



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'environnement SEn
Amt für Umwelt AfU

Route de la Fonderie 2, 1701 Fribourg

T +41 26 305 37 60, F +41 26 305 10 02
www.fr.ch/sen

Bericht 2012

Luftreinhaltung Überwachung der Luftschadstoffbelastung

Stickstoffdioxidmessungen mit Passivsammlern



Inhalt

1. Einführung	3
1.1. Der Schadstoff Stickstoffdioxid.....	3
1.2. Immissionsgrenzwerte	3
1.3. Die Messmethode.....	4
2. Verlauf der Stickstoffdioxidbelastung zwischen 1997 und 2012	5
2.1. Agglomeration Freiburg, verkehrsbelastete Standorte	5
2.2. Agglomeration oder Stadt, Hintergrundkonzentration	7
2.3. Agglomeration Bulle.....	7
2.4. Regionale Zentren	9
2.5. Ländliche Situation, Hintergrundkonzentration.....	10
2.6. Entwicklung der Jahresmittelwerte seit 1997	10
2.7. Schlussfolgerung.....	11
3. Kantonale Immissionskarte für das Jahr 2010.....	12
4. Übersicht über alle Messungen seit 1997	14
5. Anhang: Korrektur der Passivsammlerresultate	18
Verdankung	19

1. Einführung

In Anwendung von Artikel 27 der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 überwacht das Amt für Umwelt im gesamten Kantonsgebiet die Luftschadstoffbelastung. Es betreibt zu diesem Zweck ein Messnetz mit einer permanenten und zwei mobilen Messstationen. Jede dieser Messstationen erlaubt die kontinuierliche Überwachung von mehreren Schadstoffen: Schwefeldioxid (nur Fixstation), Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Ozon sowie Feinstaub. Eine ähnlich grosse Zahl meteorologischer Parameter wird ebenfalls erfasst.

Vor allem in den Städten stellt das Stickstoffdioxid einen der wichtigsten Schadstoffe dar. Das Amt für Umwelt betreibt daher seit 1989 noch ein zweites Messnetz mit Passivsammlern. Es erlaubt eine simultane Messung von Stickstoffdioxid an einer grossen Zahl von Standorten. Die mit diesem Netz gewonnenen Daten sind Gegenstand des vorliegenden Berichtes.

1.1. Der Schadstoff Stickstoffdioxid

Stickstoffdioxid (NO_2) ist ein giftiges Gas mit einem scharfen Geruch. Es handelt sich um einen so genannten sekundären Schadstoff. Er bildet sich aus Stickstoffmonoxid (NO), welches vorwiegend aus der Verbrennung fossiler Energieträger stammt, in einer chemischen Reaktion mit einem oxidierenden Gas, vor allem Ozon (O_3).

Die Emissionen¹ von Stickoxiden (NO und NO_2) stammen grösstenteils vom Verkehr und von Maschinen. Der Anteil der Verkehrsemissionen hat seit Einführung des Katalysators abgenommen.

Die höchsten Konzentrationen von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid werden in Strassennähe gemessen. Die maximalen Jahresmittelwerte von Stickstoffdioxid betragen in Stadtzentren über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ²; in Agglomerationen liegt die Schadstoffkonzentration zwischen 20 und $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in ländlichen Gebieten unter $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

1.2. Immissionsgrenzwerte

Steht fest oder ist zu erwarten, dass schädliche oder lästige Einwirkungen von Luftverunreinigungen verursacht werden, so erstellt die zuständige Behörde einen [Massnahmenplan](#) zur Verminderung oder Beseitigung dieser übermässigen Einwirkungen (Artikel 31 - 34 LRV). Die Immissionsgrenzwerte sind daher kein Kriterium für die Beurteilung einer akuten Gesundheitsgefährdung, sondern stellen Zielwerte für die Luftqualität dar, die mittelfristig mit Hilfe der Massnahmenpläne erreicht werden müssen.

Übermässig sind Immissionen³, die einen oder mehrere Immissionsgrenzwerte nach Anhang 7 der LRV überschreiten. Für Stickstoffdioxid sind die Grenzwerte folgendermassen definiert:

- > Jahresmittelwert: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- > 24-h-Mittelwert: $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (darf höchstens einmal im Jahr überschritten werden)

¹ Luftschadstoff-Emission: Von Anlagen, Fahrzeugen oder Produkten an die Umwelt abgegebene Luftverunreinigungen.

² $\mu\text{g}/\text{m}^3$: $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedeutet ein Millionstel Gramm (μg) eines Schadstoffs pro Kubikmeter (m^3) Luft.

³ Luftschadstoff-Immission: Luftverunreinigungen am Ort ihres Einwirkens auf Menschen, Tiere, Pflanzen, Böden und Sachgüter.

Die Erfahrung zeigt, dass der Immissionsgrenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Nähe stark belasteter Strassen oft nicht eingehalten ist. Liegt der Jahresmittelwert jedoch unterhalb des Grenzwertes, so ist der Grenzwert für Tagesmittelwerte im Allgemeinen auch nicht überschritten.

1.3. Die Messmethode

Die vom Amt für Umwelt verwendeten Passivsammler sind kleine Kunststoffröhrchen (Durchmesser: 1 cm, Länge: 7 cm), die an einem Ende fest verschlossen sind. An diesem Ende befindet sich ein Metallgitter, das mit einer Substanz (Triäthanolamin) imprägniert ist, die mit Stickstoffdioxid eine chemische Reaktion eingeht. In der Praxis werden pro Messort jeweils drei Passivsammler-röhrchen während zwei Wochen der zu messenden Luft ausgesetzt und anschliessend in einem Labor analysiert. Als Resultat dieser Analyse erhält man die durchschnittliche Stickstoffdioxidkonzentration während dem Expositionszeitraum.

Verglichen mit Messgeräten, welche die Schadstoffkonzentration kontinuierlich bestimmen können, weist die Passivsammlermethode den Vorteil auf, dass mit einem weit geringeren personellen und finanziellen Aufwand die Schadstoffbelastung an einer grossen Zahl von Standorten gleichzeitig gemessen werden kann. Allerdings können keine kurzfristigen Spitzenwerte erfasst werden. Es muss daher über die Dauer eines ganzen Jahres gemessen werden, um die Einhaltung des Immissionsgrenzwertes zu überprüfen. Insgesamt kann festgestellt werden, dass es sich um eine einfache und kostengünstige Methode handelt, welche eine durchaus akzeptable Genauigkeit aufweist (ungefähr 15 bis 20 %).

Aus Gründen der Qualitätssicherung wird die Passivsammlermethode an den Standorten der drei Messstationen mit den kontinuierlich arbeitenden Geräten verglichen, die regelmässig kalibriert werden. Für 2011 wurden dabei grössere Unterschiede festgestellt als in den Jahren davor. Für 2012 sind die Unterschiede wieder akzeptabel, aber immer noch höher als vor 2011.

