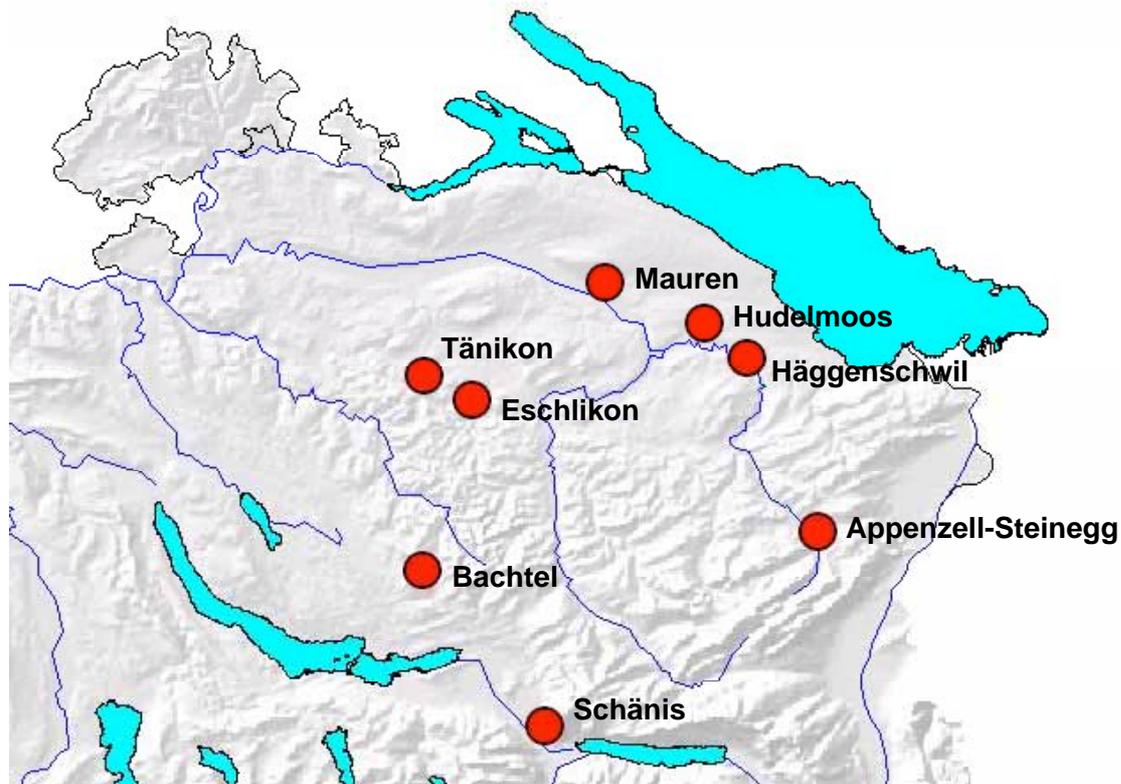


Abb. 1 Die Messstandorte

Tab. 2 Charakterisierung der Standorte zur Erfassung von gasförmigen Stickstoff-Komponenten

Quellenaktivitäten	Standort	Abk.	Gas	gemessen
Intensiv bewirtschaftet	Appenzell-Steinegg 820 m ü M	APS	NH ₃	2003 - 2004
	Haggenschwil 555 m ü M	HÄG	NO ₂	2003
	Haggenschwil 555 m ü M	HÄG	NH ₃	2003 - 2004
	Eschlikon 575 m ü M	ESCH	NO ₂	2003 - 2004
	Eschlikon 575 m ü M	ESCH	NH ₃	2002 - 2004
Intensiv bewirtschaftet	Mauren (Kant. Messstation) 439 m ü M	MAU	NH ₃	2000 - 2004
	Tänikon (NABEL-Messstation) 540 m ü M	TAE	NH ₃	2000 - 2004
Halbintensiv bewirtschaftet, Gras- und Weidewirtschaft	Bachtel Hinterer Sennenberg 930 m ü M	BA	NH ₃ NO ₂	1994-98, 2000-04 2004
Bewirtschaftete Waldlichtung	Hudelmoos 520 m ü M	HUD 3	NH ₃	2001 - 2004
Extensiv bewirtschaftet Waldlichtung	Schänis (WSL-Messstation) 630 m ü M	SCH	NH ₃	2000, 2002 - 2004
			NO ₂	2000, 2002 - 2004

4 Resultate in der Übersicht

4.1 Ammoniak

4.1.1 Jahres- und saisonale Mittelwerte

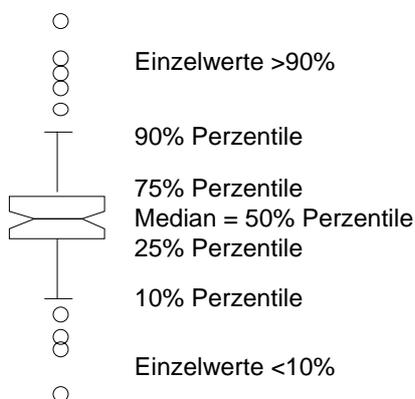
In Tabelle 3 sind die Jahres- und Saisonmittel der Ammoniakkonzentrationen aufgelistet.

Tab. 3 Jahres-, Winter- (Oktober – März) und Sommer- (April – September) Mittelwerte (gewichtet) von 2000 bis 2004 in $\mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$, (kursiv = Werte unter der Bestimmungsgrenze)

Nr.	Code	Jahresmittel				Wintermittel Okt. - März				Sommermittel April - Sept.						
		$\mu\text{g m}^{-3}$				$\mu\text{g m}^{-3}$				$\mu\text{g m}^{-3}$						
		2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004
47	Appenzell				10.4	8.9				11.9	8.4				9.2	9.4
45	Häggenschwil				8.5	7.8				6.3	7.0				10.3	8.5
46	Eschlikon			3.6	4.9	6.1			3.2	4.4	5.6			3.9	5.3	6.6
24	Mauren	3.7	3.9	3.1	4.5	5.5	3.0	3.5	3.2	4.5	5.7	4.3	4.3	2.9	4.6	5.3
25	Tänikon	3.5	4.0	3.7	5.9	5.6	3.3	3.8	3.6	5.5	5.3	3.7	4.1	3.7	6.2	6.0
18	Bachtel	1.9	2.1	1.9	2.1	1.7	1.1	1.4	1.0	1.7	1.2	2.6	2.8	2.8	2.5	2.2
11	Hudelmoos		3.0	2.1	2.3	2.1		1.8	1.8	1.6	2.0		4.2	2.4	2.9	2.2
19	Schänis	1.5		1.9	2.9	2.2	0.9		1.8	1.9	1.7	2.0		2.0	4.0	2.8

4.1.2 Stationenvergleich und Veränderung über die Jahre

In den folgenden Grafiken werden die Resultate als Boxplots dargestellt, darin sind die 10%, 25%, 50% (Median), 75% und 90% Perzentilen berücksichtigt. Werte oberhalb der 90% Perzentile resp. unterhalb der 10% Perzentile sind als Einzelpunkte eingezeichnet. Der Bereich der Einbuchtung in der Box zeigt das 95% Vertrauensintervall des Medians.



In den folgenden Abbildungen sollen einerseits den Vergleich unter den Stationen besser sichtbar zu machen, andererseits die Entwicklung über diese fünf Jahre aufzuzeigen. Berücksichtigt wurden die Stationen an denen im Jahr 2004 gemessen wurde. Meist waren die Messperioden 14-tägig, manchmal auch vierwöchentlich oder länger. Die Anzahl Perioden in den einzelnen Boxplots sind im Kapitel „Resultate im Einzelnen“ ersichtlich. Schwankt an einem Standort die Anzahl Messperioden pro Jahr beträchtlich, wird es im Abbildungstitel erwähnt. Die Skala wurde bei allen Boxplotgrafiken auf $15 \mu\text{g m}^{-3}$ gesetzt, um einen Vergleich unter den Stationen zu erleichtern.

Intensiv Landwirtschaft

In Abbildung 2 werden die Stationen mit mehr oder weniger intensiver Landwirtschaft in der Umgebung dargestellt. Appenzell und Häggenschwil, zeigen dabei die höchsten Werte.

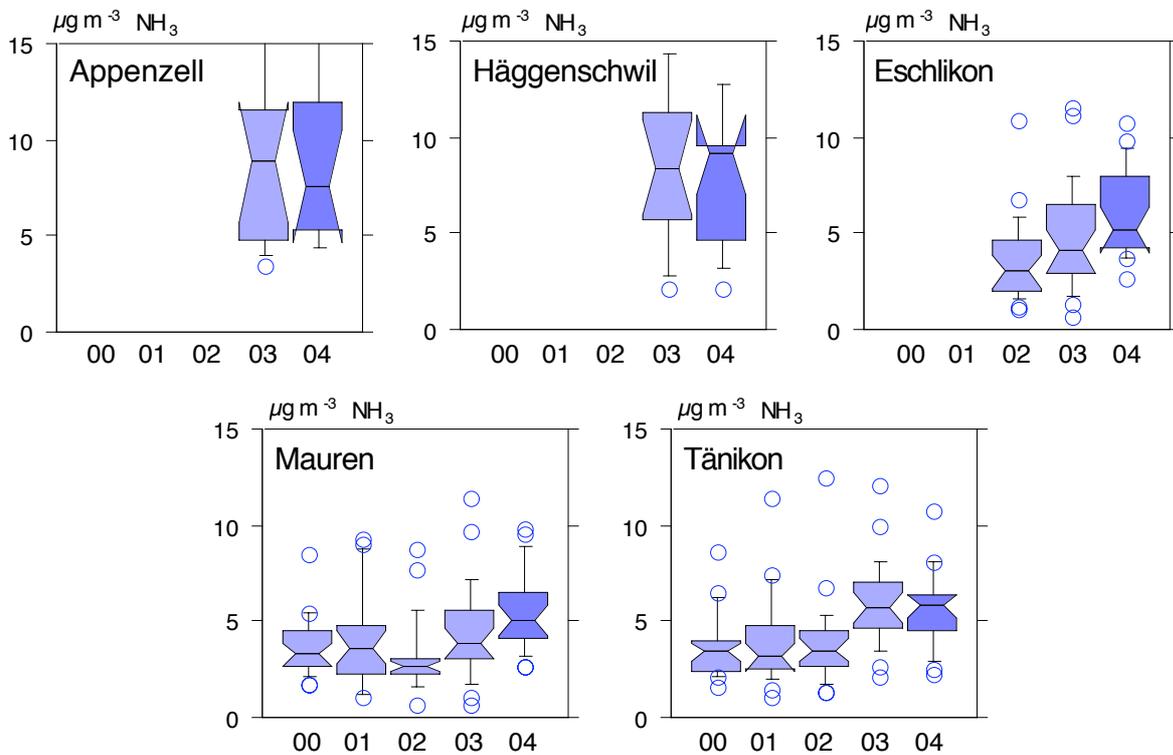


Abb. 2 Einzelwerte der zwei bis fünf Messjahre als Boxplots dargestellt: Appenzell und Häggenschwil 13 Messperioden pro Jahr, Eschlikon, Mauren und Tänikon ca. 24 Messperioden pro Jahr

Extensive Landwirtschaft

Abbildung 3 zeigt die Stationen Bachtel, Hudelmoos 3 und Schänis. Bei der Station Bachtel wird seit Frühling 2003 mit Schleppschlauch gegüllt, vorher mit Breitverteiler.

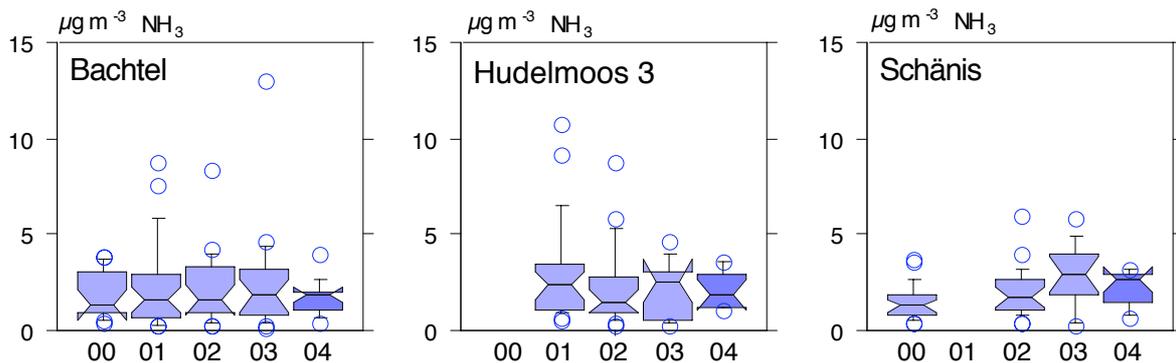


Abb. 3 Einzelwerte der vier bis fünf Messperioden als Boxplots dargestellt: Bachtel, Hudelmoos und Schänis (Anzahl Messperioden pro Jahr siehe Resultate im Einzelnen)

4.1.3 Emissionsärmere Gülleausbringtechnik

Im Gegensatz zu allen anderen Stationen wurde bei der Station Bachtel im Sommerhalbjahr 2003 ein ungefähr gleich hoher Wert wie in den Vorjahren gefunden (Abb. 4). Ab April 2003 wurde bei der Gülleausbringung beim Bachtel vom Breitverteiler auf Schleppschauchsystem umgestellt. Nach Auskunft von Christian Knecht, Bauer bei der Station Bachtel, sind Menge und Häufigkeit der Gülleausbringung und Anzahl Vieheinheiten seit 1993 jedes Jahr ungefähr gleich geblieben.

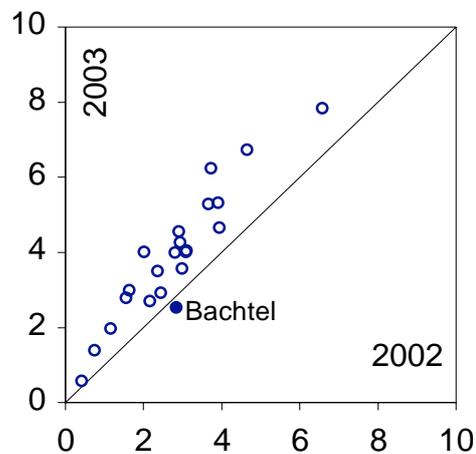


Abb. 4 Vergleich der Halbjahres-Mittelwerte 2003 mit 2002, je April – September, an verschiedenen Schweizer Messstandorten in $\mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$

In Abbildung 5 werden die Ammoniakkonzentrationen der Stationen Bachtel mit dem ähnlich belasteten Muri (AG) verglichen. Während bei der Station Muri (als typisches Beispiel für eine Station ohne Änderung in der Art der Bewirtschaftung) im Jahr 2003 mehr als 30% höhere Sommer-Konzentrationen gemessen wurden als in den Jahren 2001, 2002 und 2004, blieben die Werte bei der Station Bachtel, bei der seit Frühling 2003 mit dem Schleppschauchverfahren gegüllt wird, konstant und waren im 2004 am niedrigsten der vier berücksichtig-

ten Messjahre. Dies ist ein Hinweis, dass das Schleppschlauchverfahren die Emissionen von Ammoniak deutlich mindern kann.

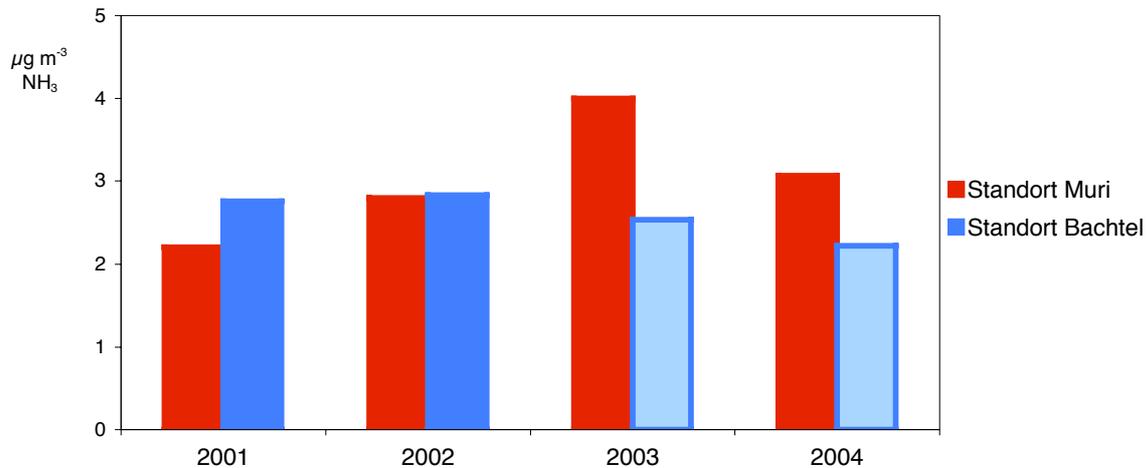


Abb. 5 Vergleich der Sommerhalbjahres-Mittel (April - September) bei der Station Muri und bei der Station Bachtel (2001 und 2002 Ausbringung mit Breitverteiler, 2003 und 2004 Ausbringung mit Schleppschlauchverfahren).

