



# Stadt Luzern

Umweltschutz

## Die Luftqualität in der Stadt Luzern 2009



# Inhalt

<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2. Beurteilung der Luftqualität in der Stadt Luzern für das Jahr 2009</b>	<b>4</b>
2.1 Allgemeine Informationen	4
2.2 Charakterisierung des Wettergeschehens im Jahre 2009	4
2.3 Beurteilung der Messresultate 2009	5
<b>3. Entwicklung der Luftqualität in der Stadt Luzern</b>	<b>6</b>
3.1 Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	6
3.2 Ozon (O <sub>3</sub> )	6
3.3 Feinstaub (PM10)	7
<b>4. Standorte der Messungen</b>	<b>8</b>
<b>5. Detaillierte Messresultate der Monitoring-Stationen für das Jahr 2009</b>	<b>9</b>
<b>6. Detaillierte Messresultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler für das Jahr 2009</b>	<b>10</b>
<b>7. Messresultate der Monitoring-Stationen seit 2000</b>	<b>11</b>
<b>8. Messresultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler seit 1989</b>	<b>13</b>
<b>9. Beilagen: Grafiken Messresultate / BAFU Auswertungen</b>	<b>14</b>

# 1. Einleitung

Die Kantone der Zentralschweiz und der Kanton Aargau betreiben gemeinsam das interkantonale Luftmessnetz «in-LUFT». Die Messresultate werden in einem Flyer und in einem Bericht mit den detaillierten Messdaten dokumentiert. Die Flyer, die detaillierten Berichte und sämtliche Messdaten können auf dem Internet unter [www.in-luft.ch](http://www.in-luft.ch) eingesehen werden.

Der vorliegende Bericht ist eine Ergänzung zur periodischen Berichterstattung von «in-LUFT». Er dokumentiert die lufthygienische Situation in der Stadt Luzern, enthält zusätzliche Auswertungen der Messdaten und liefert aktuelle Interpretationen.

Von besonderem Interesse sind die Ergebnisse der permanent messenden Stationen an der Museggstrasse und auf dem Sedel (Gemeindegebiet Ebikon). Daneben wurde im Jahre 2009 auf Stadtgebiet zusätzlich an 7 Standorten Stickstoffdioxid mittels Passivsammlern gemessen. Mit Passivsammlern kann die Entwicklung der Stickstoffdioxid-Belastung mit bescheidenem finanziellem Aufwand auf der Basis von Jahresmittelwerten verfolgt und beurteilt werden.

Alle Messungen stützen sich auf das Schweizerische Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983 und die am 16. Dezember 1985 vom Bundesrat erlassene Luftreinhalte-Verordnung (LRV). Mit dem Ziel, Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume sowie den Boden vor schädlichen oder lästigen Luftverunreinigungen zu schützen, sind in der LRV Immissionsgrenzwerte festgelegt. Sie regeln die minimalen Anforderungen an die Luftqualität. Die Immissionsgrenzwerte müssten seit dem 1. März 1994 eingehalten werden. Trotz erheblicher Fortschritte konnte diese Zielsetzung auch in der Stadt Luzern nicht erreicht werden und bei einigen Schadstoffen treten auch heute noch zum Teil massive Grenzwertüberschreitungen auf.

Die politischen Behörden der Stadt Luzern wollen die Luftbelastung weiter senken und haben sich für eine aktive Luftreinhalte- und Klimapolitik ausgesprochen. So hat der Stadtrat am 10. September 2008 einen 24 Massnahmen umfassenden «Aktionsplan Luftreinhalte und Klimaschutz» beschlossen, der die Luftqualität in den nächsten Jahren merklich verbessern soll.

Weitere Auskünfte zu Fragen der Luftqualität in der Stadt Luzern erhalten Sie beim Herausgeber dieses Berichtes (Stadt Luzern, Umweltschutz, Sälistrasse 24, CH-6002 Luzern) oder über die Homepage [www.stadtluzern.ch](http://www.stadtluzern.ch).