Trotz einer umfassenden Untersuchung der Differenzen über die letzten sechs Jahre konnte keine eindeutige Erklärung gefunden werden. Es wurde aber ein Zusammenhang mit der Lufttemperatur sichtbar: bei tiefen Temperaturen unterschätzen die Passivsammler das Resultat, und bei hohen Temperaturen messen sie mehr als die kontinuierlich messenden Referenzgeräte. Diese Effekte gleichen sich in der Regel im Jahresmittel mehr oder weniger aus. Dies galt aber nicht für 2011, in dem die Passivsammler die Belastung zwischen 15 und 18 % überschätzten. Dass 2011 laut Meteo-Schweiz gesamtschweizerisch mit einem Temperaturüberschuss von 2 Grad das wärmste Jahr seit Messbeginn 1864 war, passt somit gut ins Bild.

Auf Grund dieser Untersuchung wurde entschieden, die Passivsammlerdaten rückwirkend ab dem Jahr 2009 zu korrigieren. Die Korrektur ist abhängig von der mittleren Jahrestemperatur (gemessen an der Meteo-Schweiz-Station Payerne) und gleicht die Passivsammlerresultate an jene der kontinuierlich messenden Geräte an. Die verwendeten Korrekturen sind im Anhang aufgeführt.

2. Verlauf der Stickstoffdioxidbelastung zwischen 1997 und 2012

Die folgenden graphischen Darstellungen zeigen die Entwicklung der Jahresmittelwerte von Stickstoffdioxid (Angaben in $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Diese Jahresmittelwerte sind mit dem Immissionsgrenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu vergleichen.

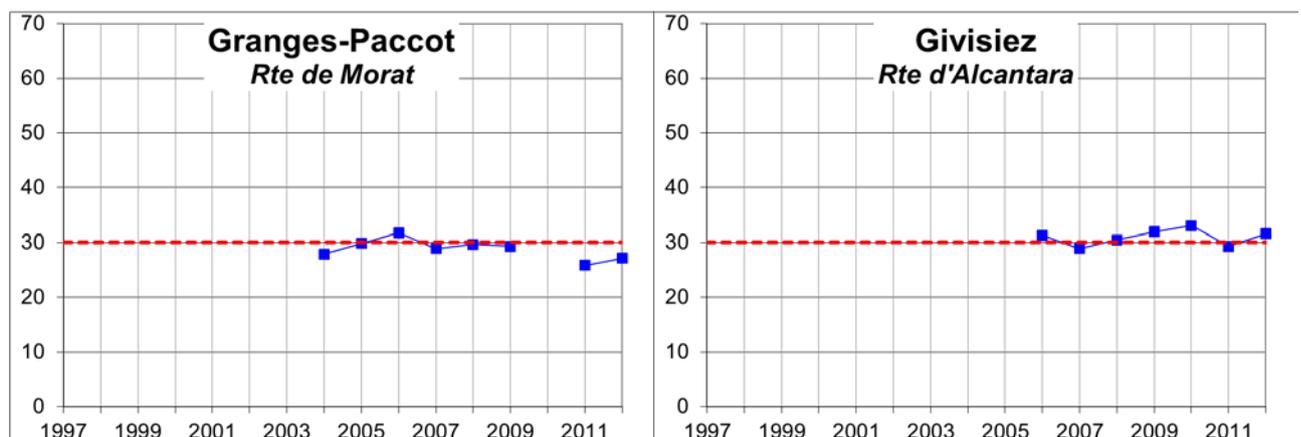
2.1. Agglomeration Freiburg, verkehrsbelastete Standorte