4.1.4 Langfristige Entwicklung

Bei der Station Bachtel wurde mit einem Jahr Unterbruch seit 1993 Ammoniak gemessen, wobei von 1993 bis 1998 und 2001 bis 2004 Ammoniak aktiv mit Denudern gesammelt, von 2000 bis 2004 zusätzlich mit den Zürcher-Passivsammlern und ab 2004 mit Radiello gemessen wurde. Die Jahresmittelwerte bei der Station Bachtel schwankten innerhalb von 1.6 – 2.7 $\mu\text{g m}^{-3}$ (Abb. 6).

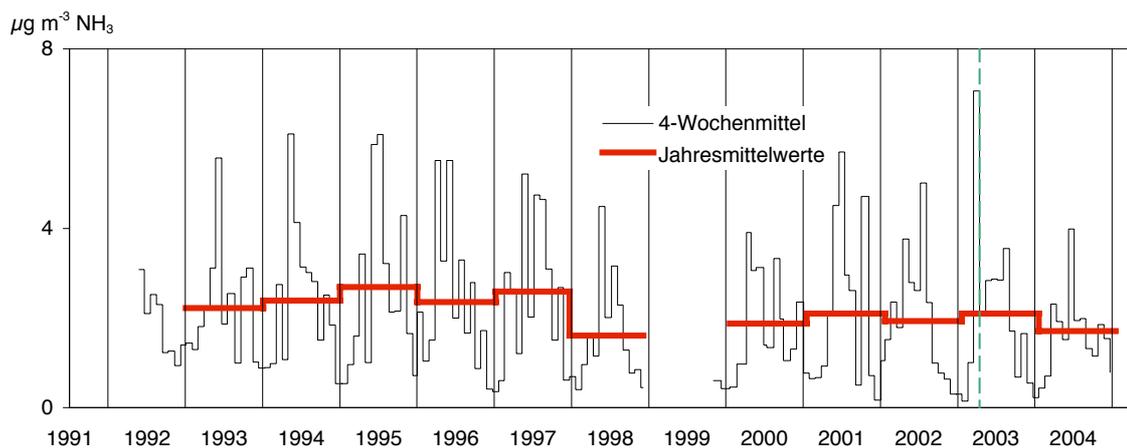


Abb. 6 Ammoniak gemessen bei der Station Bachtel (1993 bis 1998 mit Denudern gemessen). Gestrichelte Linie: ab April 2003 Gülle mit Schleppschlauch, vorher mit Breitverteiler

Nach Auskunft des Bauern bei der Station Bachtel, Christian Knecht, waren die Intensität und die Menge der Gülleausbringung seit 1993 immer im gleichen

Rahmen, bis März 2003 immer mit Breitverteiler und ab dann mit Schleppschlauch. Auch die Immissionsmessungen zeigen keine Tendenz zu einer Ab- oder Zunahme. (Die wegen den meteorologischen Bedingungen 2003 an fast allen Stationen gemessene Zunahme wurde bei der Station Bachtel vermutlich durch Wechsel der Gülleausbringung auf Schleppschlauch kompensiert.)

4.1.5 Vergleich mit Emissionsdichte und modellierten Konzentrationen

Emissionsdichte: Für die ganze Schweiz wurden räumliche Ammoniak-Emissionsmuster im Hektarraster kartiert, indem folgende Informationen kombiniert wurden (genaueres bei Rihm 1996, Rihm und Kurz 2001, Thöni et al 2004):

- Lage der Emissionsquellen, z.B. Bauernhäuser, Bodennutzung, Strassen
- Nationale Statistik über die Ammoniak emittierenden Aktivitäten (z.B. Tierbestandesstatistik für jeden Bauernbetrieb)
- Aktivitätsspezifische Emissionsfaktoren

Für die Emissionen wurde das Bezugsjahr 2000 genommen und mit den gemessenen Konzentrationen von 2004 verglichen. Für die Graphik wurden die Emissionsquellen im Umkreis von 0.5 km Radius, im Anhang sind zusätzlich die Werte im Umkreis bis 2.5 km aufgelistet.

Die Emissionsdichten und die Konzentrationen ergeben eine lineare Funktion (Abb. 7a).

Modellierte Konzentration: Mit einem empirischen Modell ausgehend von Emissionsdaten wurde durch Beat Rihm (Meteotest, Bern) (Methode in Thöni et al. 2004) die Ammoniakkonzentration berechnet (Abb. 7b). Niedrige Konzentrationen scheinen mit dem Modell eher überschätzt, höher eher unterschätzt zu werden. Die Unterschiede können aber eine Folge der verschiedenen Bezugsjahre sein.

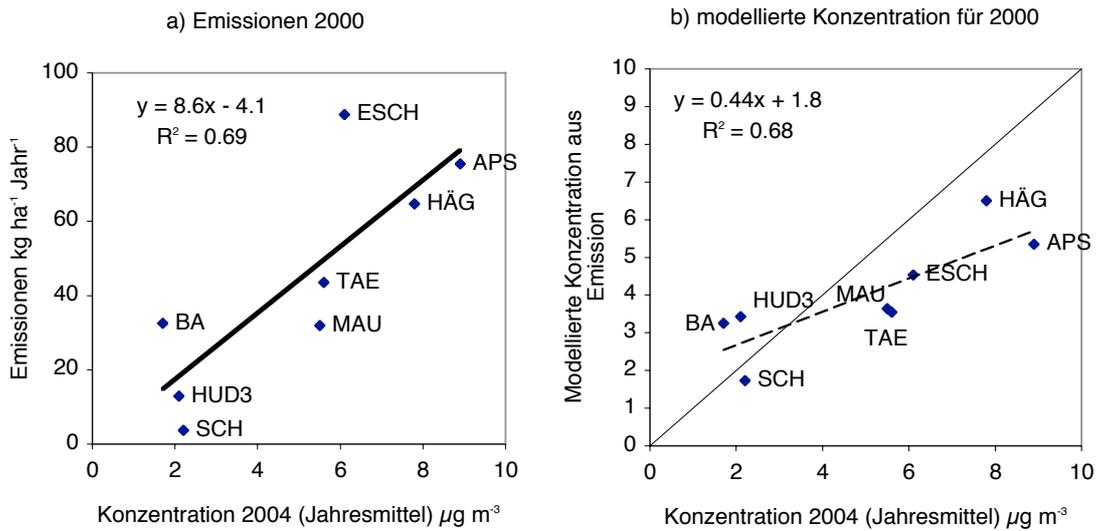


Abb. 7 a) Vergleich der Konzentration, gemessen 2004, mit den Emissionen am jeweiligen Standort (Grundlage Jahr 2000). Berücksichtigt ist die Emissionsdichte im Umkreis von 0.5 km um den Messstandort. b) Vergleich der gemessenen Konzentrationen mit den modellierten Werten (Emissionsdatengrundlage 2000)

4.2 Stickstoffdioxid

4.2.1 Jahres- und saisonale Mittelwerte

In Tabelle 4 sind die Jahres- und Saisonmittel der Stickstoffdioxidkonzentrationen aufgelistet. Alle vier Standorte sind strassenfern und weisen niedrige NO_2 -Konzentrationen auf.

Tab. 4 Jahres-, Winter- (Oktober – März) und Sommer- (April – September) Mittelwerte (gewichtet) von 2000 bis 2004 in $\mu\text{g m}^{-3} \text{NO}_2$

Nr.	Code	Jahresmittel				Wintermittel Okt. - März				Sommermittel April - Sept.						
		$\mu\text{g m}^{-3}$				$\mu\text{g m}^{-3}$				$\mu\text{g m}^{-3}$						
		2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004	2000	2001	2002	2003	2004
47	Appenzell APS				7.3					9.8					5.2	
45	Häggenchwil HÄG				10.6	9.6				14.7	13.7				7.2	6.3
18	Bachtel BA					5.2					6.6					3.5
19	Schänis SCH	6.6		6.4	6.8	6.5	8.8		8.8	9.6	9.2	4.7		4.0	3.6	3.3

5 Resultate im Einzelnen

5.1 Verlauf der Ammoniak-Konzentration an den einzelnen Standorten

Auf den folgenden Seiten sind die Jahres- und Saisonwerte sowie die Emissionsdichte aufgeführt und die Einzelmesswerte der Standorte in Graphen dargestellt.

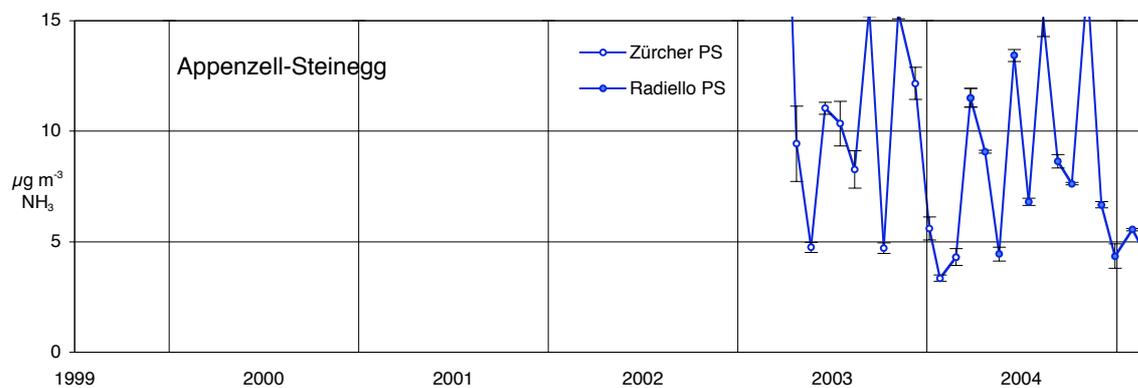
Es werden nur jene Standorte berücksichtigt, die (auch) im Jahr 2004 gemessen wurden. Der Verlauf an den weiteren Standorten kann in den Berichten von Thöni & Seidler (2001, 2002, 2003 & 2004) eingesehen werden.

Bei allen Stationen mit Ausnahme von Bachtel waren die Sommerhalbjahreswerte im heissen "Jahrhundertssommer" höher als in den Vorjahren. Dies wird nicht jedes Mal speziell erwähnt.

Appenzell (APS)

Die Station Appenzell (AI) ist in einem kleinen Weiler ausserhalb des Dorfes Appenzell, in intensiv bewirtschaftetem Gebiet (Schweinehaltung) aufgebaut. Die Intensität der landwirtschaftlichen blieb sich gleich.

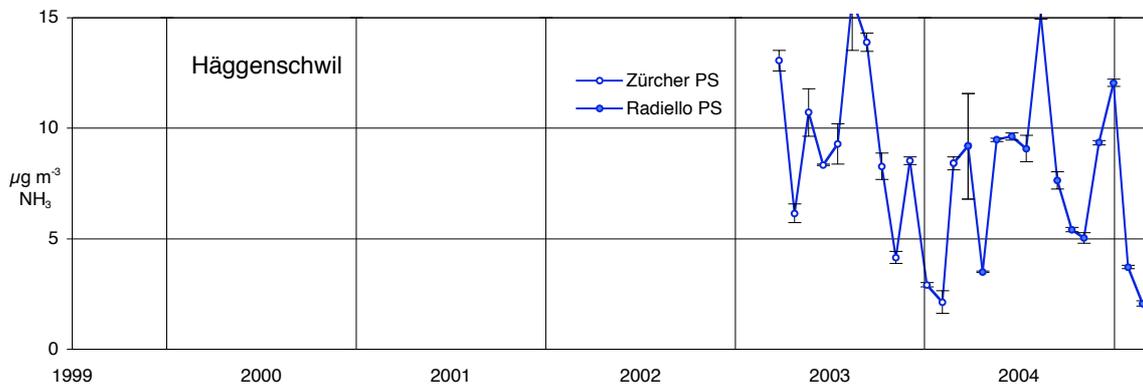
Emissionstyp:	D			
Standortbeschreibung:	ländlich			
landwirtschaftl. Nutzung:	intensive Landwirtschaft			
Verkehr:	schmale Nebenstrasse 3 m			
Ammoniakemissionen * (Radius um Station)				
	Landwirt- schaft	Haushalte & Industrie	Verkehr	total
km*		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹
0.5	74.8	0.8	0.0	75.5
2.5	48.5	1.0	0.0	49.5
Ammoniakkonzentrationen				
Jahr	Jahresmittel	Wintermittel	Sommermittel	total
	µg m ⁻³	µg m ⁻³	µg m ⁻³	Winter Sommer
				Anzahl Messperioden
2003	10.4	11.9	9.2	13 6 7
2004	8.9	8.4	9.4	13 6 7



Häggeschwil (HÄG)

Die Station Häggeschwil (SG) ist in intensiv bewirtschaftetem Gebiet (Milchvieh- und Schweinehaltung) im Norden des Kantons St. Gallen aufgebaut. Die Intensität der Landwirtschaft blieb sich gleich.

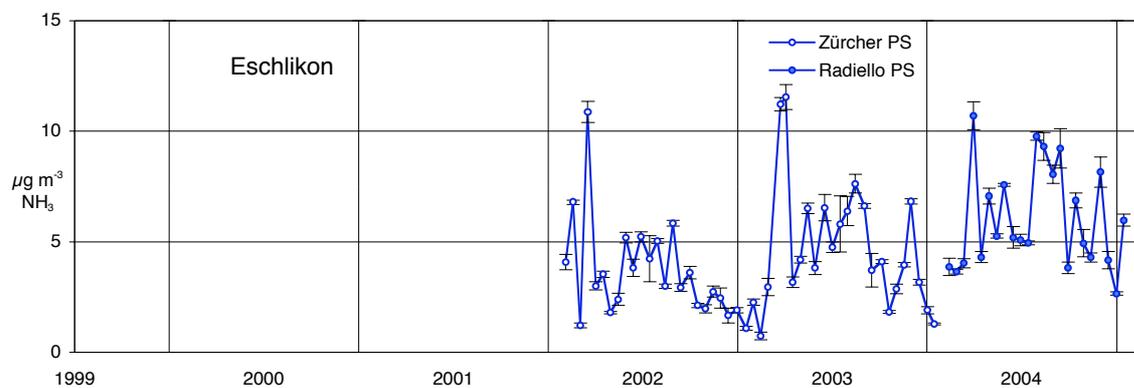
Emissionstyp:	D			
Standortbeschreibung:	ländlich			
landwirtschaftl. Nutzung:	intensiv, Obstbau, Wiese			
Verkehr:	keiner			
Ammoniakemissionen				* (Radius um Station)
km*	Landwirtschaft	Haushalte & Industrie	Verkehr	total
		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹
0.5	44.0	1.3	0.0	45.3
2.5	21.5	0.3	0.0	21.8
Ammoniakkonzentrationen				
Jahr	Jahresmittel	Wintermittel	Sommermittel	total
	µg m ⁻³	µg m ⁻³	µg m ⁻³	Anzahl Messperioden
2003	8.5	6.3	10.3	13 6 7
2004	7.8	7.0	8.5	13 6 7



Eschlikon (ESCH)

Die Station Eschlikon (TG) liegt am Waldrand in einem intensiv bewirtschafteten Gebiet. Mit den Messungen wurde im Jahr 2002 begonnen. Seit 2003 wurde die landwirtschaftliche Tätigkeit um etwa 10% erhöht.