## **2. Beurteilung der Luftqualität in der Stadt Luzern für das Jahr 2009**

### **2.1. Allgemeine Informationen**

Von zentraler Bedeutung für die Luftqualität sind einerseits die grossräumigen Hintergrund-Immissionen und andererseits die lokalen Emissionen von Haushalten, Industrie, Gewerbe und Verkehr. Im dicht besiedelten Gebiet der Stadt Luzern versorgen mehr als 5 500 Öl- und Gasfeuerungen rund 58 000 Einwohnerinnen und Einwohner sowie 53 000 Beschäftigte mit Wärme. Täglich fahren 88 500 Fahrzeuge auf der Autobahn A2 durch den Reussport-Tunnel und 39 000 Fahrzeuge über die Seebrücke im Zentrum der Stadt. Auch die Bautätigkeit hat lokal Auswirkungen auf die Belastung der Luft mit unerwünschten Schadstoffen.

Die Witterungsverhältnisse bestimmen die Verdünnung der Luftschadstoffe und die Bildung von Sekundärschadstoffen in der Atmosphäre. Lang andauernde, aussergewöhnliche Wetterlagen können deshalb grosse Schwankungen der Luftbelastung von Jahr zu Jahr bewirken. Lokal haben auch die Topographie und die Art der Überbauung einen Einfluss auf die Luftqualität. Enge Strassen flankiert von hohen Gebäuden, die quer zu den vorherrschenden Windrichtungen laufen, behindern die Verdünnung der Luftschadstoffe und führen zu hohen Schadstoffkonzentrationen.

### **2.2. Charakterisierung des Wettergeschehens im Jahre 2009**

Da das Wettergeschehen einen grossen Einfluss auf die Entwicklung der Schadstoffbelastung hat, lohnt sich ein Blick auf die Wetterkarten des Jahres 2009. Typisch für den Jahresbeginn waren zwei Sturmereignisse am 23. Januar und am 10. Februar sowie eine geschlossene Schneedecke im Flachland bis Ende Februar. Die Tagestemperaturen lagen Anfang Januar und Mitte Februar rund 4 °C unter dem langjährigen Mittel von 1961 bis 1990. Auf den langen Winter folgte eine ausgeprägte Wärmeperiode mit anhaltend hohen Temperaturen die insbesondere in den Monaten April und Mai zu Wärmeüberschüssen von rund 4 °C führten. Mit der grossen Wärme einher ging eine ausgeprägte Trockenheit. Der Sommer 2009 war geprägt durch wechselhaftes Wetter und häufige Temperaturschwankungen. Auf sommerlich warme Tage folgten sofort wieder Störungsdurchgänge mit markanten Abkühlungen. In den Monaten Juni und Juli war es nass und an 13 Tagen wurden Niederschlagsmengen von über 10 mm/Tag registriert. Dauerhaftes Sommerwetter setzte sich erst im August durch. Die heisseste Phase des Jahres erstreckte sich vom 12. bis am 21. August. Gesamtschweizerisch war der August der drittwärmste seit Messbeginn 1864. Spätsommer und Herbst waren geprägt durch ein deutliches Niederschlagsdefizit. In Luzern fiel im September während drei Wochen kein Regen. Die Trockenheit ging einher mit milden Temperaturen. Auf den warmen Herbst folgte ein rasanter Wintereinzug mit sehr tiefen Temperaturen Mitte Dezember. Bereits Anfangs Dezember gab es im Flachland eine Schneedecke. Insgesamt wurde 2009 ein Wärmeüberschuss von 1.3 °C gegenüber dem langjährigen Mittel (1961 – 1990) registriert.

### 2.3. Beurteilung der Messresultate 2009

Im Berichtsjahr bewegte sich die Stickstoffdioxidbelastung leicht über dem Niveau des Vorjahres. Im dicht besiedelten Gebiet und entlang des Hauptverkehrsnetzes lag der Jahresmittelwert über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bei der Messstation Ebikon, Sedel betrug er  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bei der Station Museggstrasse  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die höchsten gemessenen Tagesmittelwerte lagen mit  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ebikon, Sedel) und  $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Museggstrasse) unter dem Grenzwert von  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Erwartungsgemäss war die Belastung in den Wintermonaten mehr als doppelt so hoch wie in den Sommermonaten.