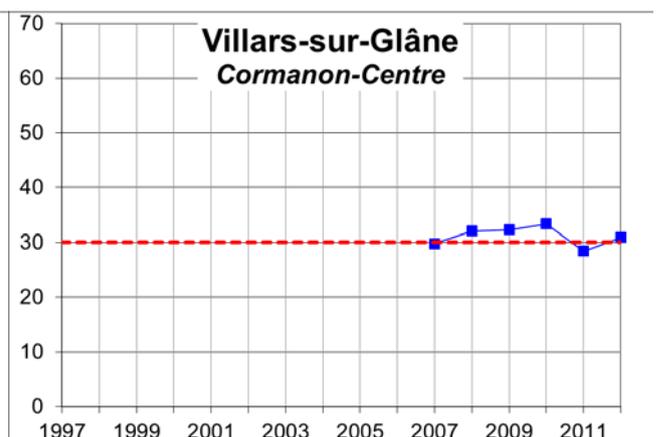
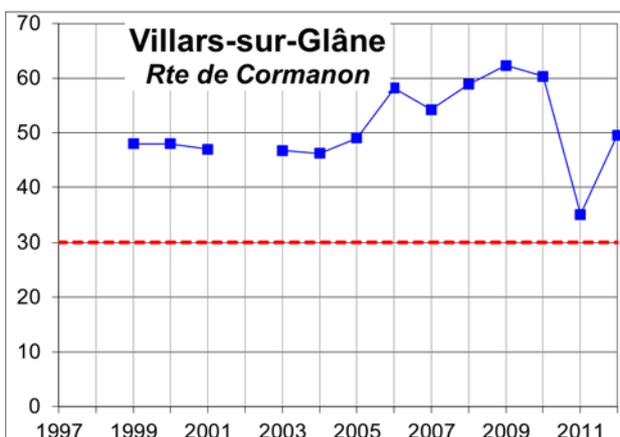
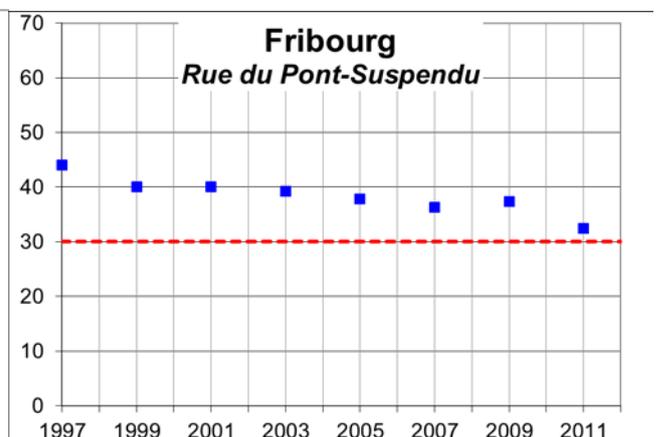
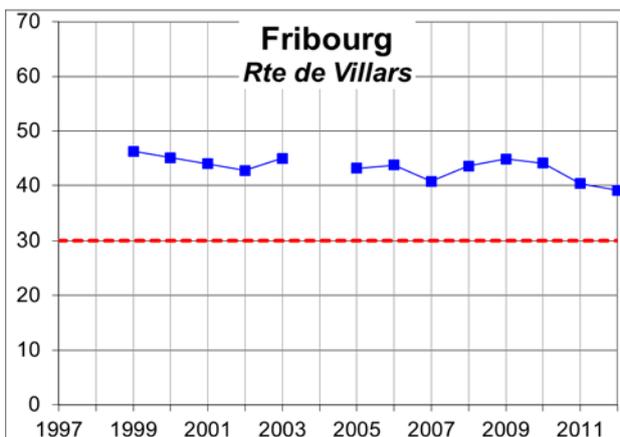
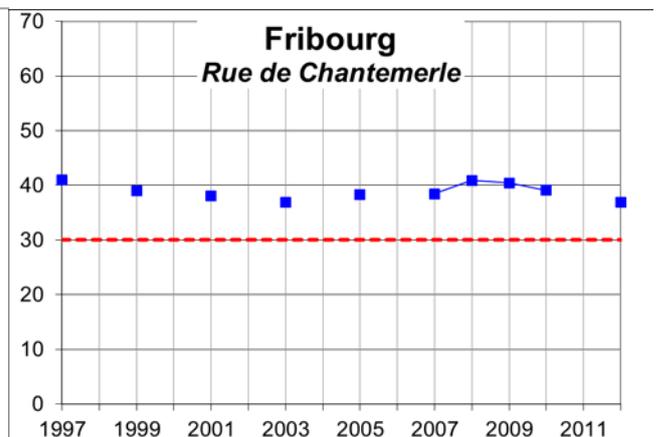
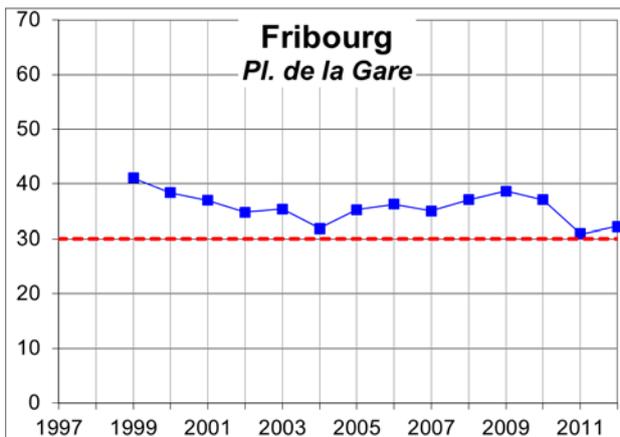
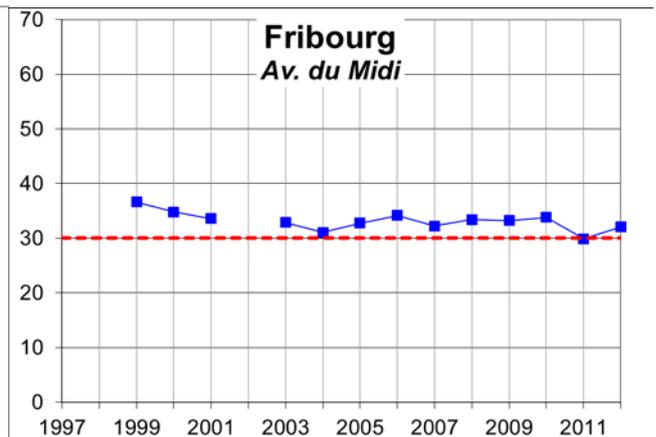
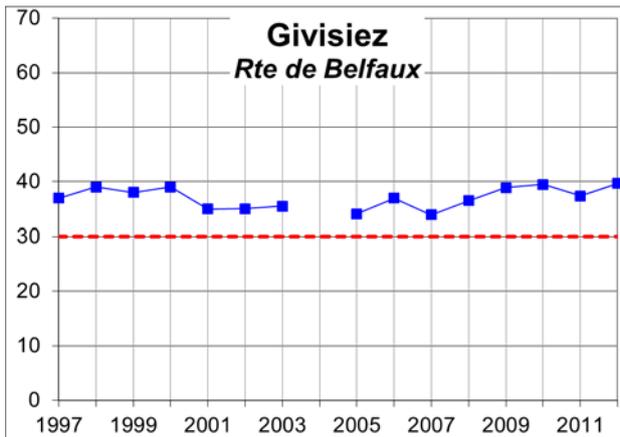
An den meisten verkehrsbelasteten Standorten der Agglomeration Freiburg wurde der Immissionsgrenzwert während den letzten Jahren überschritten.

Am gut durchlüfteten Standort Route de Morat in Granges-Paccot (auf der Höhe des Einkaufszentrums Agy-Centre) liegt die Stickstoffdioxidkonzentration bis 2009 im Bereich des Immissionsgrenzwerts von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 2010 wurde die Strasse umgestaltet und die Messungen mussten aus diesem Grund ausgesetzt werden. Die tieferen Messresultate für 2011 und 2012 können damit erklärt werden, dass die Verkehrsbelastung infolge der Arbeiten für die Poyabrücke abgenommen haben. Auch an der Route d'Alcantara in Givisiez (70 m nördlich des Einkaufszentrums Jumbo) liegen die Konzentrationen im Bereich des Immissionsgrenzwerts.

Am 12. Juli 2010 wurde an der Avenue de la Gare Einbahnverkehr eingeführt. Die durchschnittliche Konzentration der Jahre 2011 und 2012 am Standort Place de la Gare liegt 18 % tiefer im Vergleich zu 2009. Interessant ist die Beobachtung, dass die NO_2 -Belastung an der Avenue du Midi keine wesentliche Veränderung erfahren hat, obwohl dort durch die Einführung des Einbahnverkehrs an der Bahnhofstrasse ein gewisser Anstieg des Verkehrsaufkommens stattgefunden hat.