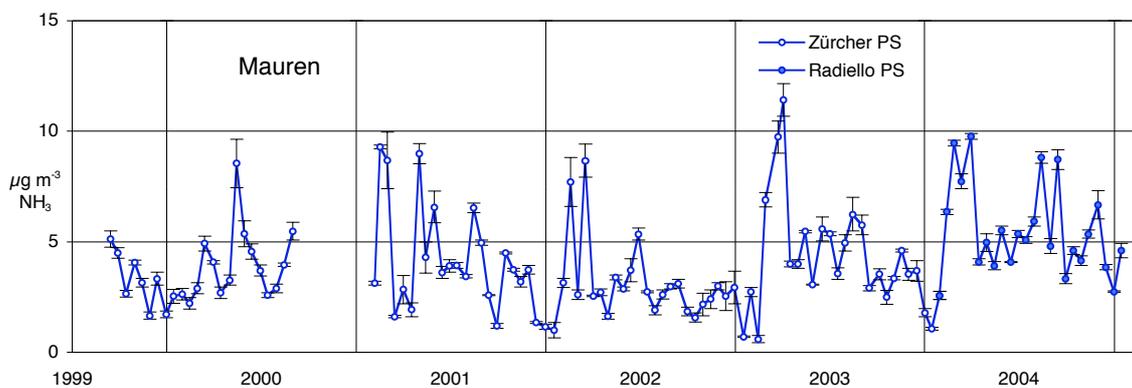
Emissionstyp:	D					
Standortbeschreibung:	ländlich, Waldrand					
landwirtschaftl. Nutzung:	intensive Landwirtschaft					
Verkehr:	schmale Nebenstrasse					
Ammoniakemissionen				* (Radius um Station)		
	Landwirt- schaft	Haushalte & Industrie	Verkehr	total		
km*		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		
0.5	31.5	0.0	0.0	31.5		
2.5	39.0	1.0	1.0	41.0		
Ammoniakkonzentrationen						
Jahr	Jahresmittel	Wintermittel	Sommersmittel	total	Winter	Sommer
	µg m ⁻³	µg m ⁻³	µg m ⁻³	Anzahl	Anzahl	Anzahl
				Messperioden	Messperioden	Messperioden
2002	3.6	3.2	3.9	24	12	12
2003	4.9	4.4	5.3	24	12	12
2004	6.1	5.6	6.6	24	11	13



Mauren (MAU)

Die Station Mauren liegt in einem Gebiet mit Wiesen, Obstbau und Schrebergärten im Kanton Thurgau. Die landwirtschaftlichen Aktivitäten waren im 2004 ähnlich wie 2003.

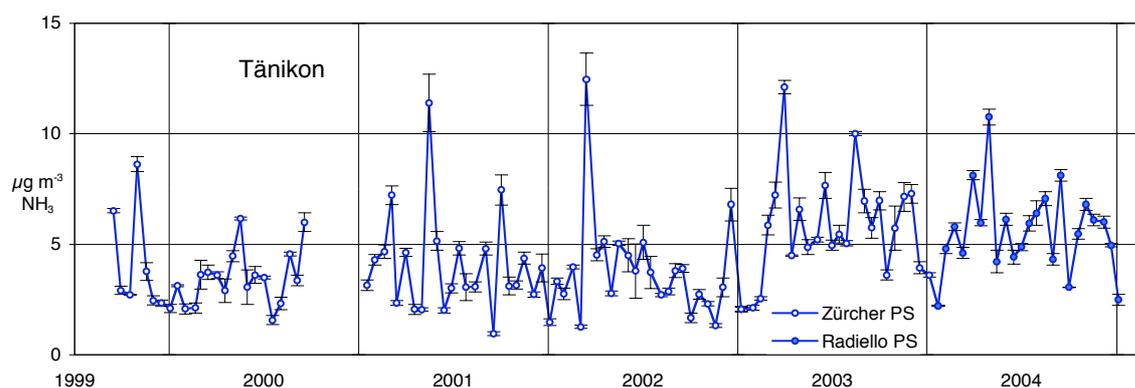
Emissionstyp:	D					
Standortbeschreibung:	ländlich					
landwirtschaftl. Nutzung:	Obstbau, Schrebergärten					
Verkehr:	schmale Nebenstrasse 5 m					
Ammoniakemissionen				* (Radius um Station)		
	Landwirtschaft	Haushalte & Industrie	Verkehr	total		
km*		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		
0.5	31.0	1.0	0.0	32.0		
2.5	31.2	1.0	0.0	32.2		
Ammoniakkonzentrationen						
Jahr	Jahresmittel	Wintermittel	Sommermittel	total	Winter	Sommer
	µg m ⁻³	µg m ⁻³	µg m ⁻³	Anzahl Messperioden		
2000	3.7	3.0	4.3	24	12	12
2001	3.9	3.5	4.3	24	12	12
2002	3.1	3.2	2.9	24	12	12
2003	4.5	4.5	4.6	24	12	12
2004	5.5	5.7	5.3	24	12	12



Tänikon (TAE)

Die Station Tänikon (TG) liegt bei der NABEL-Station auf dem Gelände der landwirtschaftlichen Forschungsanstalt FAT und ist von intensiver Landwirtschaft umgeben. Die landwirtschaftliche Tätigkeit blieb 2004 sich gegenüber 2003 etwa gleich.

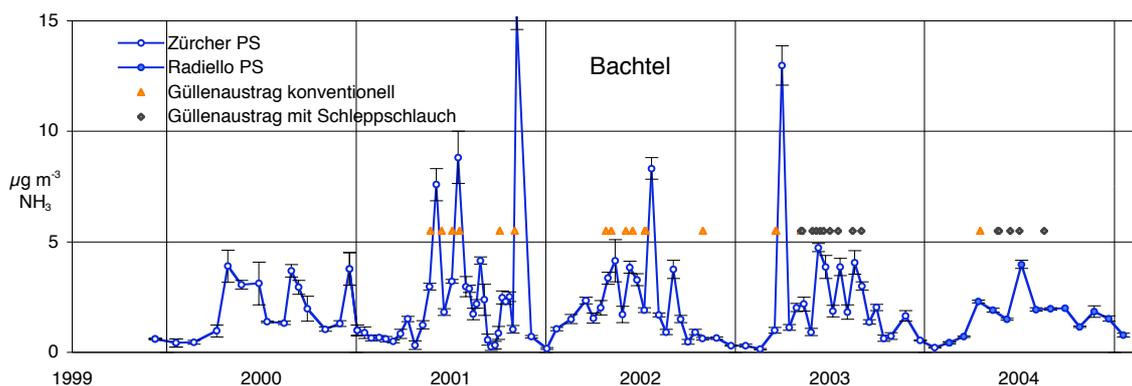
Emissionstyp:	D					
Standortbeschreibung:	ländlich, bei FAT					
landwirtschaftl. Nutzung:	intensive Landwirtschaft					
Verkehr:	Nebenstrasse ca.50m					
Ammoniakemissionen * (Radius um Station)						
	Landwirtschaft	Haushalte & Industrie	Verkehr	total		
km*		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		
0.5	41.5	2.0	0.0	43.5		
2.5	21.0	1.0	0.0	22.0		
Ammoniakkonzentrationen						
Jahr	Jahresmittel	Wintermittel	Sommermittel	total	Winter	Sommer
	µg m ⁻³	µg m ⁻³	µg m ⁻³	Anzahl Messperioden		
2000	3.5	3.3	3.7	25	12	13
2001	4.0	3.8	4.1	24	12	12
2002	3.7	3.6	3.7	24	12	12
2003	5.9	5.5	6.2	23	11	12
2004	5.6	5.3	6.0	23	11	12



Bachtel (BA)

Die Station Bachtel liegt auf der Ostseite des Gipfels im Zürcher Oberland mitten in Wiesen und Weiden. Der Verlauf im Sommerhalbjahr 2001 wirkt unruhiger, wobei der Grund die höhere Sammelfrequenz ist (eine Woche). 2001 bis 2003 wurde sonst zweiwöchentlich, 2000 und 2004 nur vierwöchentlich gemessen.

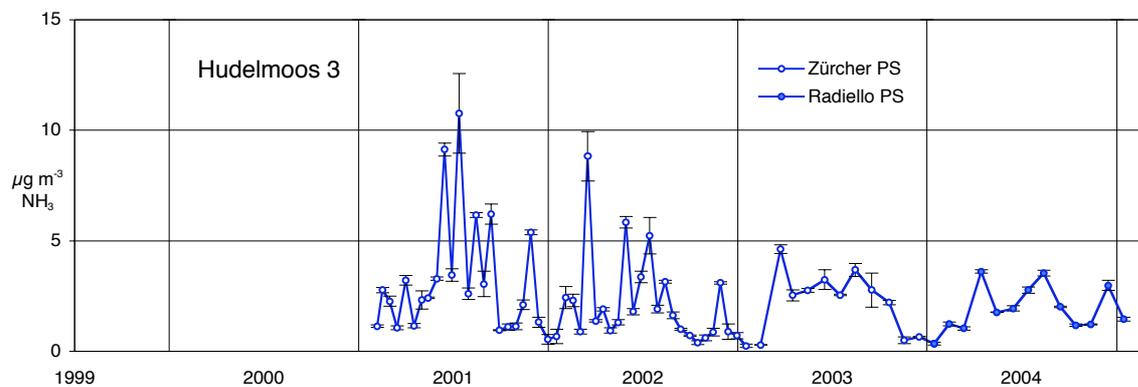
Emissionstyp:	C					
Standortbeschreibung:	ländlich, voralpin					
landwirtschaftl. Nutzung:	Wiesen, Weiden					
Verkehr:	keiner					
Ammoniakemissionen				* (Radius um Station)		
km*	Landwirtschaft	Haushalte & Industrie	Verkehr	total		
		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		
0.5	32.5	0.0	0.0	32.5		
2.5	29.5	1.0	0.0	30.5		
Ammoniakkonzentrationen						
Jahr	Jahresmittel	Wintermittel	Sommermittel	total	Winter	Sommer
	µg m ⁻³	µg m ⁻³	µg m ⁻³	Anzahl Messperioden		
2000	1.9	1.1	2.6	17	9	8
2001	2.1	1.4	2.8	31	13	18
2002	1.9	1.0	2.8	21	8	13
2003	2.1	1.7	2.5	21	8	13
2004	1.7	1.2	2.2	13	7	6



Hudelmoos 3 (HUD 3)

Die Station Hudelmoos 3 liegt am Rand einer grossen Waldlichtung mit Gülle-Bewirtschaftung. Ab 2003 wurde nur monatlich gemessen, darum zeigt der Verlauf kaum hohe Spitzen. Die Bewirtschaftung blieb sich etwa gleich.

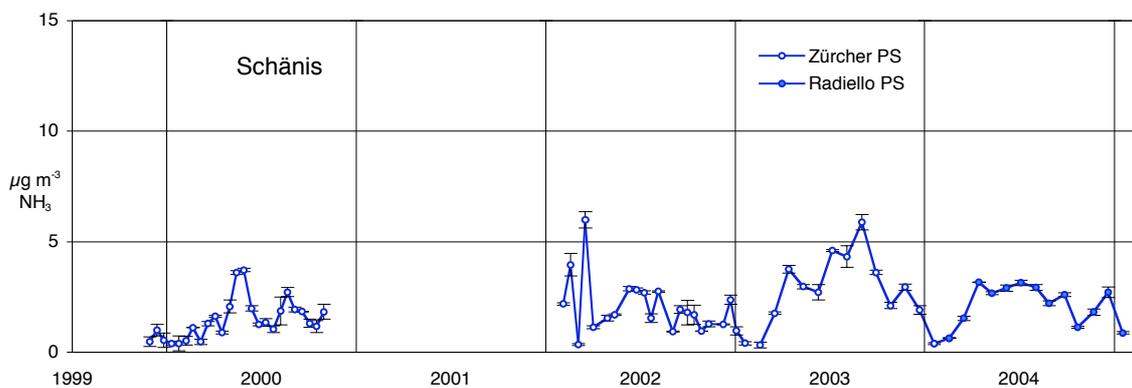
Emissionstyp:	D			
Standortbeschreibung:	ländlich, Rand von Naturschutzgebiet			
landwirtschaftl. Nutzung:	intensive Landwirtschaft			
Verkehr:	keiner			
Ammoniakemissionen				* (Radius um Station)
	Landwirt- schaft	Haushalte & Industrie	Verkehr	total
km*		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹
0.5	5.0	3.0	3.3	11.3
2.5	5.0	2.0	1.0	8.0
Ammoniakkonzentrationen				
Jahr	Jahresmittel	Wintermittel	Sommermittel	total
	μg m ⁻³	μg m ⁻³	μg m ⁻³	Anzahl Messperioden
2001	3.0	1.8	4.2	24
2002	2.1	1.8	2.4	24
2003	2.3	1.6	2.9	12
2004	2.1	2.0	2.2	12



Schänis (SCH)

Die Station Schänis liegt am Südhang auf 630 m ü. M. in einem extensiv bewirtschafteten Wiesenspüchel (Schafweide), der sich von der Linthebene (420 m ü. M.) hochzieht.

Emissionstyp:	C					
Standortbeschreibung:	ländlich, voralpin, Waldlichtung					
landwirtschaftl. Nutzung:	Schafweide					
Verkehr:	keiner (Alpstrasse)					
Ammoniakemissionen * (Radius um Station)						
km*	Landwirtschaft	Haushalte & Industrie	Verkehr	total		
		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		kg ha ⁻¹ Jahr ⁻¹		
0.5	3.8	0.0	0.0	3.8		
2.5	21.0	1.0	1.0	23.0		
Ammoniakkonzentrationen						
Jahr	Jahresmittel	Wintermittel	Sommermittel	total	Winter	Sommer
	µg m ⁻³	µg m ⁻³	µg m ⁻³	Anzahl Messperioden		
2000	1.5	0.9	2.0	25	12	13
2002	1.9	1.8	2.0	22	12	10
2003	2.9	1.9	4.0	13	7	6
2004	2.2	1.7	2.8	13	7	6

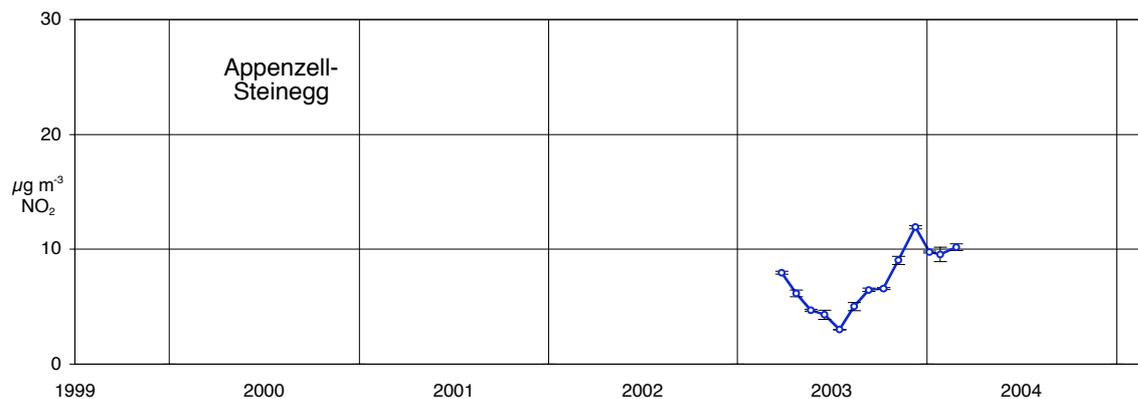


5.2 Verlauf der NO₂-Konzentration an den einzelnen Standorten

Appenzell (APS)

Die Station Appenzell (AI) ist in einem kleinen Weiler ausserhalb des Dorfes Appenzell, in intensiv bewirtschaftetem Gebiet (Schweinehaltung) aufgebaut. Die Intensität der landwirtschaftlichen blieb sich gleich. Es hat nur lokalen Verkehr.

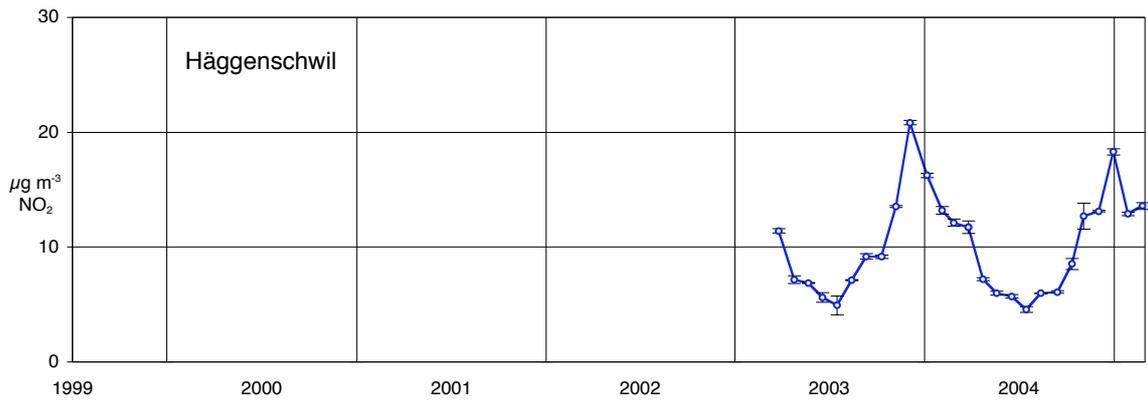
Emissionstyp:	D					
Standortbeschreibung:	ländlich					
landwirtschaftl. Nutzung:	intensive Landwirtschaft					
Verkehr:	schmale Nebenstrasse 3 m					
NO₂-Konzentrationen						
Jahr	Jahresmittel $\mu\text{g m}^{-3}$	Wintermittel $\mu\text{g m}^{-3}$	Sommermittel $\mu\text{g m}^{-3}$	total Anzahl Messperioden	Winter	Sommer
2003	7.3	9.8	5.2	13	6	7



Hägenschwil (HÄG)

Die Station Hägenschwil (SG) ist in intensiv bewirtschaftetem Gebiet (Milchvieh- und Schweinehaltung) im Norden des Kantons St. Gallen aufgebaut. Es hat kaum Verkehr in der Nähe.