Die Ozonbelastung im Sommer 2009 lag über den Werten des Vorjahres. Besonders deutlich ist dieser Anstieg beim maximalen Stundenmittelwert. Bei der Station Museggstrasse lag der Wert mit  $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$  um 12 % höher als im Jahre 2008. Auf dem Sedel erreichte der Maximalwert  $179 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und lag 11 % über dem Wert des Vorjahres. Diese Entwicklung lässt sich mit den besseren Wetterbedingungen im Frühjahr und insbesondere im Spätsommer erklären. Bei beiden Messstation wurde der höchste Stundenmittelwert des Jahres im Monat August registriert. Hohe Spitzenwerte der Ozonbelastung entstehen bei starker Sonneneinstrahlung und hohen Temperaturen. Die Anzahl Stunden mit Überschreitungen des gültigen Grenzwertes von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lag bei der Messstation Sedel über (198 Stunden, Vorjahr 178) und bei der Messstation Museggstrasse unter dem Wert des Vorjahres (50 Stunden, Vorjahr 64). Die Ozonbelastung im ganzen Stadtgebiet bewegte sich deutlich über den zulässigen Werten der Luftreinhalte-Verordnung.

Die Feinstaub (PM<sub>10</sub>)-Konzentration gilt seit einigen Jahren als wichtiger Indikator für die gesundheitliche Beurteilung der Luftqualität. Im Siedlungsgebiet von Luzern wurden im Berichtsjahr alle relevanten Grenzwerte der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung überschritten. Bei der Station Ebikon, Sedel lag das Jahresmittel ( $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) über dem Grenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bei der Station Museggstrasse wurde ein Jahresmittelwert von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registriert. Beide Messstationen registrierten 2009 für PM<sub>10</sub> höhere Jahresmittelwerte als im Vorjahr. Die höchsten Tagesmittelwerte für Feinstaub PM<sub>10</sub> lagen mit  $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Museggstrasse) und  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ebikon, Sedel) deutlich über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Gegenüber dem Vorjahr wurden bei der Station Museggstrasse leicht höhere maximale Tagesmittelwerte registriert beim Sedel leicht tiefere. An der Museggstrasse wurde der Tagesgrenzwert im 2009 18-mal (Vorjahr 19-mal), bei der Station Ebikon, Sedel 11-mal (Vorjahr 15-mal) überschritten. Zulässig ist eine Überschreitung pro Jahr. Feinstaub wird zum Teil direkt als solcher emittiert oder aus Vorläufersubstanzen erst in der Atmosphäre gebildet. Staubteilchen, die sich erst in der Atmosphäre aus Vorläufergasen (v. a. Schwefeldioxid, Stickoxide, Ammoniak und Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe) bilden, werden als sekundäre Staubpartikel bezeichnet.

## 3. Entwicklung der Luftqualität in der Stadt Luzern

### 3.1. Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Wie bereits in den vorangehenden Ausführungen dargestellt, ist eine grosse Anzahl von Faktoren für die Entwicklung der Luftqualität verantwortlich. Ein Blick auf die Langzeitgrafik der Passivsammler zeigt, dass sich in den letzten 10 Jahren die Jahresmittelwerte von Stickstoffdioxid in einer Bandbreite von  $\pm 5\%$  bis  $\pm 14\%$  bewegten. Leider hat sich der Trend der 90-iger Jahre, als eine starke Reduktion der Stickstoffdioxid-Belastung beobachtet werden konnte, in den letzten 10 Jahren nicht mehr im gleichen Umfang fortgesetzt. Die lokalen Emissionen und die Hintergrundbelastung haben sich in diesem Zeitraum nicht mehr wesentlich verringert. Ausgenommen sind Standorte, deren Umgebung oder Emissionssituation sich in den vergangenen 10 Jahren stark verändert hat, zum Beispiel der Standort Tribschen (VBL).

Im Berichtsjahr wurden im Vergleich mit 2008 an allen Passivsammler-Standorten, im Vergleich mit 2007 an den meisten Passivsammler-Standorten leicht höhere Werte registriert. Sie waren aber weniger hoch als im ausserordentlichen Jahr 2006. Damals führten überdurchschnittlich viele und lang andauernde austauscharme Wetterlagen (sogenannte Inversionslagen) zu einer deutlich erhöhten Belastung.