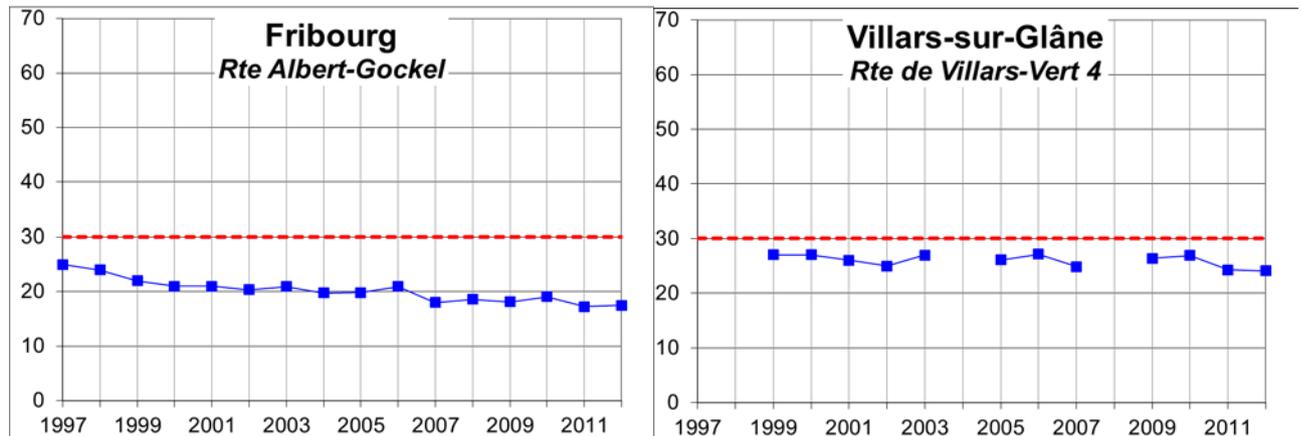
Die deutlichsten Veränderungen während der letzten Jahre wurden am Standort Route de Cormanon in Villars-sur-Glâne beobachtet. Die sprunghafte Konzentrationszunahme 2006 kann mit der provisorischen Sperrung der Route de Condoz sowie mit dem Verkehr während des Baus des Quartiers Cormanon-Ost erklärt werden. Diese Zunahme war aber nicht nur vorübergehend, sondern die Verkehrsmenge und der Verkehrsfluss scheinen sich bleibend verändert zu haben. 2011 war die Route de Cormanon von monatelangen Bauarbeiten betroffen und nur im Einbahnverkehr befahrbar, was sich in einer markanten Abnahme der NO_2 -Belastung bemerkbar macht. Die erhöhten Werte der Jahre 2006 bis 2010 an der Route de Cormanon sind aber ein lokal begrenztes Phänomen, wie Parallelmessungen an derselben Strasse in nur 300 m Entfernung zeigen. So wurden in den Jahren 2007 bis 2010 auf der Höhe des Einkaufszentrums Cormanon-Centre jeweils rund 45 % tiefere Jahresmittelwerte gemessen.





2.2. Agglomeration oder Stadt, Hintergrundkonzentration

In Ortschaften mit mehr als 5'000 Einwohner liegt die sogenannte Hintergrundkonzentration, das heisst die weder durch Strassen noch durch Industrieanlagen dominierte Immissionsituation, auf einem Niveau unterhalb des Immissionsgrenzwertes.



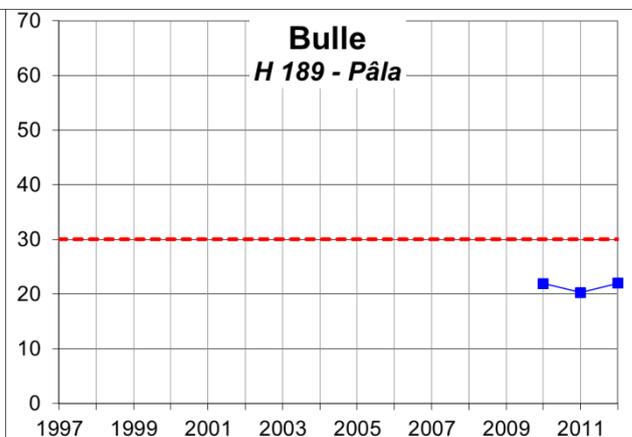
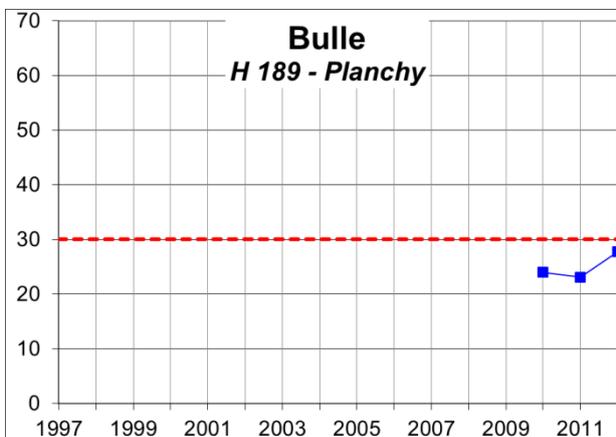
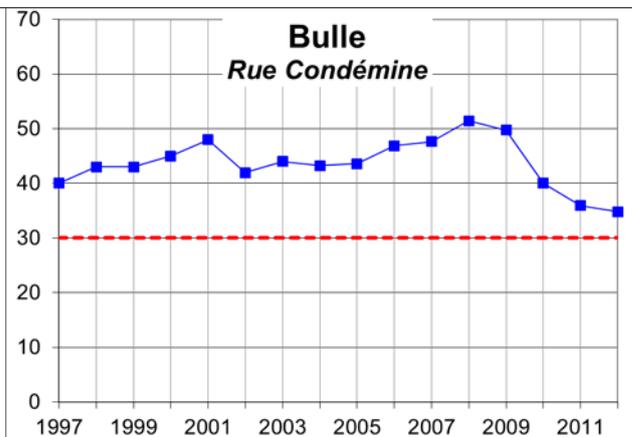
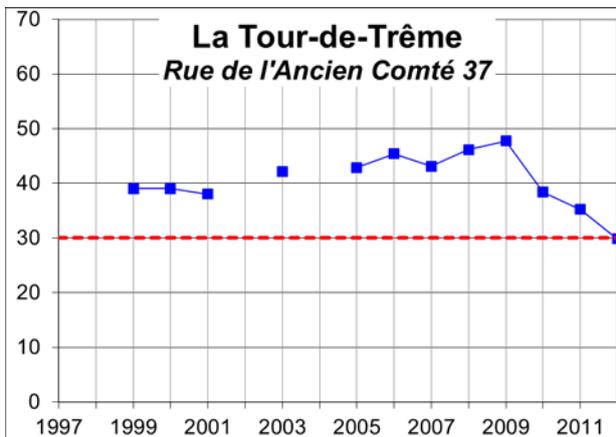
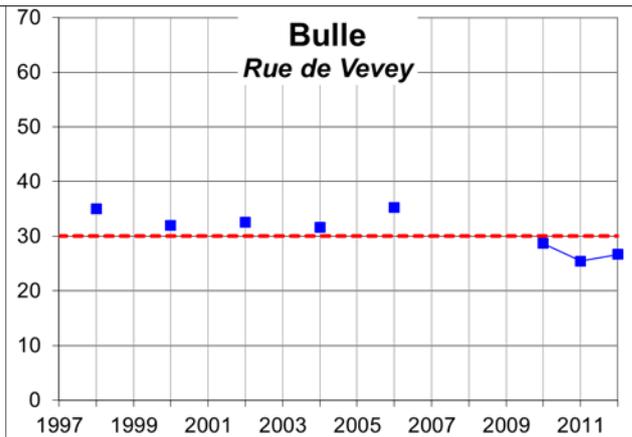
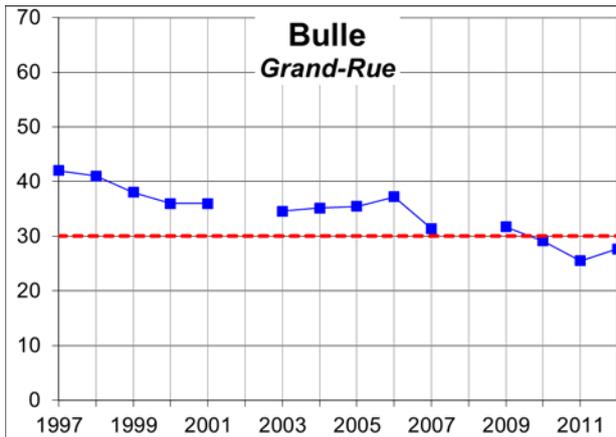
2.3. Agglomeration Bulle