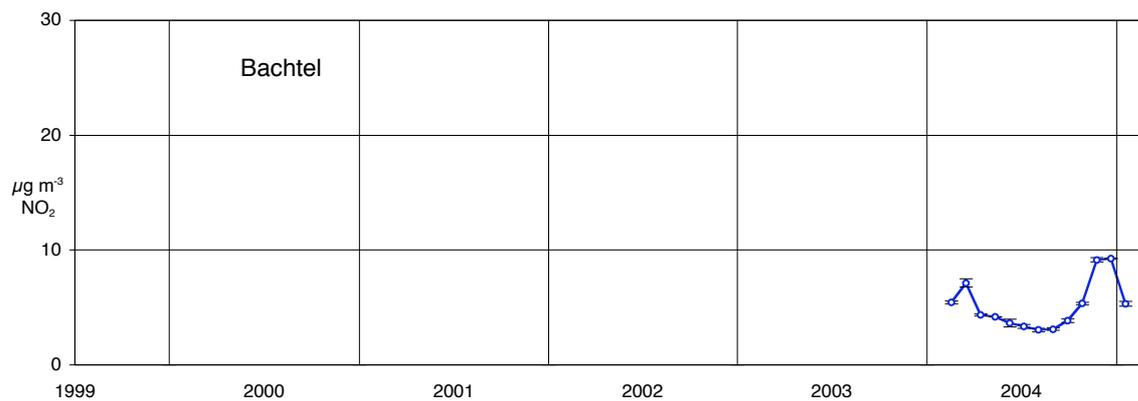
Emissionstyp:	D					
Standortbeschreibung:	ländlich					
landwirtschaftl. Nutzung:	intensiv, Obstbau, Wiese					
Verkehr:	keiner					
NO₂-Konzentrationen						
Jahr	Jahresmittel $\mu\text{g m}^{-3}$	Wintermittel $\mu\text{g m}^{-3}$	Sommermittel $\mu\text{g m}^{-3}$	total Anzahl Messperioden	Winter Anzahl Messperioden	Sommer Anzahl Messperioden
2003	10.6	14.7	7.2	13	6	7
2004	9.6	13.7	6.3	13	6	7



Bachtel (BA)

Die Station Bachtel liegt auf der Ostseite des Gipfels im Zürcher Oberland mitten in Wiesen und Weiden und fern von Verkehr.

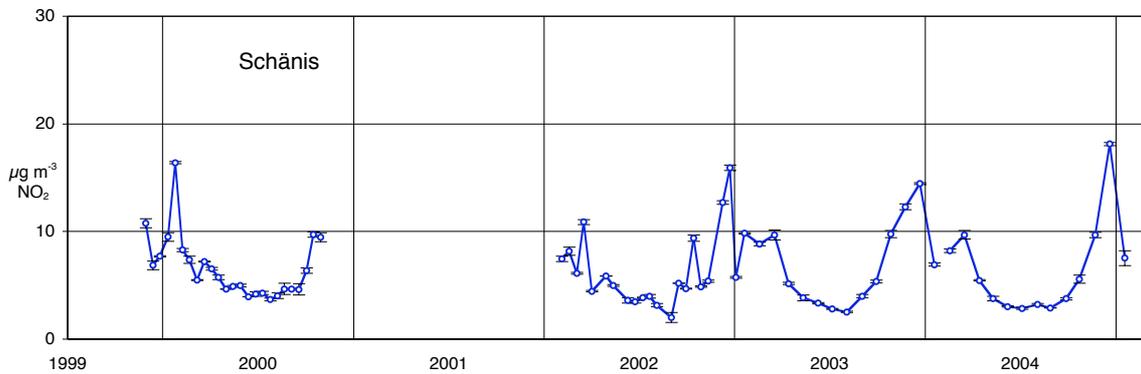
Emissionstyp:	C					
Standortbeschreibung:	ländlich, voralpin					
landwirtschaftl. Nutzung:	Wiesen, Weiden					
Verkehr:	keiner					
NO₂-Konzentrationen						
Jahr	Jahresmittel $\mu\text{g m}^{-3}$	Wintermittel $\mu\text{g m}^{-3}$	Sommermittel $\mu\text{g m}^{-3}$	total Anzahl Messperioden	Winter	Sommer
2004	5.2	6.6	3.5	13	7	6



Schänis (SCH)

Die Station Schänis liegt am Südhang auf 630 m ü. M. in einem extensiv bewirtschafteten Wiesenspüchel (Schafweide), der sich von der Linthebene (420 m ü. M.) hochzieht. Es hat praktisch kein Verkehr.

Emissionstyp:	C					
Standortbeschreibung:	ländlich, voralpin, Waldlichtung					
landwirtschaftl. Nutzung:	Schafweide					
Verkehr:	keiner (Alpstrasse)					
NO₂-Konzentrationen						
Jahr	Jahresmittel µg m ⁻³	Wintermittel µg m ⁻³	Sommermittel µg m ⁻³	total Anzahl Messperioden	Winter Anzahl Messperioden	Sommer Anzahl Messperioden
2000	6.6	8.8	4.7	25	12	13
2002	6.4	8.8	4.0	22	12	10
2003	6.8	9.6	3.6	13	7	6
2004	6.5	9.2	3.3	13	7	6



6 Grundlagen

6.1 Messmethoden für NO₂

Für die Stickstoffdioxidmessung wurden Passivsammler nach Palmes verwendet. Bis 2001 wurde der einseitig offene Sammler ohne Windschutz, ab 2002 der OSTLUFT-Passivsammler mit Windschutz verwendet (Brunner & Schlatter 2002) (Abb. 8).

Die beiden Sammlertypen geben sehr gut übereinstimmende NO₂-Konzentrationen. Bei Vergleichsmessungen an 15 verschiedenen Standorten über ein bis drei Jahre wies der offene Sammler durchschnittlich 2.5% höhere Konzentrationen auf als der OSTLUFT-Sammler.

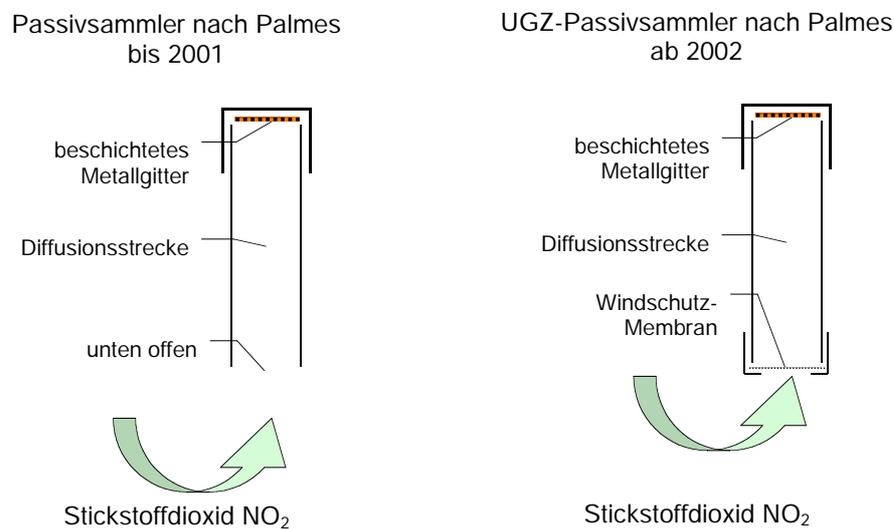


Abb. 8 Methode zur Erfassung von NO₂ mit Passivsammlern mit und ohne Windschutz, Schematische Skizzen

6.2 Messmethoden für Ammoniak

Ammoniak wird mit quasikontinuierlichen Messgeräten, mit Denudersystemen und mit Passivsammlern gemessen.

In der vorliegenden Messkampagne wurde bis 2003 mit Zürcher Passivsammlern (Thöni et al. 2003), ab 2004 mit Radiello Passivsammlern gemessen.

6.2.1 Passivsammlertypen

Der **Zürcher Passivsammler** ist in Thöni et al. 2003 ausführlich beschrieben.

Der **Radiello Passivsammler** ist ein bei der Fondazione Salvatore Maugeri in Padova Italien käufliches System, das zur Bestimmung einer grossen Anzahl gasförmiger Stoffe (anorganisch und organisch) eingesetzt werden kann. Es fusst auf dem Prinzip der Diffusion. Bei den herkömmlichen Palmes-Sammlern ist eine relativ kleine Diffusionsöffnung vorhanden, was zu einer kleinen Sammelrate führt. Um diese zu vergrössern und damit die analytische Empfindlichkeit zu erhöhen, wurde bei den Radiello-PS die Diffusions- und Absorptionsoberfläche zylindrisch und coaxial gestaltet (Radial-Sammler) (Abb. 9). Eine genaue Beschreibung kann bei der Fondazione Salvatore Maugeri (fsmptd@fsm.it) bestellt werden. Der Body (Difussive surface) ist aus 1.7 mm dickem mikroporösem Polyethylen mit einer Porenöffnung von $25 \pm 5 \mu\text{m}$ gebildet.

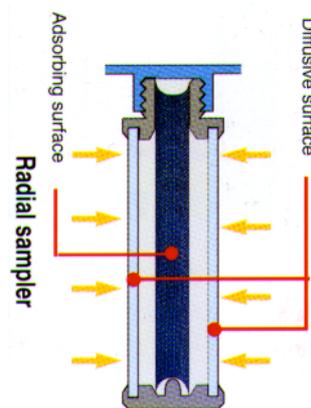


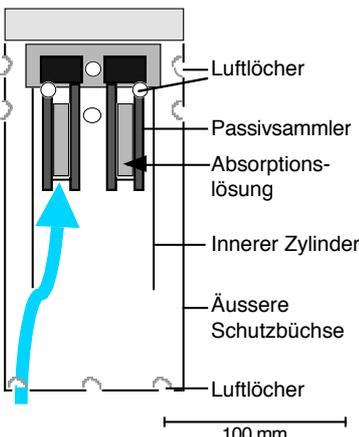
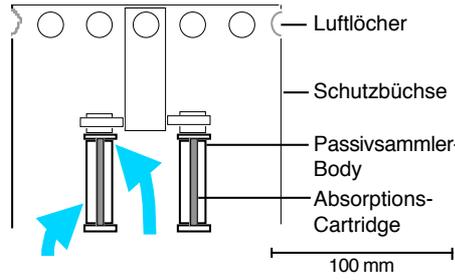
Abb. 9 Schema des Radiello Passivsammlers, Gesamtlänge 6.5 cm.

Die Absorptions-Cartridge für die Ammoniaksammlung besteht ebenfalls aus mikroporösem Polyethylen und wird mit Phosphorsäure belegt. Die Cartridge ist 60 mm lang mit einem Durchmesser von 4.8 mm.

Gegenüber dem Vorschlag des Herstellers verwenden wir eine (von uns aus gesehen) besser geeignete Schutzbüchse (siehe Titelblatt). Für die Analytik benötigen wir Ionenchromatographie anstelle der vorgeschlagenen Fotometrie mit Indophenol-Methode. Die Blindwerte und damit die Nachweis- und Bestimmungsgrenzen konnten so deutlich gesenkt werden. Im Gegensatz zu den Zürcher Passivsammlern muss nach Angabe des Herstellers beim Messen von Ammoniak mit dem Radiello-PS keine Temperaturkorrektur vorgenommen werden. Von einer Druckkorrektur wird nichts erwähnt.

6.2.2 Vergleich der beiden Passivsammlermethoden

Tab. 5 Prinzip der selektiven Ammoniak-Erfassung mit Passivsammlern

Sammlerbeschreibung	Zürcher PS	Radiello PS
	ca. 110 mm	0 - 50 mm
Transportweg vom Schutzbüchseingang zum Passivsammler	 <p>Luftlöcher Passivsammler Absorptionslösung Innerer Zylinder Äussere Schutzbüchse Luftlöcher 100 mm</p>	 <p>Luftlöcher Schutzbüchse Passivsammler-Body Absorptions-Cartridge 100 mm</p>
Weg durch den Passivsammler: über Gasdiffusion in die Senke	Gasphase Teflonmembran Flüssigphase	Gasphase mikroporöses Polyethylen Gasphase Festphase
Absorber	Verdünnte Salzsäurelösung (0.0016% v/v) Ethylenglykol (Frostschutz)	imprägnierte Oberfläche (Phosphorsäure)
Gasaustauschfläche	63 mm ²	2300 mm ²
Empirisch ermittelte Diffusionsstrecke	10.2 mm	18 mm
Sammelrate Q	8.7 cm ³ min ⁻¹	235 cm ³ min ⁻¹
linearer Sammelbereich	6'000 - 5'000'000 µg m ⁻³ min NH ₃	2'000 - 20'000'000 µg m ⁻³ min NH ₃
theor. max. Sammeldauer bei 100 µg m ⁻³ NH ₃	4 Monate	1 Monat
Messprinzip	selektive Bestimmung von NH ₄ ⁺ in der flüssigen Phase (Ionenchromatografie)	selektive Bestimmung NH ₄ ⁺ im Absorptionsextrakt (Ionenchromatografie)
p-Korrektur	ja	nein
T-Korrektur	ja	nein

6.2.3 Qualitätssicherung

Vergleichsmessungen der Passivsammler untereinander und Denudern sind in Kapitel 6.3.2 beschrieben. Für die Qualitätssicherung werden die gesamt-schweizerischen Daten beigezogen.

Nachweis- und Bestimmungsgrenze

Die Nachweis- und Bestimmungsgrenze der beiden Passivsammler wurde gemäss Empfehlung der SN EN 13528-2 (2002) bestimmt.

Nachweisgrenze: 3 x Standardabweichung der Blindwerte

Bestimmungsgrenze: 10 x Standardabweichung der Blindwerte

Dazu wurden Passivsammler direkt vom Hersteller (Laborblind), Transportblinds und Feldblinds auf Ammoniak analysiert und die Standardabweichung des Einzelwertes berechnet. Um direkt mit den Konzentrationen in der Luft vergleichen zu können, wurden die Nachweis- und Bestimmungsgrenzen je mit einer mittleren Expositionszeit von 14 und 28 Tagen berechnet (Tab. 6)

Tab. 6 *Nachweis- und Bestimmungsgrenze der Radiello- und Zürcher-Passivsammler für Ammoniak.*

Radiello Passivsammler

	bezogen auf	Laborblind		Transportblind		Feldblind	
Nachweisgrenze	$\mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$	0.06	0.03	0.10	0.05	0.19	0.10
Bestimmungsgrenze	$\mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$	0.20	0.10	0.34	0.17	0.64	0.32
Expositionszeit	d	14	28	14	28	14	28
Anzahl Blindwerte		59		87		138	

Zürcher Passivsammler

	bezogen auf	Laborblind		Transportblind		Feldblind
Nachweisgrenze	$\mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$	0.14	0.07	0.40	0.20	nicht
Bestimmungsgrenze	$\mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$	0.46	0.23	1.34	0.67	ermittelt
Expositionszeit	d	14	28	14	28	
Anzahl Blindwerte		6		36		

Einzelwerte und Mittelwerte unter $0.64 \mu\text{g m}^{-3}$ für Zweiwochen-Perioden und unter $0.32 \mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$ für Vierwochen-Perioden (Radiello-PS) wurden in den Tabellen und Texten kursiv dargestellt, da sie unter der Bestimmungsgrenze waren. Bei den Zürcher-PS wurden die entsprechenden Werte des Transportblinds verwendet. Für die Berechnung der Mittelwerte wurden die Werte unter der Bestimmungsgrenze berücksichtigt, und auch in den Grafiken sind die Werte dargestellt, da die unsicheren Werte im untersten Bereich mehr aussagen als gar keine Werte.

Feld-Blindwerte

Die mittleren Feld-Blindwerte (Radiello) entsprachen $0.16 \mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$ für Zweiwochen-Perioden und $0.08 \mu\text{g m}^{-3} \text{NH}_3$ für Vierwochen-Perioden. Sie wurden von den Analyseresultaten abgezogen.

Standardabweichung der Dreifachbestimmungen

Die mittlere relative Standardabweichung aller Dreifachbestimmungen der Radiello-Messung betrug 5.5% (Zürcher Passivsammler 8%). In den Abbildungen des Kapitels Resultate im Einzelnen sind die Standardabweichungen eingezeichnet.