Die höchste Belastung mit Stickstoffdioxid wurde in den letzten 10 Jahren am Bahnhofplatz in Luzern gemessen. Die Jahresmittelwerte lagen mehr als 50 % höher als an den übrigen Messstandorten. Der Jahresmittelwert 2009 lag 70 % über dem gültigen Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung. Die Schadstoffsituation am Bahnhofplatz ist geprägt durch bedeutende Verkehrsemissionen. Die Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung am Bahnhofplatz unterscheidet sich stark von der Entwicklung an anderen Standorten der Stadt Luzern.

Für die beiden Stationen, die zeitlich hochaufgelöste Messdaten liefern (Museggstrasse und Ebikon, Sedel), ist auch eine Aussage über kurzfristige Stickstoffdioxid-Belastungen möglich. Eine wichtige Grösse ist der Tagesmittelwert, der gemäss der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung während eines Jahres maximal einmal den Wert von  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschreiten darf. Bei der Messstation Museggstrasse wurden in den Jahren 1999 und 2003 Messwerte über  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  registriert. Die maximalen Tagesmittelwerte der übrigen Jahre lagen unterhalb des gültigen Grenzwertes. Die in Ebikon, Sedel gemessenen Jahresmittelwerte waren in den letzten 10 Jahren immer rund 20 bis 30 % tiefer als an der Museggstrasse und erreichten den Grenzwert nicht.

In den letzten Jahren hat sich das Verhältnis von Stickstoffdioxid zu Stickstoffmonoxid bei fast allen Messstationen zu Gunsten von Stickstoffdioxid verändert. Experten gehen davon aus, dass technische Veränderungen bei den Motoren und die Zunahme von Dieselmotoren bei den leichten Motorwagen für diese ungünstige Entwicklung verantwortlich sind.

### 3.2. Ozon (O<sub>3</sub>)

Die Zahl der Ozon-Stundenmittel über dem Grenzwert von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  waren starken jährlichen Schwankungen unterworfen. Im Hitzesommer 2003 wurde der Stundenmittel-Grenzwert siebenmal häufiger überschritten als im Sommer 2009. Verantwortlich dafür sind die unterschiedlichen Wetterbedingungen von Jahr zu Jahr. Längere Schönwetterperioden ohne Gewitter im Sommer führen während des Tages zu hohen Ozonwerten mit Überschreitungen des Stundenmittel-Grenzwertes von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Die höchsten Ozon-Stundenmittelwerte hingegen zeigten nur relativ kleine Schwankungen von Jahr zu Jahr. Erwartungsgemäss waren die Spitzenbelastungen mit einer Ausnahme (2002) bei der Messstation Sedel höher als bei der Museggstrasse. Die maximalen Werte bewegten sich bei der Station Sedel zwischen 162 und 225  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bei der Station Museggstrasse lagen die Werte zwischen 147 und 210  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Der kritische Ozon-Schwellenwert AOT 40<sup>1</sup> für Wald wurde bei der Station Ebikon, Sedel in den letzten 10 Jahren jährlich zwischen 14 % und 170 % überschritten. Bei der Station Museggstrasse wurde der Schwellenwert nur in den Jahren 2003 und 2006 überschritten, um 65 % respektive 11 %.

Die Häufigkeit und die Höhe kurzfristiger Belastungsspitzen haben in den letzten 10 Jahren abgenommen, liegen aber noch immer deutlich über den Grenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung. Dagegen zeigen die Jahresmittelwerte der Ozon-Belastung keinen eindeutigen Trend.

### 3.3 Feinstaub (PM10)

Die Belastung der Luzerner Luft mit Feinstaub (PM10) lag in den letzten 10 Jahren immer über den gültigen Grenzwerten. Die Unterschiede zwischen den kontinuierlich messenden Stationen Ebikon, Sedel und Museggstrasse sind klein. Bei der Museggstrasse bewegten sich die Jahresmittelwerte zwischen 21 und 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der höchste Wert wurde im Jahre 2006 registriert, der tiefste im Jahre 2004. Auf dem Sedel lagen die Jahresmittelwerte für PM10 zwischen 20 und 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Maximalwert wurde hier im Jahre 2003 gemessen, der Minimalwert im Jahre 2008.