Mit Ausnahme der Standorte Rue de l'Ancien Comté und Rue de Condémine liegen die Stickstoffdioxidkonzentration in der Agglomeration Bulle nach der Eröffnung der Umfahrungsstrasse H189 unter dem Immissionsgrenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In den Jahren 2007 bis 2009 war Bulle geprägt durch eine bedeutende Umgestaltung des öffentlichen Raumes in der Innenstadt. Aus diesem Grund mussten die Messungen an der Grand-Rue für das Jahr 2008 ausgesetzt werden. Die in diesem Zeitraum beobachtete Zunahme der Stickstoffdioxidkonzentration an der Rue Condémine erklärt sich durch eine Umlagerung des Verkehrs von der Innenstadt (zeitgleiche Abnahme an der Grand-Rue) in die Peripherie. Da La Tour-de-Trême hingegen 2007 bis 2009 im Prinzip nicht von Verkehrsumlagerungen betroffen war, muss die dortige deutliche Konzentrationszunahme mit einem generellen Anstieg des Verkehrs erklärt werden.

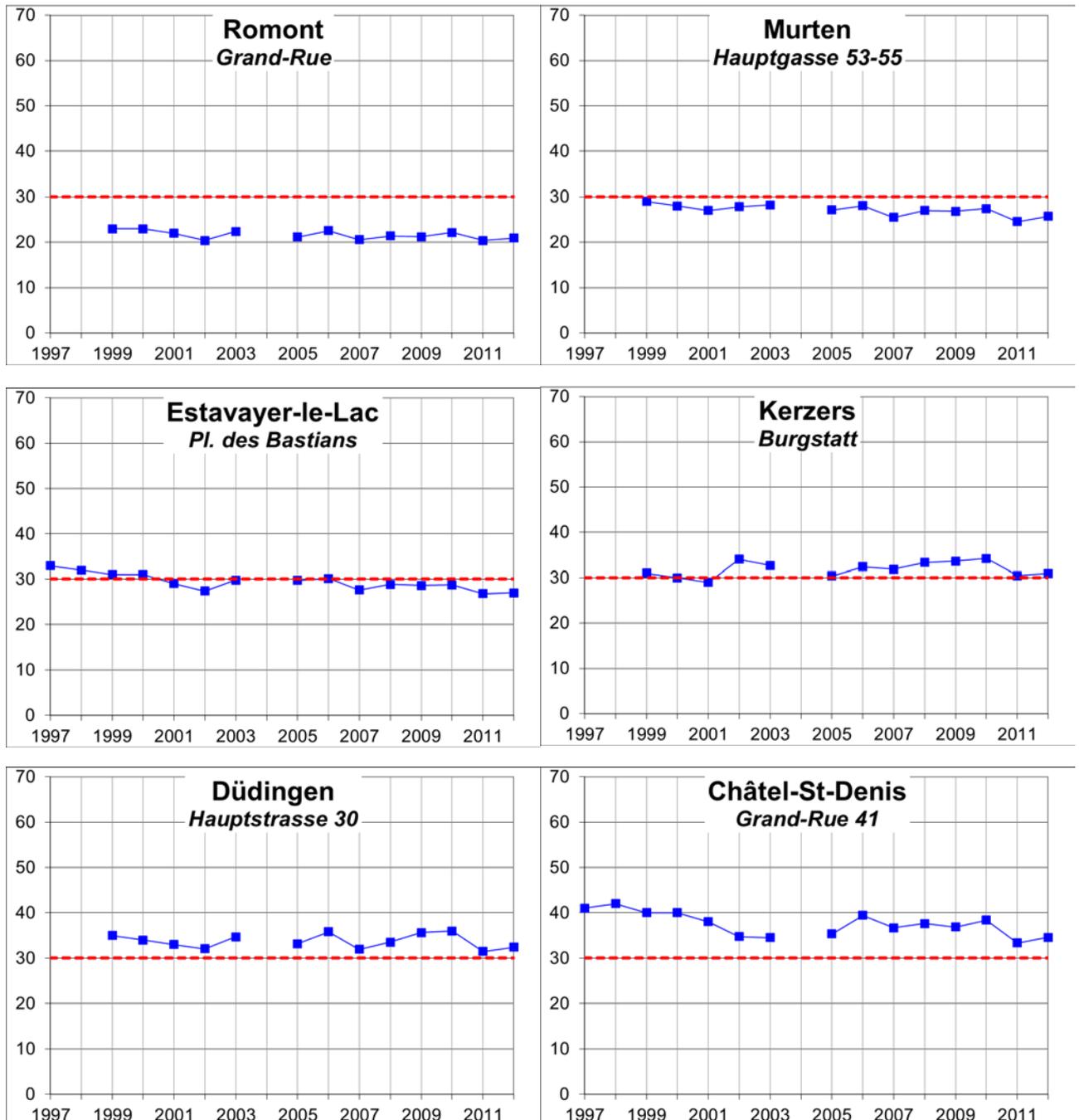
Am 13. Dezember 2009 wurde die Umfahrungsstrasse der Agglomeration Bulle, die H189, für den Verkehr frei gegeben. Der Entlastungseffekt durch die Eröffnung der H189 ist ab 2010 deutlich zu erkennen. Die durchschnittliche Konzentration der Jahre 2010 bis 2012 an der Rue de l'Ancien Comté beträgt nur noch 72 % des Wertes von 2009. An der Rue de Condémine sank die Konzentration nach der Eröffnung der H189 auf 74 % des Wertes von 2009.