Vertrauensbereich

Für jeden Standort wurde der 95% Vertrauensbereich für die jeweiligen Serien- (meist 14-Tages-) und Jahresmittel berechnet (nach Gehrig et al. 1993). Für die Berechnung wurden nur vollständige Dreifachbestimmungen berücksichtigt (Tab. 7 und Anhang). Der Vertrauensbereich der Jahresmittel betrug bei den Radiello Passivsammlern 1 – 7% der gemessenen Konzentration, bei den Zürcher Passivsammlern 1 – 16%. Hohe Prozentzahlen wurden an Standorten mit sehr niedrigen Ammoniakkonzentrationen in der Luft gefunden (Wengernalp). Abbildung 10 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Abweichung von normierten Einzelmesswerten. Die Werte sind normal verteilt. (Häufigkeitsdiagramm von Zürcher Passivsammler in Thöni&Seitler 2003)

Tab. 7 95%-Vertrauensbereich der Serienmittel und Jahresmittel von Radiello und Zürcher Passivsammlern

	Vertrauensbereich (95%)	
	Serienmittel $\mu\text{g m}^{-3}$	Jahresmittel $\mu\text{g m}^{-3}$
(2004)	Radiello Passivsammler	
MIN	0.07	0.02
MEDIAN	0.29	0.06
MAX	0.82	0.23
(2000 - 2002)	Zürcher Passivsammler	
MIN	0.11	0.03
MEDIAN	0.34	0.08
MAX	1.25	0.26

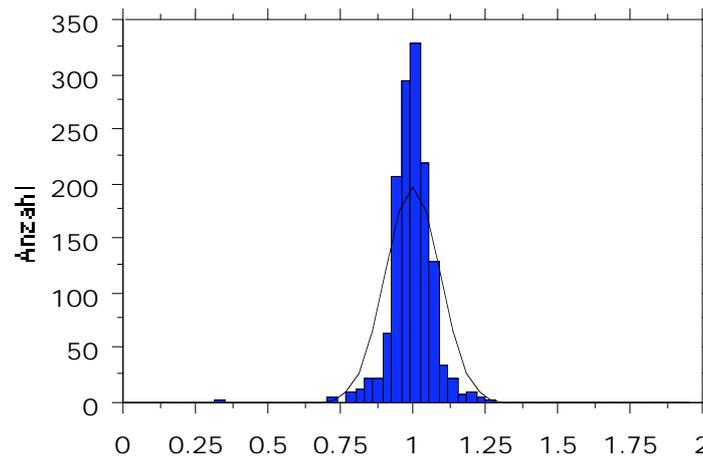


Abb. 10 Häufigkeitsverteilung von normierten Einzelmesswerten von Ammoniak gemessen mit dem Radiello Passivsammler, Dreifachbestimmung (Normierkriterium: Mittelwert jeder Dreifachbestimmung = 1). Linie = Normalverteilung, 1407 Einzelwerte

6.3 Übergang Zürcher Passivsammler zu Radiello Passivsammler

6.3.1 Grund für den Systemwechsel

Die fortlaufenden Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz wurden 1999 mit Zürcher Passivsammlern begonnen. Ab Anfang 2003 wurden Radiello Passivsammler an einem verkehrsreichen Standort (Rapperswil Dach) und einem Standort mit extensiver Landwirtschaft (Bachtel) getestet und mit den Zürcher Passivsammlern sowie Denudersystemen verglichen.

Nach guten Übereinstimmungen der Radiello Passivsammler mit den anderen Systemen wurde Anfang 2004 an allen Standorten auf den neuen Passivsammlertypen gewechselt.

Die Radiello Passivsammler erwiesen sich als das qualitativ bessere System mit deutlich weniger Ausfällen, tieferer Standardabweichung und Bestimmungsgrenze als die Zürcher Passivsammler (Tab. 8).

Tab. 8 Radiello- und Zürcher Passivsammler in Zahlen
(Datengrundlage: Zürcher PS 2000-2003, Radiello PS 2004)

Methodische Kenngrößen	Zürcher PS	Radiello PS
Kalibrierbereich der Messlösung	0.05 - 0.5 mg l ⁻¹ NH ₄ ⁺	0.5 - 8 mg l ⁻¹ NH ₄ ⁺
Sammelbereich 2 Wochen exponiert	0.3 - 250 µg m ⁻³ NH ₃	0.1 - 1'000 µg m ⁻³ NH ₃
Ausreisser	1.8%	1.8%
Ausfälle	2.3%	0.8%
Standardabweichung der Dreifachbestimmung	8%	5.5%
Bestimmungsgrenze (2 Wochen, Feldblind)	0.67 µg m ⁻³	0.32 µg m⁻³
Vertrauensbereich (95%) der Jahresmittel, Median	0.08 µg m ⁻³	0.06 µg m ⁻³
Richtigkeit	Methodenvergleich (Denuder)	Methodenvergleich (Denuder)

6.3.2 Vergleichsmessung

2004 wurden die Radiello Passivsammler an acht Standorten mit Zürcher Passivsammlern verglichen. Die Standorte gehörten zum Emissionstypen C: Alp Flix, Bachtel, Rigi, D: Appenzell-Steinegg, Schönenbuch, Sion und Wauwil 6 und F: (Rapperswil Dach). An zwei Standorten (Bachtel, Rapperswil Dach) wurde zusätzlich mit Denudern (Methode beschrieben in Ostluft 2004) und an fünf Standorten (Bachtel, Rapperswil Dach, Rigi, Schönenbuch, Wauwil 6) mit Minidenudern (eine verkleinerte Einrichtung, die auch mit Batterie betrieben werden kann) (Tab. 9).

Tab. 9 Zusammenstellung der benutzten Methoden zur Bestimmung von Ammoniak

Sammelmethode		Analytik	
Name	Sammlung	Messmethode	Kalibrierbereich
Radiello PS	passiv	Ionenchromatografie	500 - 8000 ppb
Zürcher PS	passiv	Ionenchromatografie	50 - 500 ppb
Denuder	aktiv	Fotometrie	200 - 4000 ppb
Minidenuder	aktiv	Fotometrie	200 - 4000 ppb

Die Radiello-Messungen lieferten eine gute Übereinstimmung mit den Denuder- und Minidenuder-Bestimmungen (Abb. 11).

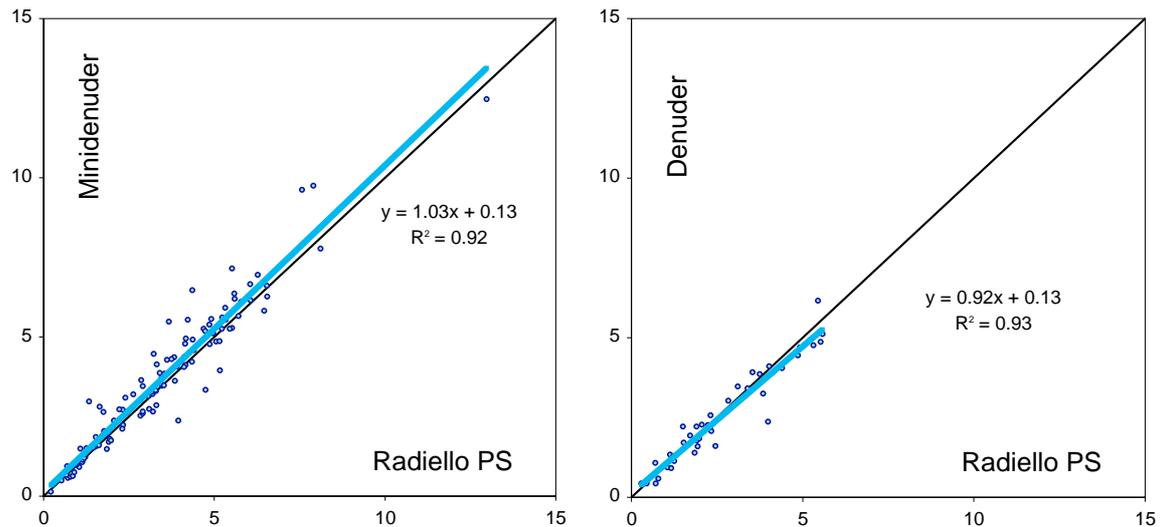


Abb. 11 Ammoniak (in $\mu\text{g m}^{-3}$), Vergleich von Radiello Passivsammlern mit Minidenern und Denudern, als Scatter dargestellt. Die Diagonale entspricht der 1:1 Linie.

Hingegen zeigte der Zürcher-PS, der von 2000 bis 2003 eingesetzt wurde, niedrigere Werte als der Radiello-PS, Die Steigung bei einem Scattervergleich beträgt $0.83x$ (Abb. 12).

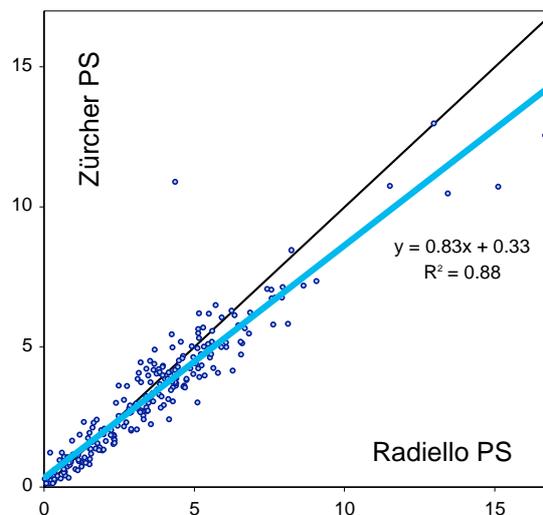


Abb. 12 Ammoniak (in $\mu\text{g m}^{-3}$), Vergleich von Radiello Passivsammlern mit Zürcher Passivsammlern als Scatter dargestellt. Die Diagonale entspricht der 1:1 Linie.

Bei genauerer Betrachtung der Vergleiche zeigt sich eine Standortabhängigkeit. Rapperswil Dach, einer der zwei Vergleichsstandorte von 2003, hat eine gute Übereinstimmung der zwei Passivsammlersysteme, während Schönenbuch und v. a. Appenzell-Steinegg, zwei Standorte mit intensiver Landwirtschaft, deutliche Abweichungen zwischen beiden Systemen aufweisen (Abb. 13).

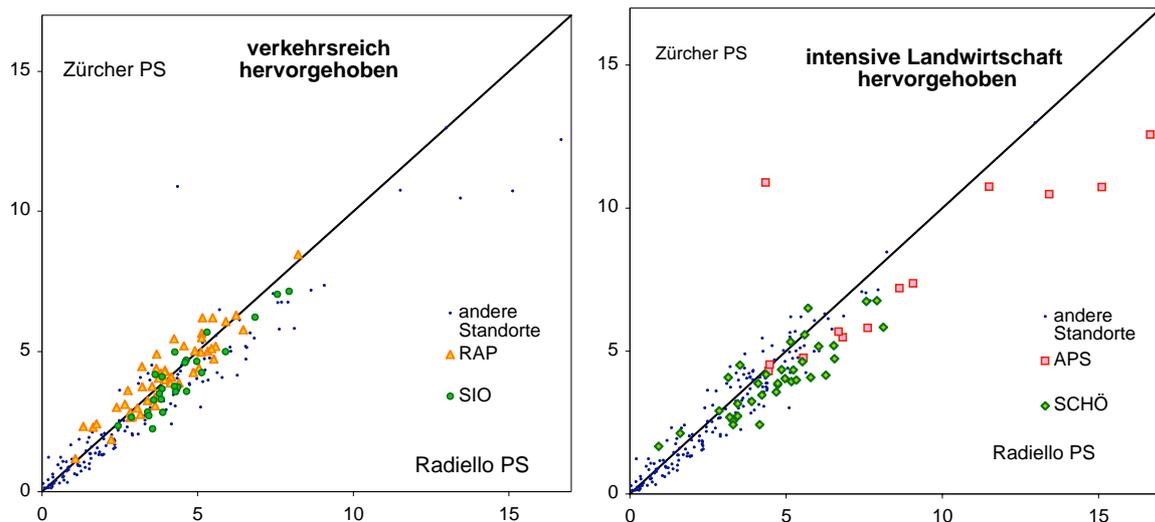


Abb. 13 Ammoniak (in $\mu\text{g m}^{-3}$), Vergleich von Radiello Passivsammlern mit Zürcher Passivsammlern als Scatter dargestellt. Zwei verkehrsreiche Standorte und zwei Standorte in intensiver Landwirtschaft sind je hervorgehoben. Die Diagonale entspricht der 1:1 Linie.

Wie unterscheidet sich die Ammoniakbelastung eines Standortes in intensiver Landwirtschaft von einem verkehrsreichen Standort? Vergleicht man die Jahresverläufe aus Vierzehntages-Messintervallen, so sind die landwirtschaftlichen Standorte stark schwankend, die verkehrsreichen hingegen weisen nur kleine Schwankungen bei einer hohen Grundbelastung auf. Quasikontinuierliche Messungen der Ammoniakkonzentration werden zukünftig zeigen, ob sich dieses unterschiedliche Verhalten auch im kurzzeitigen Verlauf zeigt.

Ein Grund für das unterschiedliche Verhalten könnte sein, dass der Radiello Passivsammler kurzzeitige Spitzenwerte besser zu erfassen vermag als der Zürcher Sammler. Beide Passivsammlersysteme weisen unterschiedliche Transportwege vom Schutzbüchseingang zum Sammler auf. Beim Zürcher Sammler ist der Weg sehr viel länger (Tab. 5). Gestützt wird diese Überlegung durch die Vergleiche der Passivsammler mit Denudern. Die aktiv sammelnden Denuder untersuchen die Umgebungsluft kontinuierlich, die ammoniakhaltige Luft wird direkt zum Rezeptor gesaugt, ohne zuerst einen Transportweg zurücklegen zu müssen.

6.3.3 Temperatur- und Druckkorrektur

Beim Zürcher Passivsammler wird mit einer experimentell ermittelten Temperaturkorrektur und einer linearen Druckkorrektur (Basis 1013 hPa) gerechnet. Für die Radiello-Passivsammler-Werte in diesem Bericht wurden jedoch keine Korrekturen berücksichtigt, da gemäss Herstellerangaben des Radiello-PS der Temperatureffekt auf die Sammelrate vernachlässigbar ist ($<0.1\% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ im Bereich von 2-39°C).

Abbildung 14 zeigt, dass die Werte sich im Gesamten gesehen wenig verändern (Steigung 0.98x), wenn sowohl Druck wie Temperatur (gleicher Faktor wie beim Zürcher-PS) berücksichtigt werden, da die beiden Parameter gegenläufig wirken. Hingegen nehmen die Werte bei alleiniger Druckkorrektur (Basis 1013 hPa) deutlich ab (Steigung 0.94x).