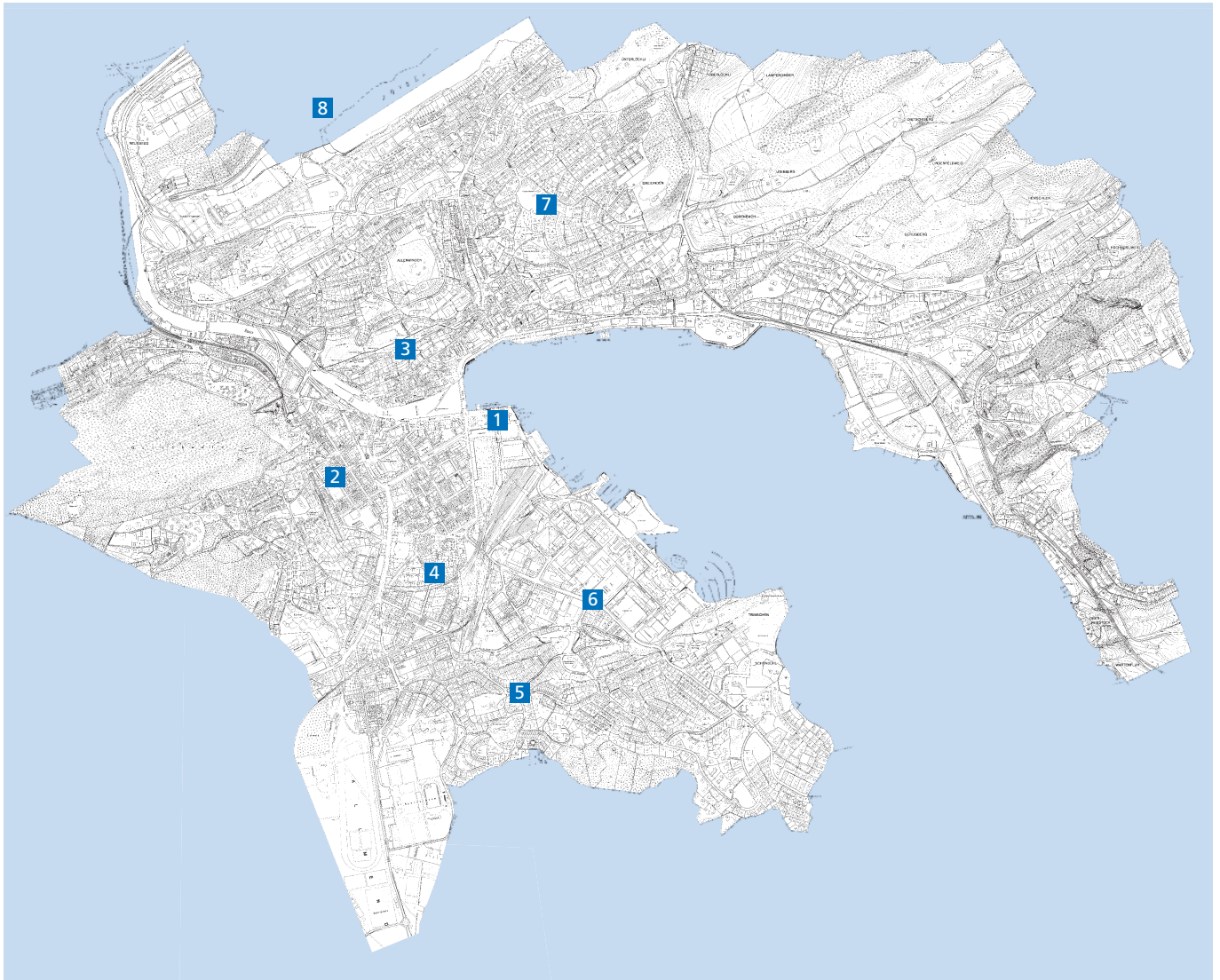
Die höchsten Tagesmittelwerte sind stark abhängig von der Länge der austauscharmen Wetterlagen und der Höhe des Inversionsniveaus über Grund. Es ist deshalb verständlich, dass die höchsten Tagesmittelwerte eines Jahres starken Schwankungen unterworfen sind. Die höchsten Werte wurden an beiden Messstationen im Jahre 2006, das Jahr mit extremen Inversionslagen in der Zentralschweiz, gemessen. In Ebikon, Sedel lag der höchste Tagesmittelwert in diesem Jahr bei 161  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der Museggstrasse sogar bei 165  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Grenzwert für den Tagesmittelwert beträgt 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Die Anzahl Tage mit Überschreitung des PM10 Tagesmittel-Grenzwertes schwankte an der Museggstrasse in den letzten 10 Jahren zwischen 10 und 42. Zulässig wäre ein Tag. Der Extremwert von 42 Überschreitungen wurde im Jahre 2006 verzeichnet. Auf dem Sedel schwankte die Anzahl Überschreitungen zwischen 8 und 35. Auch hier wurden im Jahre 2006 die meisten Überschreitungen der letzten 10 Jahre registriert. An der Museggstrasse war 2004 das Jahr mit der geringsten Anzahl von Grenzwert-Überschreitungen. Bei der Station Ebikon, Sedel wurden während der letzten 10 Jahre im 2005 am wenigsten Überschreitungen festgestellt.