An den Standorten Grand-Rue und Rue de Vevey im Zentrum der Agglomeration Bulle liegen die Konzentrationen unter dem Immissionsgrenzwert. Ähnlich ist die Situation für die beiden Messstellen Planchy und Pâla, die sich ausserhalb des bebauten Gebietes direkt an der H189 befinden.



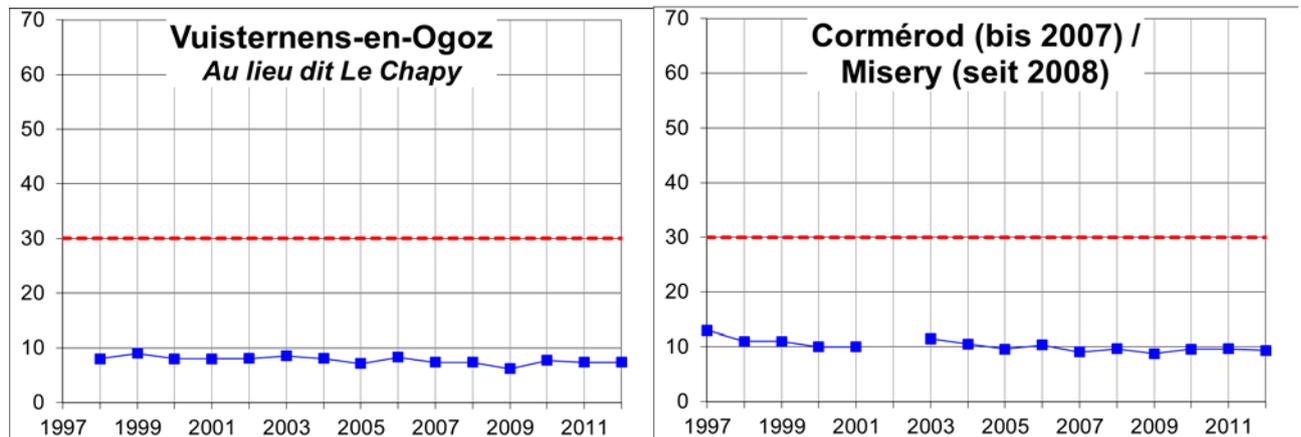
2.4. Regionale Zentren

An Messorten mit einer Verkehrsbelastung von 5'000 bis 20'000 Fahrzeugen pro Tag sind in den meisten Fällen Konzentrationen zwischen 20 und 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ anzutreffen. Ob der Immissionsgrenzwert von 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eingehalten oder überschritten wird, ist abhängig von der Anzahl Fahrzeuge, von der Verkehrssituation (Kreuzung, Steigung, „stop and go“ etc.) und vor allem von der Güte der Durchlüftung und variiert damit deutlich zwischen den einzelnen Messstandorten.



2.5. Ländliche Situation, Hintergrundkonzentration

In ländlichen Gebieten, abseits von jeglichen Schadstoffquellen, ist der Immissionsgrenzwert deutlich eingehalten. Im Verlaufe des betrachteten Zeitraumes 1997-2012 haben sich die Messwerte nur unwesentlich verändert.



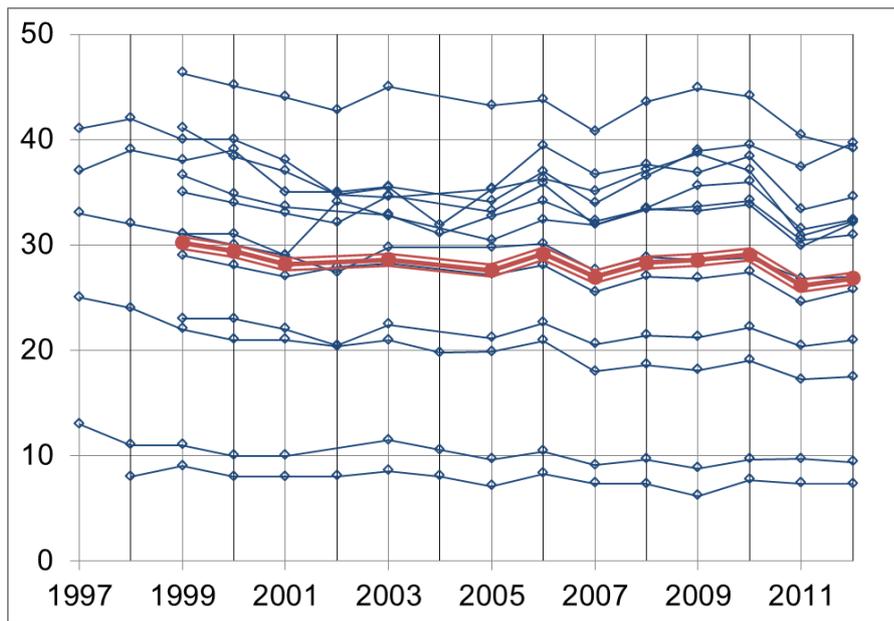
2.6. Entwicklung der Jahresmittelwerte seit 1997

In der Graphik auf der folgenden Seite zeigen die blauen Kurven jene 13 Messorte, für die Resultate ab Ende der 1990er Jahre vorliegen. Wegen ihrer atypischen Entwicklung wurden die Resultate der Agglomeration Bulle und der Route de Cormanon in Villars-sur-Glâne in dieser Graphik nicht aufgenommen (siehe Kapitel 2.4 und 2.5). Für die Jahre mit Daten aus allen 13 Messstellen zeigt die rote Kurve das Mittel der Jahreswerte dar.

Die zeitliche Entwicklung ab 1997 zeigt bis 2007 eine leichte Tendenz zur Abnahme der Stickstoffdioxidkonzentrationen. Das Jahr 2006 bildete dabei eine Ausnahme mit seinen besonders ausgeprägten und wiederholt auftretenden Inversionslagen⁴ von Januar bis März, welche schweizweit zu erhöhten Schadstoffbelastungen führten.