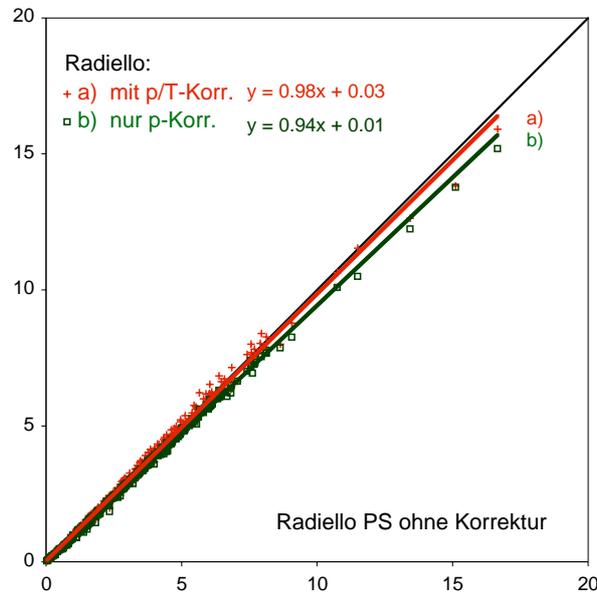


Abb. 14 Radiello-Werte (in $\mu\text{g m}^{-3}$) von vierzehn Standorten ohne p/T-Korrektur verglichen mit den gleichen Werten mit Druckkorrektur resp. Druck- und Temperaturkorrektur

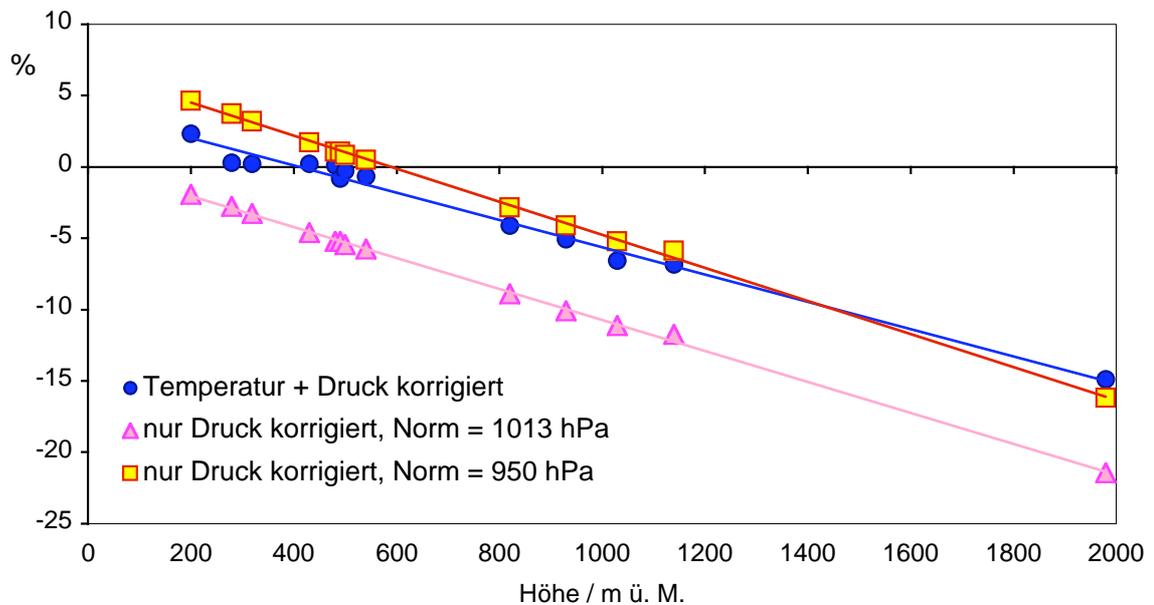


Abb. 15 Prozentualer Unterschied von Radiello-Jahreswerten mit (i) p/T-Korrektur wie Zürcher-PS, (ii) Druckkorrektur Basis 1013 hPa, (iii) Druckkorrektur Basis 950 hPa in Abhängigkeit von der Höhe des Standortes (ohne Korrektur = Referenz)

Das Ausmass der Abnahme ist jedoch abhängig von der Höhe über Meer der jeweiligen Station (Abb. 15, Anhang 7.6). **Werden Druck und Temperatur korrigiert (Kreise), gibt es für die Mittellandstandorte praktisch keine Veränderung**, bei einer Höhe von 2000 m ü. M hingegen macht dies 15% aus. Wird nur der Druck korrigiert, da die Temperatur gemäss Herstellerangaben keinen Einfluss haben sollte, wären die Radiello-Werte im Mittelland um 5%, auf 2000 m ü. M. um 21% niedriger (Basis 1013 hPa) (Dreiecke). Würde als Basis mit dem mittleren Luftdruck der Schweiz von 950 hPa gerechnet (Quadrate), wären die Werte in den Niederungen tendenziell höher als die unkorrigierten Werte und als die Werte mit p/T-Korrektur, in mittleren Höhenlagen wären sie niedriger als unkorrigiert, aber ebenfalls höher als p/T korrigiert. Auf 2000 m Höhe wären die Werte um etwa 16% niedriger.

Das andere Vorgehen bei Berücksichtigung von Temperatur und/oder Druck ist nicht der Hauptgrund, dass die Radiello-Werte bei den Parallelmessungen im Allgemeinen höher waren als die Zürcher-Passivsammler. In Abbildung 16 sind die Zürcher-Werte gegen die Radiello aufgetragen, einmal ohne, einmal mit p/T- und einmal nur mit p-Korrektur (Basis 1013 hPa). Der Unterschied zwischen den beiden Messsystemen würde mit p/T-Korrektur bei den Radiello-Messwerten leicht geringer, noch geringer mit nur p-Korrektur, aber damit könnte nur ein kleinerer Teil der Unterschiede zwischen den Sammlersystemen verringert werden, der grössere Teil rührt nicht daher, dass die p/T-Korrektur unterschiedlich gehandhabt wurde. In höheren Lagen wie Alp Flix und Wengernalp wären die errechneten Werte 2004 ca. 15% (pT) resp. 21% (p) niedriger und entsprächen beim Standort Wengernalp somit den Werten der Vorjahre.

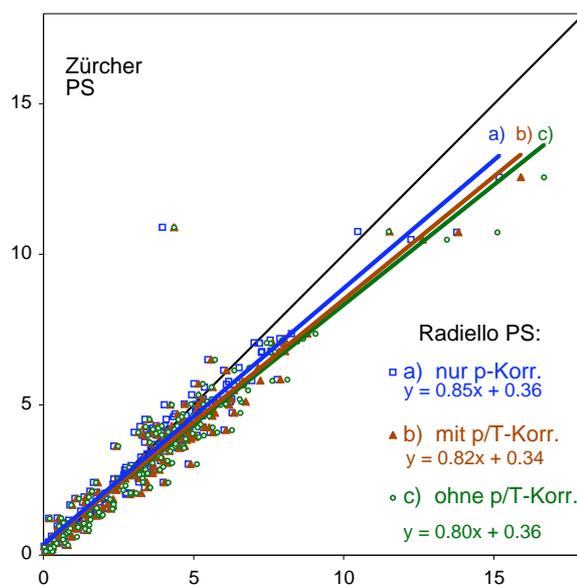


Abb. 16 Radiello-Werte (in $\mu\text{g m}^{-3}$) mit und ohne Druckkorrektur (Basis 1013 hPa) und Temperaturkorrektur verglichen mit den Zürcher-PS Werten an acht Vergleichsstandorten $R^2 = 0.88$

6.3.4 Auswirkungen auf die Kontinuität der Messungen

Nach dem gegenwärtigen Wissensstand haben die Zürcher Sammler die Ammoniakkonzentration tendenziell unterschätzt. Die bisherigen Vergleiche legen nahe, dass an Standorten mit wenig schwankendem Ammoniakverlauf die Übereinstimmung des Zürcher Sammlers mit Referenzsystemen gut ist, dass aber bei Standorten mit intensiver Landwirtschaft der Zürcher Sammler die mittlere Ammoniakkonzentration unterschätzt. Weitere punktuelle Vergleichsmessungen an fünf Standorten, sollen diese Hypothese bestätigen. Auch eine allfällige Druckkorrektur bei den Radiello-Werten muss diskutiert werden.

In diesem Bericht ist zwischen den mit Zürcher Passivsammlern (2000 – 2003) und den mit Radiello Passivsammlern (ab 2004) gemessenen Ammoniakkonzentrationen keine Korrektur eingeführt worden. Eine spätere Korrektur der Zürcher Werte wird angestrebt.

7 Literaturverzeichnis

- Gehrig, R., Fäsi, C., Hofer, P. 1993: Bestimmung des Staubniederschlags nach Bergerhoff – Verfahrenskenngrößen für die Messung des Staubniederschlags und seiner Anteile an Blei, Cadmium, Zink und Thallium. Staub – Reinhaltung der Luft 53 (1993) 201 - 208
- Ostluft 2004: Stickstoff-Deposition in der Ostschweiz, 1994 bis 2003. www.ostluft.ch
- Rihm, B. 1996: Critical loads of nitrogen and their exceedances – eutrophying atmospheric deposition. FOEFL (ed.) Bern, Environmental series – Air 275, pp. 82
- Rihm, B, Kurz, D. 2001: Deposition and critical loads of nitrogen in Switzerland. Water, Air, Soil Pollut. 130, 1223-1228
- SN EN 13528-2 2002: Aussenluftqualität – Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren – Teil 2: Spezifische Anforderungen und Prüfverfahren.
- Thöni, L., Seitler, E. 2001: Ammoniak – Immissionsmessungen mit Passivsammlern in der Schweiz 1999/2000. BUWAL-Bericht. Bezugsquelle: BUWAL, Abt. Luftreinhaltung und NIS, CH-3003 Bern, Fax: ++41 31 324 01 37
- Thöni, L., Seitler, E. 2002: Ammoniak – Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 und 2001. BUWAL-Bericht. Bezugsquelle: BUWAL, Abt. Luftreinhaltung und NIS, CH-3003 Bern, Fax: ++41 31 324 01 37, pdf-Download: www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/publikationen/index.html
- Thöni, L., Seitler, E. 2003: Ammoniak – Immissionsmessungen in der Schweiz 2000, 2001 und 2002. BUWAL-Bericht. Bezugsquelle: BUWAL, Abt. Luftreinhaltung und NIS, CH-3003 Bern, Fax: ++41 31 324 01 37, pdf-Download: www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/publikationen/index.html
- Thöni, L., Seitler, E., Blatter, A., Neftel, A. 2003: A passive sampling method to determine ammonia in ambient air. J. Environ. Monit., 5, 96-99
- Thöni, L., Seitler, E. 2004: Ammoniak – Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2003. BUWAL-Bericht. Bezugsquelle: BUWAL, Abt. Luftreinhaltung und NIS, CH-3003 Bern, Fax: ++41 31 324 01 37, pdf-Download: www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/publikationen/index.html
- Thöni, L., Brang, P., Braun, S., Seitler, E., Rihm, B. 2004: Ammonia monitoring in Switzerland with passive samplers: patterns, determinants and comparison with modelled concentrations. Environmental Monitoring and Assessment 98, 93-107
- Thöni, L., Seitler, E. 2005: Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2004. BUWAL-Bericht. Bezugsquelle: BUWAL, Abt. Luftreinhaltung und NIS, CH-3003 Bern, Fax: ++41 31 324 01 37, pdf-Download: www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/publikationen/index.html

8 Anhang

Abkürzungen

Anz.	Anzahl
PS	Passivsammler
SD	Standardabweichung des Einzelwertes
UGZ	Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich

8.1 Einzelwerte der NO₂-Messungen mit UGZ-Passivsammlern

Werte in $\mu\text{g NO}_2 \text{ m}^{-3}$

Häggenschwil HÄG					Bachtel BA					Schänis SCH				
Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS	Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS	Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS
Tage		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		Tage		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		Tage		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	
2003					2004					2002				
27.2.2003					22.1.2004					21.1.2002				
26.3.2003	27	11.4	0.2	3	17.2.2004	26	5.4	0.1	3	4.2.2002	14	7.4	0.2	3
25.4.2003	30	7.1	0.3	3	16.3.2004	28	7.1	0.3	3	18.2.2002	14	8.2	0.4	3
22.5.2003	27	6.9	0.1	3	13.4.2004	28	4.3	0.1	3	5.3.2002	15	6.1	0.1	3
19.6.2003	28	5.6	0.4	3	11.5.2004	28	4.2	0.0	2	18.3.2002	13	10.9	0.2	3
17.7.2003	28	4.9	0.8	3	8.6.2004	28	3.6	0.3	3	2.4.2002	15	4.4	0.1	3
14.8.2003	28	7.1	0.0	3	6.7.2004	28	3.4	0.2	3	29.4.2002	27	5.8	0.0	3
11.9.2003	28	9.2	0.2	3	3.8.2004	28	3.0	0.2	3	13.5.2002	41	5.0	0.1	3
10.10.2003	29	9.1	0.1	3	31.8.2004	28	3.1	0.1	3	10.6.2002	28	3.6	0.3	3
6.11.2003	27	13.5	0.1	3	28.9.2004	28	3.8	0.2	3	24.6.2002	14	3.5	0.1	3
4.12.2003	28	20.9	0.2	3	26.10.2004	28	5.3	0.1	3	9.7.2002	15	3.9	0.0	3
5.1.2004	32	16.3	0.2	3	23.11.2004	28	9.1	0.2	3	22.7.2002	13	4.0	0.2	3
4.2.2004	30	13.2	0.3	3	21.12.2004	28	9.3	0.0	3	5.8.2002	14	3.2	0.1	3
26.2.2004	22	12.1	0.3	3	18.1.2005	28	5.3	0.2	3	2.9.2002	28	2.0	0.5	3
2004					Schänis SCH									
25.3.2004	28	11.7	0.5	3	Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS	Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS
22.4.2004	28	7.2	0.1	3	Tage		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		Tage		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	
19.5.2004	27	6.0	0.2	3	2000					2003				
17.6.2004	29	5.7	0.1	3	16.11.1999					18.2.2003	29	8.8	0.2	3
15.7.2004	28	4.5	0.3	3	30.11.1999	14	10.8	0.4	3	18.3.2003	28	9.7	0.5	3
12.8.2004	28	6.0	0.0	3	14.12.1999	14	6.9	0.4	3	14.4.2003	27	5.2	0.1	3
13.9.2004	32	6.1	0.1	3	27.12.1999	13	7.7	0.1	3	12.5.2003	28	3.8	0.3	2
11.10.2004	28	8.5	0.5	3	11.1.2000	15	9.5	0.4	3	10.6.2003	29	3.3	0.1	3
3.11.2004	23	12.7	1.1	3	25.1.2000	14	16.4	0.1	3	7.7.2003	27	2.8	0.0	3
2.12.2004	29	13.1	0.1	3	8.2.2000	14	8.3	0.2	3	4.8.2003	28	2.5	0.1	3
30.12.2004	28	18.3	0.3	2	21.2.2000	13	7.3	0.3	3	2.9.2003	29	4.0	0.1	3
27.1.2005	28	12.9	0.1	3	7.3.2000	15	5.5	0.0	3	29.9.2003	27	5.4	0.1	3
24.2.2005	28	13.6	0.3	3	21.3.2000	14	7.2	0.0	3	27.10.2003	28	9.8	0.3	3
Appenzell-Steinegg APS					Schänis SCH									
Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS	Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS	Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS
Tage		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		Tage		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		Tage		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	
2003					2000					2003				
27.2.2003					2.5.2000	15	4.6	0.0	3	18.2.2003	29	8.8	0.2	3
27.3.2003	28	8.0	0.1	3	15.5.2000	13	4.9	0.1	3	17.2.2004	29	8.2	0.2	3
24.4.2003	28	6.2	0.3	3	29.5.2000	14	5.0	0.1	3	16.3.2004	28	9.7	0.4	3
22.5.2003	28	4.7	0.1	3	13.6.2000	15	4.0	0.0	3	14.4.2004	29	5.5	0.1	3
18.6.2003	27	4.3	0.4	3	27.6.2000	14	4.2	0.2	3	10.5.2004	26	3.8	0.2	3
17.7.2003	29	3.0	0.0	2	10.7.2000	13	4.3	0.1	3	7.6.2004	28	3.0	0.1	2
14.8.2003	28	5.0	0.4	3	25.7.2000	15	3.7	0.1	3	5.7.2004	28	2.9	0.1	2
11.9.2003	28	6.5	0.1	3	8.8.2000	14	4.0	0.3	3	3.8.2004	29	3.2	0.1	2
9.10.2003	28	6.6	0.1	3	21.8.2000	13	4.6	0.5	3	28.8.2004	25	2.9	0.0	3
6.11.2003	28	9.0	0.4	3	4.9.2000	14	4.6	0.1	3	27.9.2004	30	3.7	0.1	3
9.12.2003	33	11.9	0.1	3	18.9.2000	14	4.6	0.5	3	22.10.2004	25	5.6	0.4	2
5.1.2004	27	9.8	0.1	3	3.10.2000	15	6.4	0.3	3	22.11.2004	31	9.7	0.2	2
26.1.2004	21	9.5	0.6	3	16.10.2000	13	9.7	0.2	3	20.12.2004	28	18.1	0.1	3
26.2.2004	31	10.2	0.3	3	30.10.2000	14	9.5	0.4	2	17.1.2005	28	7.5	0.7	3

8.2 Einzelwerte der Ammoniakmessungen mit Radiello-Passivsammlern

Die Werte von den vorhergehenden Jahren können im Bericht von 2003 eingesehen werden (Ostluft 2004).