---

<sup>1</sup> AOT 40 ist ein Schwellenwert. Bei Belastungen über 10 ppm\*h muss mit Wachstumseinbussen im Wald gerechnet werden.

## 4. Standorte der Messungen



Grafik 1: Messstandorte

Standorte und Überblick Messresultate 2009					
Pos.	Standort	Art der Messung	Jahresmittel NO <sub>2</sub> in µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittel PM10 in µg/m <sup>3</sup>	Max. 1-h Wert Ozon in µg/m <sup>3</sup>
1	Bahnhofplatz	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	51		
2	Kasimir-Pfyffer-Strasse	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	27		
3	Museggstrasse	Monitoring Station	32	25	165
4	Neustadt Bleicherpark	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	31		
5	Sternmatt	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	27		
6	Tribtschen (VBL)	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	24		
7	Wesemlin Kloster	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	21		
8	Ebikon, Sedel	Monitoring Station	25	23	179



## 5. Detaillierte Messresultate der Monitoring-Stationen für das Jahr 2009

Messtation Museggstrasse	Stickstoff- dioxid (NO <sub>2</sub> )	Feinstaub PM10	Ozon (O <sub>3</sub> )				
			Mittelwert µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert µg/m <sup>4</sup>	Mittelwert µg/m <sup>5</sup>	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	maximales Stundenmittel µg/m <sup>3</sup>
<b>2009</b>							
Januar	44.2	45.7	14.8	0	78	56	
Februar	44.4	32.2	23.9	0	78	71	
März	33.9	22.2	42.0	0	96	86	
April	28.6	30.5	57.0	3	129	115	
Mai	26.2	27.3	55.9	3	125	111	
Juni	22.8	18.5	63.0	7	126	117	
Juli	22.8	17.4	56.5	7	153	115	
August	24.1	18.9	58.9	29	165	130	
September	27.2	24.9	35.3	1	124	89	
Oktober	30.3	21.2	21.2	0	84	67	
November	33.9	17.6	15.1	0	74	61	
Dezember	40.0	20.9	15.9	0	69	59	
<b>Jahr</b>	<b>31.5</b>	<b>24.7</b>	<b>38.4</b>	<b>50</b>	<b>165</b>		
<b>Grenzwert (LRV)*</b>	<b>30.0</b>	<b>20.0</b>	<b>–</b>	<b>1</b>	<b>120</b>	<b>100</b>	

\* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

Messtation Ebikon, Sedel	Stickstoff- dioxid (NO <sub>2</sub> )	Feinstaub PM10	Ozon (O <sub>3</sub> )			
			Mittelwert µg/m <sup>3</sup>	Mittelwert µg/m <sup>4</sup>	Mittelwert µg/m <sup>5</sup>	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m <sup>3</sup>
<b>2009</b>						
Januar	37.9	40.6	19.6	0	84	69
Februar	36.8	29.9	30.0	0	84	77
März	24.9	19.0	49.1	0	95	90
April	19.9	24.9	62.1	24	128	122
Mai	17.0	19.9	62.7	23	141	125
Juni	14.2	14.9	69.6	51	145	130
Juli	14.8	15.4	63.2	38	164	133
August	17.3	20.9	64.7	59	179	147
September	21.9	26.2	40.2	3	127	104
Oktober	26.5	22.3	25.1	0	103	79
November	29.7	17.6	19.1	0	76	70
Dezember	35.6	21.0	21.2	0	81	70
<b>Jahr</b>	<b>24.6</b>	<b>22.7</b>	<b>44.0</b>	<b>198</b>	<b>179</b>	
<b>Grenzwert LRV*</b>	<b>30.0</b>	<b>20.0</b>	<b>–</b>	<b>1</b>	<b>120</b>	<b>100</b>

\* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

Bei beiden Messstationen wurde der Jahresmittel-Grenzwert für Feinstaub überschritten, bei der Station Museggstrasse zusätzlich jener für Stickstoffdioxid. In den Sommermonaten wurden Überschreitungen des Stundenmittel-Grenzwertes für Ozon registriert (Museggstrasse während 50 Stunden, Sedel während 198 Stunden). Der maximale Stundenmittelwert für Ozon lag mit 165 µg/m<sup>3</sup> respektive 179 µg/m<sup>3</sup> rund 11 % höher als im Vorjahr. Der 98 %-Wert der Halbstundenmittelwerte von Ozon lag an der Museggstrasse während 5 Monaten über dem entsprechenden Grenzwert, in Ebikon, Sedel während 6 Monaten.

## 6. Detaillierte Messresultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler für das Jahr 2009

Periode		Standorte (Resultate in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
von	bis	Kasimir-Pfyffer-Strasse	Museggstrasse	Neustadt Bleicherpark	Bahnhofplatz	Tribtschen (VBL)	Sternmatt	Wesemlin Kloster
08.01.2009	03.02.2009	44	44	42	59	40	43	36
03.02.2009	03.03.2009	38	40	41	56	33	39	29
03.03.2009	31.03.2009	27	29	32	47	23	28	19
31.03.2009	28.04.2009	22	24	27	42	17	21	15
28.04.2009	26.05.2009	22	23	26	48	18	20	15
26.05.2009	24.06.2009	17	22	20	44	13	16	11
24.06.2009	21.07.2009	17	24	21	45	14	16	11
21.07.2009	19.08.2009	18	24	21	49	16	16	12
19.08.2009	16.09.2009	22	26	28	50	18	21	16
16.09.2009	13.10.2009	25	30	33	52	24	25	20
13.10.2009	10.11.2009	29	29	33	52	28	31	23
10.11.2009	09.12.2009	40	39	43	59	39	40	31
09.12.2009	06.01.2010	36	35	38	58	32	38	28
<b>Jahresmittel</b>		<b>27</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>51</b>	<b>24</b>	<b>27</b>	<b>21</b>

Die einzelnen Periodenmittelwerte von Passivsammler-Standorten weisen eine relativ hohe Messunsicherheit auf. Trotzdem liefern sie einen Überblick über die monatlichen Belastungsschwankungen. Die höchsten Stickstoffdioxid-Konzentrationen wurden jeweils während der Wintermonate gemessen und betragen rund das Doppelte von den Messwerten im Sommer. An stark verkehrsbelasteten Standorten, wie zum Beispiel am Bahnhof Luzern, waren die jahreszeitlichen Schwankungen bedeutend kleiner. Der Jahresmittelwert am Standort Bahnhof lag mit  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$  massiv über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (Grenzwert  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Die Belastung an den übrigen Standorten bewegte sich im Bereich des Grenzwertes oder darunter.