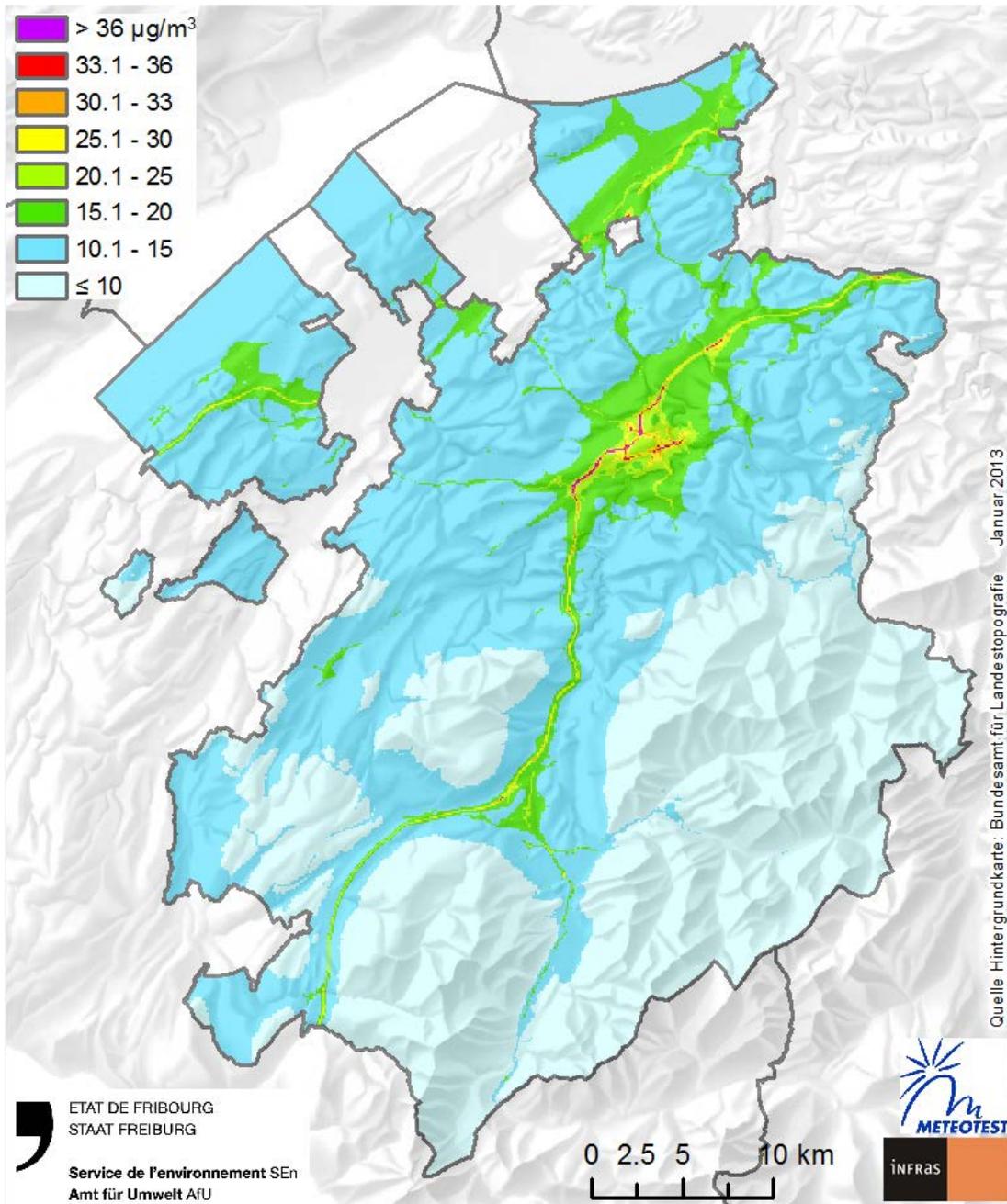
Ab 2007 steigen die Stickstoffdioxidkonzentrationen bis 2010 wieder leicht an um dann für 2011 und 2012 umso deutlicher wieder zu fallen. Diese Änderungen sind wohl zu einem grossen Teil eher wetterbedingt (2011 und 2012 waren meteorologisch gesehen speziell warme und sonnenreiche Jahre). Dahinter könnte sich aber auch eine Entwicklung des Schadstoffausstosses verbergen, die aber im Rahmen der bisherigen Messungen nicht nachgewiesen werden kann.

⁴ Üblicherweise nimmt die Lufttemperatur mit zunehmender Höhe über Meer ab, in bestimmten Fällen kann man aber eine sogenannte Temperaturinversion beobachten. Während solchen Wetterlagen trifft man in der Höhe, im Vergleich zur bodennahen Luft, auf eine wärmere Luftschicht. Durch diese Temperaturumkehr wird der vertikale Austausch der Luft stark vermindert. Die in Bodennähe ausgestossenen Schadstoffe bleiben gefangen unter dieser Inversionsschicht, die somit wie ein Deckel wirkt. Solche Inversionslagen haben verschiedene meteorologische Gründe und treten unterschiedlich häufig und ausgeprägt während den Wintermonaten auf. Sie sind ein Grund, dass im Jahresverlauf die höchsten Konzentrationen von Luftschadstoffen während der Wintermonate gemessen werden.



2.7. Schlussfolgerung

Für weite Gebiete des Kantons Freiburg, die nicht unter dem direkten Einfluss von Strassen oder Industrieanlagen stehen, wird der Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid eingehalten. Im Gegensatz dazu liegen die Immissionen in den regionalen Zentren und der Agglomeration Freiburg an Standorten, die unter hohen Verkehrsmengen und ungünstigen Ausbreitungsbedingungen leiden, über dem Grenzwert.



4. Übersicht über alle Messungen seit 1997

Ortschaft	Strasse, Ortsbezeichnung	x-Koordinate	y-Koordinate	Höhe ü. M. [m]	Standortcharakteristik ⁵			Jahresmittelwert von NO ₂ [µg/m ³]															
					Standort	Verkehr	Bebauung	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Bulle	Grand-Rue	570'790	163'105	769	2	B	c	42	41	38	36	36		35	35	35	37	31		32	29	26	28
Bulle	Pl. du Tilleul	570'810	163'020	770	2	B	b	27	27	28	27	27	24	24		24							
Bulle	Rue Condémine	570'986	163'242	755	2	B	c	40	43	43	45	48	42	44	43	44	47	48	51	50	40	36	35
Bulle	Rue de Vevey	570'690	162'915	770	2	B	c		35		32		33		32		35				29	25	27
La Tour-de-Trême	Rue de l'Ancien Comté 37	571'395	162'055	744	2	C	c			39	39	38		42		43	45	43	46	48	38	35	30
Bulle	H 189 Planchy																				24	23	28
Bulle	H 189 Pâla																				22	20	22
Châtel-St-Denis	Grand-Rue 41	558'805	153'090	815	2	B	d	41	42	40	40	38	35	35		35	39	37	38	37	38	33	35
Düdingen	Hauptstrasse 30	581'024	188'622	585	2	B	c			35	34	33	32	35		33	36	32	33	36	36	31	32
Estavayer-le-Lac	Pl. des Bastians	554'840	188'780	448	2	B	c	33	32	31	31	29	27	30		30	30	28	29	29	29	27	27
Fribourg	Av. du Midi	577'855	183'350	631	1	B	c			37	35	34		33	31	33	34	32	33	33	34	30	32

⁵ Erklärungen zur Standortcharakteristik sind am Ende dieses Kapitels zu finden.