Werte in $\mu\text{g NH}_3 \text{ m}^{-3}$, *Kursive Werte* liegen unter der Bestimmungsgrenze

Stationen OSTLUFT

Tänikon		TAE		
Emissionstyp D				
Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS
Tage		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	
5.1.2004				
22.1.2004	17	2.2	0.0	3
6.2.2004	15	4.8	0.2	3
23.2.2004	17	5.8	0.2	3
10.3.2004	16	4.6	0.2	3
29.3.2004	19	8.1	0.2	3
13.4.2004	15	6.0	0.1	3
29.4.2004	16	10.8	0.4	3
14.5.2004	15	4.2	0.5	3
1.6.2004	18	6.1	0.3	3
16.6.2004	15	4.4	0.3	3
1.7.2004	15	4.9	0.2	3
16.7.2004	15	6.0	0.4	3
30.7.2004	14	6.4	0.5	3
16.8.2004	17	7.1	0.3	3
31.8.2004	15	4.3	0.3	2
15.9.2004	15	8.1	0.3	3
1.10.2004	16	3.1	0.0	3
18.10.2004	17	5.5	0.2	3
2.11.2004	15	6.8	0.3	3
17.11.2004	15	6.1	0.3	3
7.12.2004	20	6.0	0.3	3
21.12.2004	14	5.0	0.1	3
4.1.2005	14	2.5	0.3	3

Appenzell-Steinegg**APS**

Emissionstyp D

Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS
Tage				
		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	
26.2.2004				
25.3.2004	28	11.5	0.4	3
22.4.2004	28	9.1	0.1	3
19.5.2004	27	4.4	0.3	3
17.6.2004	29	13.4	0.3	3
15.7.2004	28	6.8	0.2	3
12.8.2004	28	15.1	0.8	3
9.9.2004	28	8.6	0.3	3
6.10.2004	27	7.6	0.1	3
5.11.2004	30	16.7	0.5	3
2.12.2004	27	6.7	0.1	3
28.12.2004	26	4.4	0.6	3
31.1.2005	34	5.6	0.1	3
24.2.2005	24	4.5	0.8	3

Bachtel**BA**

Emissionstyp C

Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS
Tage				
		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	
20.1.2004				
17.2.2004	28	0.4	0.4	3
16.3.2004	28	0.7	0.6	3
13.4.2004	27	2.3	1.9	3
11.5.2004	28	1.9	1.6	3
8.6.2004	28	1.5	1.2	2
6.7.2004	28	4.0	3.3	3
3.8.2004	28	1.9	1.6	2
31.8.2004	28	2.0	1.6	3
28.9.2004	28	2.0	0.0	0
26.10.2004	28	1.2	1.0	3
23.11.2004	28	1.8	1.5	3
21.12.2004	28	1.5	1.3	3
18.1.2005	28	0.8	0.6	2

Hägenschwil**HÄG**

Emissionstyp D

Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS
Tage				
		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	
26.2.2004				
25.3.2004	28	9.2	2.4	3
22.4.2004	28	3.5	0.0	3
19.5.2004	27	9.5	0.1	3
17.6.2004	29	9.6	0.2	3
15.7.2004	28	9.1	0.6	3
12.8.2004	28	15.1	0.2	3
13.9.2004	32	7.6	0.4	3
11.10.2004	28	5.4	0.1	3
3.11.2004	23	5.0	0.2	3
2.12.2004	29	9.3	0.1	3
30.12.2004	28	12.1	0.2	3
27.1.2005	28	3.7	0.1	3
24.2.2005	28	2.1	0.1	3

Eschlikon**ESCH**

Emissionstyp D

Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS
Tage				
		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	
30.1.2004				
13.2.2004	14	3.9	0.4	3
27.2.2004	14	3.7	0.1	3
12.3.2004	14	4.0	0.2	3
30.3.2004	18	10.7	0.6	3
14.4.2004	15	4.3	0.3	3
29.4.2004	15	7.1	0.4	3
14.5.2004	15	5.3	0.1	3
28.5.2004	14	7.6	0.1	3
15.6.2004	18	5.2	0.5	3
29.6.2004	14	5.1	0.3	3
14.7.2004	15	5.0	0.1	3
30.7.2004	16	9.8	0.2	3
13.8.2004	14	9.3	0.6	3
31.8.2004	18	8.0	0.4	3
14.9.2004	14	9.2	0.9	3
29.9.2004	15	3.8	0.3	3
14.10.2004	15	6.9	0.3	3
29.10.2004	15	4.9	0.6	3
12.11.2004	14	4.3	0.2	3
30.11.2004	18	8.1	0.7	3
15.12.2004	15	4.2	0.4	3
31.12.2004	16	2.7	0.1	3
14.1.2005	14	6.0	0.3	3

Hudelmoos**HUD 3**

Emissionstyp D

Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS
Tage				
		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	
15.1.2004				
13.2.2004	29	1.2	0.1	3
12.3.2004	28	1.0	0.1	3
14.4.2004	33	3.6	0.1	3
14.5.2004	30	1.8	0.0	3
15.6.2004	32	1.9	0.1	3
14.7.2004	29	2.8	0.1	3
13.8.2004	30	3.5	0.1	3
14.9.2004	32	2.0	0.0	3
14.10.2004	30	1.2	0.0	3
12.11.2004	29	1.2	0.0	3
15.12.2004	33	3.0	0.2	3
14.1.2005	30	1.5	0.1	3

Mauren**MAU**

Emissionstyp D

Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS
Tage				
		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	
15.1.2004				
30.1.2004	15	2.6	0.2	3
13.2.2004	14	6.4	0.1	3
27.2.2004	14	9.5	0.1	3
12.3.2004	14	7.7	0.3	3
30.3.2004	18	9.8	0.1	3
14.4.2004	15	4.1	0.1	3
29.4.2004	15	5.0	0.4	3
14.5.2004	15	3.9	0.2	3
28.5.2004	14	5.5	0.2	3
15.6.2004	18	4.1	0.0	3
29.6.2004	14	5.4	0.2	3
14.7.2004	15	5.1	0.2	3
30.7.2004	16	5.9	0.2	3
13.8.2004	14	8.8	0.3	2
31.8.2004	18	4.8	0.3	3
14.9.2004	14	8.7	0.5	3
29.9.2004	15	3.3	0.2	3
14.10.2004	15	4.6	0.2	3
29.10.2004	15	4.2	0.2	3
12.11.2004	14	5.4	0.2	3
30.11.2004	18	6.7	0.6	3
15.12.2004	15	3.9	0.1	3
31.12.2004	16	2.7	0.0	3
14.1.2005	14	4.6	0.3	3

Schänis**SCH**

Emissionstyp C

Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS
Tage				
		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$	
19.1.2004				
17.2.2004	29	0.6	0.0	2
16.3.2004	28	1.5	0.1	3
14.4.2004	29	3.2	0.0	2
10.5.2004	26	2.7	0.1	3
7.6.2004	28	2.9	0.1	3
5.7.2004	28	3.1	0.1	3
3.8.2004	29	2.9	0.1	3
28.8.2004	25	2.2	0.1	3
27.9.2004	30	2.6	0.1	3
22.10.2004	25	1.1	0.0	3
22.11.2004	31	1.8	0.2	3
20.12.2004	28	2.7	0.2	3
17.1.2005	28	0.9	0.1	3

8.3 Einzelwerte der Ammoniak-Vergleichsmessungen

Die Zürcher Passivsammler sind temperatur- und druckkorrigiert

Rigi		RIG								Minidenuder $\mu\text{g m}^{-3}$
Emissionstyp C		Radiello			Zürcher				p	
Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS	Mittelwert	SD	Anz. PS	Temp.		
	Tage	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		$^{\circ}\text{C}$	mbar	
7.1.2004										
21.1.2004	14	0.2	0.1	3	0.2	0.0	3	1.8	892	
3.2.2004	13	0.2	0.0	3	0.4	0.1	2	-1.3	896	
17.2.2004	14	0.7	0.1	3	0.5	0.0	3	1.6	907	
2.3.2004	14	0.4	0.1	3	0.5	0.0	3	-3	892	
17.3.2004	15	0.8	0.1	3	0.3	0.0	2	0.6	904	
30.3.2004	13	2.3	0.2	3	1.7	0.2	3	3	898	
13.4.2004	14	1.5	0.3	3	0.8	0.1	3	4.1	896	
27.4.2004	14	1.4	0.1	3	1.5	0.3	3	6.8	896	
11.5.2004	14	1.3	0.1	3	1.1	0.0	3	4.1	888	
25.5.2004	14	2.0	0.1	3	1.9	0.2	3	9.9	903	
8.6.2004	14	1.6	0.1	3	1.6	0.1	3	10.8	903	
22.6.2004	14	2.3	0.2	3	1.7	0.1	3	13.5	902	
6.7.2004	14	2.7	0.2	3	2.2	0.2	3	14.4	902	
20.7.2004	14	1.6	0.1	3	1.2	0.1	3	13.7	901	
3.8.2004	14	2.0	0.1	3	2.1	0.2	3	17.6	903	
17.8.2004	14	2.7	0.1	3	2.3	0.1	3	17.1	899	
31.8.2004	14	1.6	0.1	3	1.4	0.1	3	13.9	901	1.6
15.9.2004	15	3.2	0.1	3	2.7	0.4	3	15.4	906	2.7
28.9.2004	13	1.5	0.1	3	1.8	0.3	3	9.2	903	1.5
12.10.2004	14	1.2	0.2	3	1.9	0.1	3	12	902	1.2
26.10.2004	14	0.5	0.1	3	1.0	0.0	2	9	896	0.5
9.11.2004	14	0.9	0.1	3	0.8	0.3	3	5.3	896	0.6
23.11.2004	14	0.9	0.1	3	0.9	0.1	3	-0.7	902	0.8
7.12.2004	14	1.0	0.0	3	1.2	0.1	3	1.7	902	1.0
21.12.2004	14	0.7	0.0	3	1.1	0.0	3	1.6	901	0.7
4.1.2005	14	0.2	0.0	3	1.2	0.3	3	-0.8	901	0.1

Temperatur und Druck gemessen

Sion		SIO							
Emissionstyp D		Radiello			Zürcher				p
Enddatum	Dauer	Mittelwert	SD	Anz. PS	Mittelwert	SD	Anz. PS	Temp.	
	Tage	$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		$^{\circ}\text{C}$	mbar
6.1.2004									
22.1.2004	16	3.8	0.1	3	3.3	0.3	3	3.5	955
5.2.2004	14	5.1	0.3	3	4.2	0.0	3	0.2	962
19.2.2004	14	5.0	0.3	3	4.6	0.3	3	3.3	967
4.3.2004	14	3.6	0.2	3	4.2	1.1	3	1.6	954
18.3.2004	14	3.8	0.3	3	3.7	0.2	3	6.5	966
1.4.2004	14	3.6	0.3	3	3.3	0.4	3	8.3	957
15.4.2004	14	3.9	0.1	3	2.8	0.1	3	9.1	957
28.4.2004	13	4.6	0.1	3	3.6	0.2	3	12.5	955
13.5.2004	15	2.9	0.1	3	2.7	0.2	3	12.4	948
27.5.2004	14	4.6	0.2	3	4.7	1.0	3	16.5	962
10.6.2004	14	3.8	0.0	3	3.5	0.1	3	17.3	963
24.6.2004	14	3.4	0.3	3	2.9	0.1	3	18.4	959
8.7.2004	14	4.4	0.2	3	3.7	0.0	3	20.1	961
21.7.2004	13	3.4	0.1	3	2.7	0.2	3	18.6	960
5.8.2004	15	4.3	0.1	3	3.8	0.3	3	22.2	960
19.8.2004	14	3.8	0.3	3	4.1	0.8	3	21.1	957
2.9.2004	14	2.4	0.1	3	2.4	0.2	3	17.3	960
16.9.2004	14	4.3	0.3	3	3.6	0.5	3	19.1	964
30.9.2004	14	3.6	0.1	3	2.3	0.2	3	13.8	962
14.10.2004	14	5.3	0.4	3	5.7	0.4	2	14.3	960
28.10.2004	14	4.3	0.1	3	5.0	0.9	3	10.4	955
11.11.2004	14	4.6	0.1	3	4.6	0.9	3	7.7	956
25.11.2004	14	5.9	0.1	3	5.0	0.2	3	1.3	966
9.12.2004	14	6.8	0.8	3	6.2	0.4	3	1.3	963
22.12.2004	13	7.9	0.4	3	7.2	0.2	3	-1.2	963
6.1.2005	15	7.6	0.3	3	7.0	0.2	3	-1.1	966

Temperatur und Druck gemessen

Alp Flix B

Emissionstyp C

Enddatum	Dauer Tage	Radiello			Zürcher			Temp. °C
		Mittelwert $\mu\text{g m}^{-3}$	SD $\mu\text{g m}^{-3}$	Anz. PS	Mittelwert $\mu\text{g m}^{-3}$	SD $\mu\text{g m}^{-3}$	Anz. PS	
29.1.2004								
4.3.2004	35	0.2	0.0	2	0.1	0.1	3	-7.24
6.4.2004	33	0.3	0.2	2	0.2	0.0	3	-4.46
12.5.2004	36	0.3	0.0	2	0.3	0.1	3	-0.51
29.5.2004	17	1.8	0.5	2	1.3	0.1	3	4.29
11.6.2004	13	1.5	0.7	2	1.0	0.0	3	5.19
27.6.2004	16	1.1	0.1	2	0.6	0.1	2	6.59
9.7.2004	12	0.8	0.0	2	1.1	0.2	3	8.09
27.7.2004	18	0.7	0.3	2	0.6	0.0	3	7.39
9.8.2004	13	1.4	1.0	2	0.9	0.0	2	11.5
29.8.2004	20	0.8	0.1	2	0.9	0.2	3	8.09
13.9.2004	15	0.6	0.0	2	0.8	0.1	3	9.29
27.9.2004	14	0.3	0.0	2	0.6	0.2	2	2.69
14.10.2004	17	2.3	0.1	2	1.6	0.2	3	5.19
28.10.2004	14	0.6	0.0	2	1.2	0.3	3	1.29
13.11.2004	16	1.1	0.3	2	1.0	0.1	3	-1.31
9.12.2004	26	0.0	0.0	2	0.3	0.0	3	-5.81
5.1.2005	27	0.3	0.0	2	0.1	0.0	2	-5.81
6.2.2005	32	0.1	0.0	2	0.1	0.0	3	-8.11

Temperatur wie Station Chaumont
mit Höhenkorr. (-0.7°C pro 100 m)
Druck: lineare Höhenkorrektur,
Jahresmittelwert 796 mbar

Schönenbuch Vergleichsstandort

Emissionstyp D

Enddatum	Dauer Tage	Radiello			Zürcher			Temp. °C
		Mittelwert $\mu\text{g m}^{-3}$	SD $\mu\text{g m}^{-3}$	Anz. PS	Mittelwert $\mu\text{g m}^{-3}$	SD $\mu\text{g m}^{-3}$	Anz. PS	
31.3.2004								
10.4.2004	10	4.4	0.4	3	4.2	0.1	3	8.18
16.4.2004	6	5.5	0.3	3	4.6	0.3	3	8.18
23.4.2004	7	7.9	0.1	3	6.8	0.6	3	8.08
30.4.2004	7	7.6	0.4	3	6.7	0.4	3	8.08
7.5.2004	7	4.2	0.3	3	3.5	0.2	3	12.9
17.5.2004	10	2.9	0.1	3	2.9	0.1	3	11.8
24.5.2004	7	6.0	0.2	2	5.2	0.6	3	11.8
1.6.2004	8	5.2	0.5	3	4.3	0.3	3	14.2
7.6.2004	6	3.5	0.1	2	3.2	0.1	3	14.2
14.6.2004	7	8.1	0.2	3	5.8	0.3	3	17.2
21.6.2004	7	5.8	0.4	3	4.1	0.3	3	17.2
28.6.2004	7	6.5	0.2	3	4.7	0.0	2	17.9
6.7.2004	8	3.9	0.3	3	3.2	0.6	3	17.9
13.7.2004	7	3.3	0.1	3	2.6	0.1	3	16.3
19.7.2004	6	5.2	0.7	2	3.9	1.2	3	16.3
27.7.2004	8	6.5	0.3	3	5.2	0.4	3	20.7
2.8.2004	6	4.9	0.1	2	4.4	0.4	3	20.7
9.8.2004	7	5.3	0.3	3	4.0	0.2	3	22.5
16.8.2004	7	4.7	0.2	2	3.6	0.3	3	18
23.8.2004	7	5.0	0.1	3	4.0	0.4	3	18
31.8.2004	8	3.2	0.1	3	2.7	0.2	3	17.8
6.9.2004	6	4.2	0.1	2	2.4	0.2	3	17.8
13.9.2004	7	6.3	0.2	2	4.2	0.4	3	17.8
20.9.2004	7	5.7	0.3	3	6.5	1.0	3	16
29.9.2004	9	1.6	0.1	3	2.1	0.6	3	14.1
8.10.2004	9	5.6	0.0	3	5.6	0.5	3	10.4
15.10.2004	7	3.5	0.6	2	4.5	0.6	3	10.4
22.10.2004	7	4.7	0.3	2	3.8	0.1	3	10.4
29.10.2004	7	5.2	0.1	2	5.3	0.7	3	11.2
5.11.2004	7	3.2	0.2	3	4.1	0.4	3	11.2
12.11.2004	7	0.9	0.1	3	1.7	0.0	3	3.98
22.11.2004	10	3.3	0.2	3	2.4	0.1	3	3.98
30.11.2004	8	4.7	0.5	3	3.9	0.7	3	4.08
17.12.2004	17	4.1	0.4	3	3.9	0.6	3	0.68
4.1.2005	18	3.5	0.0	2	2.7	0.3	3	1.38

Temperatur wie Station Basel
mit Höhenkorr. (-0.7°C pro 100 m)
Druck: lineare Höhenkorrektur,
Jahresmittelwert 972 mbar

Minidenuder $\mu\text{g m}^{-3}$

6.5

7.2

9.7

9.6

5.5

3.6

6.7

5.6

3.5

7.8

6.1

6.3

4.1

2.9

4.0

6.6

5.4

5.6

5.3

5.1

3.2

4.1

7.0

5.7

1.6

6.2

3.5

3.3

4.9

3.3

1.0

4.1

5.2

4.1

3.7

Wauwilermoos 5

Emissionstyp D

Enddatum	Dauer	Radiello			Zürcher			Temp. °C
		Mittelwert	SD	Anz. PS	Mittelwert	SD	Anz. PS	
Tage		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		
7.1.2004								
21.1.2004	14	1.8	0.0	2	1.6	0.2	3	3.1
4.2.2004	14	2.6	0.3	2	2.5	0.5	3	1.1
18.2.2004	14	3.3	0.0	2	2.7	0.4	3	2.4
3.3.2004	14	3.1	0.3	2	2.1	0.2	3	-1.9
17.3.2004	14	4.3		1	4.0	0.3	3	1.5
31.3.2004	14	7.7	0.2	2	6.8	0.4	3	5.0
14.4.2004	14	4.7	0.0	2	3.6	0.4	3	6.7
28.4.2004	14	4.4	0.0	2	3.6	0.3	3	9.8
12.5.2004	14	2.9	0.2	2	2.0	0.0	3	10.1
26.5.2004	14	5.6	0.0	2	4.3	0.1	3	12.8
9.6.2004	14	4.1	0.1	2	3.1	0.0	3	15.8
23.6.2004	14	4.3	0.0	2	3.1	0.2	3	15.8
7.7.2004	14	5.1	0.4	2	3.0	0.1	3	16.7
21.7.2004	14	3.3	0.1	2	2.7	0.2	3	15.7
4.8.2004	14	4.4	0.2	2	3.7	0.2	3	19.3
18.8.2004	14	5.4		1	4.8	0.2	3	20.2
1.9.2004	14	3.5	0.3	2	4.0	0.2	3	17.0
15.9.2004	14	6.3	0.2	2	6.1	0.3	3	17.0
29.9.2004	14	2.5	0.2	2	3.6	1.0	3	12.5
13.10.2004	14	3.4	0.2	2	4.3	0.4	3	11.9
27.10.2004	14	2.5	0.0	2	2.5	0.4	3	11.0
10.11.2004	14	6.1	0.1	2	5.0	0.1	3	6.3
24.11.2004	14	6.6	0.3	2	5.1	0.1	3	4.3
8.12.2004	14	7.4	0.2	2	7.1	0.1	2	3.4
22.12.2004	14	4.4	0.3	2	3.9	0.4	3	-0.8
5.1.2005	14	2.9	0.1	2	2.1	0.1	3	1.8

Temperatur wie Station Payerne
mit Höhenkorr. (-0.7°C pro 100 m)
Druck: lineare Höhenkorrektur,
Jahresmittelwert 958 mbar

Minidenuder $\mu\text{g m}^{-3}$

* Dichtigkeits-
probleme

Appenzell-Steinegg

Emissionstyp D

Enddatum	Dauer	Radiello			Zürcher			Temp. °C
		Mittelwert	SD	Anz. PS	Mittelwert	SD	Anz. PS	
Tage		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		
26.2.2004								
25.3.2004	28	11.5	0.4	3	10.7	0.2	3	0.9
22.4.2004	28	9.1	0.1	3	7.4	0.2	3	7.6
19.5.2004	27	4.4	0.3	3	4.3	0.1	3	9.45
17.6.2004	29	13.4	0.3	3	10.5	0.4	3	13.7
15.7.2004	28	6.8	0.2	3	5.5	0.2	3	15.6
12.8.2004	28	15.1	0.8	3	10.7	0.6	3	19.1
9.9.2004	28	8.6	0.3	3	7.2	0.3	3	16.4
6.10.2004	27	7.6	0.1	3	5.8	0.5	3	11.9
5.11.2004	30	16.7	0.5	3	12.6	0.5	3	10.7
2.12.2004	27	6.7	0.1	3	5.7	0.1	3	3.15
28.12.2004	26	4.4	0.6	3	10.9	0.9	3	1.65
31.1.2005	34	5.6	0.1	3	4.8	0.2	3	-1.35
24.2.2005	24	4.5	0.8	3	4.5	0.2	3	-2.35

Temperatur wie Station Tänikon
mit Höhenkorr. (-0.7°C pro 100 m)
Druck: lineare Höhenkorrektur,
Jahresmittelwert 923 mbar

Bachtel

Emissionstyp C

Enddatum	Dauer Tage	Radiello			Zürcher			Temp. °C
		Mittelwert	SD	Anz. PS	Mittelwert	SD	Anz. PS	
		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		
20.1.2004								
17.2.2004	28	0.4	0.4	3	0.4	0.0	3	0.8
16.3.2004	28	0.7	0.6	3	0.4	0.1	3	-0.6
13.4.2004	27	2.3	1.9	3	1.5	0.1	3	4.2
11.5.2004	28	1.9	1.6	3	1.3	0.0	3	6.1
8.6.2004	28	1.5	1.2	2	1.9	0.2	3	11.0
6.7.2004	28	4.0	3.3	3	2.9	0.4	3	14.6
3.8.2004	28	1.9	1.6	2	1.3	0.0	3	16.3
31.8.2004	28	2.0	1.6	3	1.3	0.1	3	16.1
28.9.2004	28	2.0	0.0	0	1.3	0.0	3	12.9
26.10.2004	28	1.2	1.0	3	0.9	0.1	3	11.1
23.11.2004	28	1.8	1.5	3	1.4	0.0	3	2.9
21.12.2004	28	1.5	1.3	3	1.4	0.0	3	2.2
18.1.2005	28	0.8	0.6	2	0.7	0.1	3	2.0

Temperatur wie Station Rigi
mit Höhenkorr. (-0.7°C pro 100 m)
Druck: lineare Höhenkorrektur,
Jahresmittelwert 911 mbar

Minidenuder**Denuder**

$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$
*	0.4
0.6	0.4
2.1	2.2
1.7	1.8
*	2.2
*	2.4
1.8	1.6
1.8	1.8
2.2	1.6
1.1	0.9
1.5	1.4
1.9	1.7
0.6	0.6

* Dichtigkeits-
probleme**Rapperswil Dach**

Emissionstyp F

Enddatum	Dauer Tage	Radiello			Zürcher			Temp. °C
		Mittelwert	SD	Anz. PS	Mittelwert	SD	Anz. PS	
		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$		
5.1.2004								
19.1.2004	14	1.7	0.1	3	2.4	0.1	3	3.6
2.2.2004	14	2.2	0.1	3	1.9	0.1	3	1.6
16.2.2004	14	4.2	0.2	3	4.1	0.5	3	2.9
1.3.2004	14	2.8	0.2	3	2.7	0.2	3	-1.4
15.3.2004	14	2.9	0.1	3	2.7	0.2	3	-1.4
29.3.2004	14	6.5	0.1	3	5.8	0.3	3	5.5
13.4.2004	15	3.1	0.2	3	3.0	0.1	3	7.2
26.4.2004	13	3.6	0.1	3	3.4	0.1	3	10.3
10.5.2004	14	3.6	0.0	3	3.1	0.0	3	10.6
24.5.2004	14	4.1	0.1	3	4.1	0.3	3	13.3
7.6.2004	14	3.8	0.2	3	4.2	0.2	3	16.3
21.6.2004	14	3.9	0.4	3	4.3	0.1	3	16.3
5.7.2004	14	5.0	0.2	3	4.4	0.2	3	17.2
20.7.2004	15	3.9	0.0	3	4.0	0.5	3	16.2
2.8.2004	13	4.9	0.1	3	5.0	0.6	3	19.8
16.8.2004	14	5.6	0.3	3	5.2	0.3	3	20.7
30.8.2004	14	3.7	0.3	3	4.0	0.4	3	17.5
13.9.2004	14	5.3	0.3	3	5.0	0.3	3	17.5
27.9.2004	14	3.4	0.1	3	3.3	0.3	3	13.0
11.10.2004	14	4.9	0.3	3	4.2	0.5	3	12.4
25.10.2004	14	3.5	0.2	3	3.8	0.5	3	11.5
8.11.2004	14	4.4	0.2	3	3.9	0.2	3	6.8
22.11.2004	14	4.1	0.3	3	3.9	0.2	3	4.8
6.12.2004	14	5.5	0.4	3	4.7	0.4	3	3.9
20.12.2004	14	5.4	0.4	3	5.1	0.2	3	-0.3
3.1.2005	14	2.8	0.1	3	2.8	0.1	3	2.3

Temperatur wie Station Tänikon
mit Höhenkorr. (-0.7°C pro 100 m)
Druck: lineare Höhenkorrektur,
Jahresmittelwert 967 mbar

Minidenuder**Denuder**

$\mu\text{g m}^{-3}$	$\mu\text{g m}^{-3}$
2.6	
2.7	
5.0	
2.5	
2.6	
5.8	
3.1	
4.3	
*	
4.8	
4.4	
*	
4.9	
2.4	
5.6	4.7
6.4	5.1
4.3	3.9
5.9	4.8
*	3.4
4.8	4.5
3.8	3.9
4.6	4.0
4.4	3.9
5.3	4.9
5.3	6.2
3.0	3.0

* Dichtigkeits-
probleme

8.4 Vertrauensbereiche

Kursive Werte bei Standardabweichung und Vertrauensbereichen bedeuten, dass weniger als 80% der Serien im Jahr erfasst wurden.

Station	Stations- code	Emissions- Typ	Jahr	Anzahl Serien total für Ber. verwendet			Jahres- mittel $\mu\text{g m}^{-3}$	$S_{m,n}$	Vertrauensbereich (95%)		
				Anz.	Anz.	%			Serien- mittel $\mu\text{g m}^{-3}$	Jahresmittelwerte $\mu\text{g m}^{-3}$	%
Wengernalp	WA	A	2004	12	9	75	0.34	0.06	<i>0.07</i>	<i>0.02</i>	7
Bachtel	BA	C	2004	13	9	69	1.70	0.12	<i>0.15</i>	<i>0.05</i>	3
Chaumont	CHA	C	2004	26	23	88	0.83	0.13	0.15	0.03	4
Rigi	RIG	C	2004	26	26	100	1.36	0.12	0.14	0.03	2
Schänis	SCH	C	2004	13	11	85	2.19	0.12	0.15	0.04	2
Zugerberg	ZB	C	2004	11	11	100	1.37	0.17	0.21	0.06	5
Appenzell-Steinegg	APS	D	2004	13	13	100	8.89	0.44	0.52	0.14	2
Eschlikon	ESCH	D	2004	24	23	96	6.11	0.41	0.47	0.10	2
Häggenschwil	HÄG	D	2004	13	13	100	7.83	0.70	0.82	0.23	3
Holderhus	HOL	D	2004	24	24	100	5.31	0.28	0.33	0.07	1
Hudelmoos	HUD 3	D	2004	12	12	100	2.09	0.11	0.13	0.04	2
Magadino	MAG	D	2004	26	22	85	4.30	0.26	0.30	0.06	1
Mauren	MAU	D	2004	24	23	96	5.51	0.26	0.30	0.06	1
Muri	MU	D	2003	16	14	88	2.75	0.31	0.37	0.10	4
Payerne	PAY	D	2004	26	24	92	3.46	0.17	0.20	0.04	1
Root Michaelskreuz	RO	D	2004	26	22	85	3.63	0.23	0.26	0.06	2
Schönenbuch	SCHÖ	D	2004	19	19	100	5.42	0.58	0.69	0.16	3
Schüpfheim	SCHÜ	D	2004	26	18	69	6.13	0.63	<i>0.74</i>	<i>0.17</i>	3
Sion	SIO	D	2004	26	26	100	4.48	0.27	0.32	0.06	1
Tänikon	TAE	D	2004	23	22	96	5.64	0.28	0.33	0.07	1
Basel	BAS	E	2004	24	22	92	2.11	0.17	0.20	0.04	2
Lugano	LUG	E	2004	26	20	77	2.54	0.25	<i>0.29</i>	<i>0.07</i>	3
Sagno	SA	E	2004	14	14	100	1.65	0.17	0.20	0.05	3
L'Île	ILE	F	2004	26	25	96	4.12	0.31	0.36	0.07	2
Rapperswil Dach	RAP	F	2004	26	26	100	4.04	0.23	0.27	0.05	1
Radiello Passivsammler	(2004)						MIN		0.07	0.02	1
							MEDIAN		0.29	0.06	2
							MAX		0.82	0.23	7
Zürcher Passivsammler	(2000 - 2002)						MIN		0.11	0.03	1
							MEDIAN		0.34	0.08	4
							MAX		1.25	0.26	16

8.5 Modellierte Immissionskonzentration und Emissionsdichte

Stao Nr.	Code	NH ₃ -Konz in der Luft modelliert μg m ⁻³	NH ₃ -Emissionsdichte							
			Landwirtschaft		Haush&Industr.		Verkehr		Summe	
			0.5 km	2.5 km	0.5 km	2.5 km	0.5 km	2.5 km	0.5 km	2.5 km
			kg ha ⁻¹	Jahr ⁻¹	kg ha ⁻¹	Jahr ⁻¹	kg ha ⁻¹	Jahr ⁻¹	kg ha ⁻¹	Jahr ⁻¹
11	HUD 3	3.4	12.9	47.5	0.0	1.0	0.0	0.0	12.9	48.5
18	BA	3.2	32.5	29.5	0.0	1.0	0.0	0.0	32.5	30.5
19	SCH	1.7	3.8	21.0	0.0	1.0	0.0	1.0	3.8	23.0
24	MAU	3.6	31.0	31.2	1.0	1.0	0.0	0.0	32.0	32.2
25	TAE	3.5	41.5	21.0	2.0	1.0	0.0	0.0	43.5	22.0
45	HÄG	6.5	63.7	59.8	1.0	0.0	0.0	0.0	64.7	59.8
46	ESCH	4.5	88.1	37.4	0.7	1.0	0.0	0.7	88.8	39.1
47	APS	5.3	74.8	48.5	0.8	1.0	0.0	0.0	75.5	49.5

8.6 Temperatur- / Druck-Korrektur

Station	Höhe m ü. M	Radiello	Radiello PS				Radiello PS			Zürcher PS		
		Jahres- mittel 2004	Jahres- mittel 2004	Abweichung vom Radiello ohne Korrr.		Jahres- mittel 2004	Abweichung vom Radiello ohne Korrr.		Jahres- mittel 2004	Abweichung vom Radiello ohne Korrr.		
		μg m ⁻³	μg m ⁻³	μg m ⁻³	%	μg m ⁻³	μg m ⁻³	%	μg m ⁻³	μg m ⁻³	%	
		Druckkorrektur	nein	ja			ja		ja			
		Temperaturkorrektur	nein	nein			ja		ja			
Magadino	200	4.3	4.2	-0.1	-2	4.4	0.1	2				
Lugano	280	2.5	2.5	-0.1	-3	2.5	0.0	0				
Basel	320	2.0	2.0	-0.1	-3	2.0	0.0	0				
Rapperswil Dach	430	4.0	3.9	-0.2	-5	4.1	0.0	0	3.9	-0.2	-4	
Sion	480	4.5	4.2	-0.2	-5	4.5	0.0	0	4.1	-0.4	-9	
Payerne	490	3.5	3.3	-0.2	-5	3.4	0.0	-1				
Wauwil 6	500	4.3	4.1	-0.2	-5	4.3	0.0	0	3.7	-0.6	-13	
Tänikon	540	5.6	5.3	-0.3	-6	5.6	0.0	-1				
Appenzell-Steinegg	820	8.9	8.1	-0.8	-9	8.5	-0.4	-4	7.8	-1.1	-13	
Bachtel	930	1.7	1.5	-0.2	-10	1.6	-0.1	-5	1.3	-0.4	-22	
Rigi	1030	1.4	1.2	-0.2	-11	1.3	-0.1	-7	1.3	-0.1	-4	
Chaumont	1140	0.8	0.7	-0.1	-12	0.8	-0.1	-7				
Alp Flix B	1980	0.7	0.5	-0.1	-21	0.6	-0.1	-15	0.6	-0.1	-12	