Ortschaft	Strasse, Ortsbezeichnung	x-Koordinate	y-Koordinate	Höhe ü. M. [m]	Standortcharakteristik ⁶			Jahresmittelwert von NO ₂ [µg/m ³]															
					Standort	Verkehr	Bebauung	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fribourg	Av. L. Weck-Reynold	578'049	183'976	640	1	B	c		40		38		36		38		42		45				
Fribourg	Pl. de la Gare	578'104	183'607	625	1	B	c			41	38	37	35	35	32	35	36	35	37	39	37	31	32
Fribourg	Rte Albert-Gockel	578'317	182'594	640	5	B	c	25	24	22	21	21	20	21	20	20	21	18	19	18	19	17	17
Fribourg	Rte de Villars	577'372	183'312	659	1	C	c			46	45	44	43	45		43	44	41	44	45	44	40	39
Fribourg	Rue de Chante-merle	577'125	184'540	645	2	C	b	41		39		38		37		38		38	41	40	39		37
Fribourg	Rue du Pont-Suspendu	579'060	183'889	580	1	C	d	44		40		40		39		38		36		37		32	
Givisiez	Rte d'Alcantara	576'306	184'275	655	2	C	b									31	29	30	32	33	29	32	
Givisiez	Rte de Belfaux	576'430	184'916	621	2	B	b	37	39	38	39	35	35	36		34	37	34	37	39	40	37	40
Granges-Paccot	Rte de Morat	578'195	185'480	600	2	B	b								28	30	32	29	30	29		26	27
Granges-Paccot	Rte des Grives	578'080	185'529	600	6	A	b			22	21	21	20	22		21							
Kerzers	Burgstatt	581'503	202'684	450	2	B	c			31	30	29	34	33		30	32	32	33	34	34	30	31

⁶ Erklärungen zur Standortcharakteristik sind am Ende dieses Kapitels zu finden.

Ortschaft	Strasse, Ortsbezeichnung	x-Koordinate	y-Koordinate	Höhe ü. M. [m]	Standortcharakteristik ⁷			Jahresmittelwert von NO ₂ [µg/m ³]															
					Standort	Verkehr	Bebauung	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Misery	Le Haut du Mont	571'914	189'481	607	7	A	a	13	11	11	10	10		11	11	10	10	9	10	9	10	10	9
Murten	Hauptgasse 53-55	575'597	197'599	453	2	B	d			29	28	27	28	28		27	28	26	27	27	27	25	26
Murten	Ober Prehl	576'330	196'505	483	3	B	a				20	21	21	23	22	22							
Murten	Oberes Neugut	576'105	196'526	470	7	A	b			16	15	15	16	17	16	16	17						
Romont	Grand-Rue	560'157	171'798	755	2	B	c			23	23	22	20	22		21	23	21	21	21	22	20	21
Villars-sur-Glâne	Cormanon-Centre	577'760	182'487	685	2	B	b										30	32	32	33	28	31	
Villars-sur-Glâne	Rte de Cormanon	577'002	182'421	677	2	B	c			48	48	47		47	46	49	58	54	59	62	60	35	50
Villars-sur-Glâne	Rte de Villars-Vert 4	576'373	183'137	700	6	A	b			27	27	26	25	27		26	27	25		26	27	24	24
Vuisternens-en-Ogoz	Au lieu dit Le Chapy	569'708	173'324	850	7	A	a		8	9	8	8	8	9	8	7	8	7	7	6	8	7	7

⁷ Erklärungen zur Standortcharakteristik sind am Ende dieses Kapitels zu finden.

Erklärungen zur Standortcharakteristik der Messorte

Gemäss den „Empfehlungen zur Immissionsmessung von Luftfremdstoffen“ vom 1. Januar 2004 vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heutiges Bundesamt für Umwelt).

Standorttypen

	<i>Standortcharakterisierung</i>	<i>Grössenordnung der Einwohnerzahl</i>
1	Stadt – strassennah	> 25'000
2	Agglomeration – strassennah	5'000 – 25'0000
3	ländlich – strassennah	0 – 5'000
4	Industriezone	
5	Stadt – Hintergrund	> 25'000
6	Agglomeration – Hintergrund	5'000 – 25'0000
7	ländlich, unterhalb 1000 m.ü.M. # – Hintergrund	0 – 5'000
8	ländlich, oberhalb 1000 m.ü.M. # – Hintergrund	0 – 5'000
9	Hochgebirge	

Inversionshöhe

Dabei bedeutet:

strassennah: Strassen als Hauptemissionsquelle
 Industriezone: Industrieanlagen als Hauptemissionsquelle
 Hintergrund: weder durch Strassen noch durch Industrieanlagen dominierte Immissionssituation

Die Verkehrsbelastung und die Bebauung beim Messstandort werden zusätzlich in folgende Klassen eingeteilt:

Verkehrsbelastung

	<i>Verkehrsbelastung</i>	<i>DTV (durchschnittlicher täglicher Verkehr)</i>
A	gering	< 5'000
B	mittel	5'000 – 20'000
C	hoch	20'001 – 50'000
D	sehr hoch	> 50'000

Bebauung

a	Keine
b	Offen
c	Einseitig offen
d	Geschlossen

5. Anhang: Korrektur der Passivsammlerresultate

Korrekturfunktion: $C' = M * C + B$

C': korrigierte NO₂-Konzentration in µg/m³ (Jahresmittelwert)

C: unkorrigierte NO₂-Konzentration in µg/m³

M und B: Korrekturparameter

Jahr	M	B [µg/m ³]
2009	1.008	-1.8
2010	0.979	-0.7
2011	0.861	0.0
2012	0.914	-0.3

Verdankung

Wir möchten die Publikation des vorliegenden Messberichtes nutzen, um all denjenigen, die uns bei der Überwachung der Luftqualität des Kantons Freiburg unterstützen, unseren Dank auszusprechen. Wir danken im Besonderen den Gemeindebehörden für ihre aktive Unterstützung und ihr Verständnis, aber auch den vielen Personen, die mit ihrer Mitarbeit im Feld beim eigentlichen Messvorgang einen unentbehrlichen Beitrag zur Realisierung der Luftschadstoffüberwachung leisten.

Projektleitung

—

Amt für Umwelt AfU
Sektion Luftreinhaltung

SEn AfU | 2013 | BS

Auskünfte

—

Amt für Umwelt AfU
Sektion Luftreinhaltung

Route de la Fonderie 2, 1701 Freiburg

T +26 305 37 60, F +26 305 10 02
sen@fr.ch, www.fr.ch/sen

<http://www.fr.ch/sen/de/pub/luft/stickstoffdioxid.htm>

Juli 2013