## 7. Messresultate der Monitoring-Stationen seit 2000

Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>	Museggstrasse		Ebikon, Sedel	
	Jahresmittel	Tagesmittel max.	Jahresmittel	Tagesmittel max.
Jahr	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
2000	37	75	27	68
2001	35	54	25	51
2002	32	58	26	56
2003	35	83	26	71
2004	33	66	23	70
2005	34	75	27	69
2006	34	70	27	68
2007	32	61	24	55
2008	32	65	25	61
2009	32	77	25	70
<b>Grenzwert LRV*</b>	<b>30</b>	<b>80</b>	<b>30</b>	<b>80</b>

\* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

Seit dem Jahre 2000 ist die Stickstoffdioxid-Belastung an beiden Monitoring Messtandorten leicht gesunken, jedoch weniger stark als in den 90-iger Jahren. Der Rückgang von 2000 bis 2009 war an der Museggstrasse mit 14 % deutlich ausgeprägter als bei der Station Ebikon, Sedel (minus 8 %). Die Entwicklung der Messergebnisse ist stark abhängig vom Wetter in den Wintermonaten. Lang andauernde austauscharme Wetterlagen (sogenannte Inversionslagen) führen zu hohen Stickstoffdioxid-Belastungen. In den Jahren 2005 und 2006 wurden mehr und länger andauernde Inversionslagen als in den Jahren 2007 bis 2009 beobachtet.

Feinstaub PM10	Museggstrasse			Ebikon, Sedel		
	Jahresmittel	Tagesmittel max.	Anz. Tagesmittel	Jahresmittel	Tagesmittel max.	Anz. Tagesmittel
Jahr	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	> 50 µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	> 50 µg/m <sup>3</sup>
2000	24	71	17			
2001	23	89	11	22	79	11
2002	23	102	24	23	88	25
2003	25	135	25	27	124	29
2004	21	82	10	21	85	10
2005	25	70	21	21	67	8
2006	27	165	42	25	161	35
2007	23	77	22	21	80	14
2008	23	78	19	20	109	15
2009	25	87	18	23	80	11
<b>Grenzwert LRV*</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>1</b>

\* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

Die Feinstaubbelastung gilt heute als wichtiger Indikator für die gesundheitlichen Auswirkungen der Luftbelastung. Sämtliche Grenzwerte wurden an beiden Messstationen überschritten. Die Schwankungen der Spitzenbelastungen von Jahr zu Jahr waren sehr gross. Sie sind von der Höhe und Länge der Inversionslagen abhängig. Ein Trend ist bei der Feinstaubbelastung der letzten 10 Jahre nicht feststellbar. Im 2006 führten lang andauernde, starke Inversionen zu den höchsten Belastungen dieser Periode.

Ozon O <sub>3</sub>	Museggstrasse			
	Jahresmittel µg/m <sup>3</sup>	Stundenmittel max. µg/m <sup>3</sup>	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	AOT 40 Wald ppm.h
2000	34	169	107	7.3
2001	36	185	123	7.8
2002	36	210	123	8.1
2003	43	191	353	16.5
2004	38	160	89	7.4
2005	39	180	129	7.9
2006	40	178	209	11.1
2007	38	162	72	6.7
2008	37	147	64	5.9
2009	38	165	50	6.5
<b>Grenzwert LRV*</b>	–	<b>120</b>	<b>1</b>	<b>10.0**</b>

\* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

\*\* Schwellenwert (kein Grenzwert)

Ozon O <sub>3</sub>	Ebikon, Sedel			
	Jahresmittel µg/m <sup>3</sup>	Stundenmittel max. µg/m <sup>3</sup>	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	AOT 40 Wald ppm.h
2000	43	198	351	16.1
2001	44	197	314	14.8
2002	42	206	290	14.0
2003	52	225	722	27.0
2004	45	185	288	14.7
2005	46	197	269	14.0
2006	46	200	369	17.9
2007	46	183	268	13.9
2008	43	162	178	11.8
2009	44	179	198	11.4
<b>Grenzwert LRV*</b>	–	<b>120</b>	<b>1</b>	<b>10.0**</b>

\* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

\*\* Schwellenwert (kein Grenzwert)

Die Ozonbelastung wird einerseits durch die Emissionen der Vorläufersubstanzen Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und flüchtige Organische Verbindungen (VOC), andererseits durch das Wetter beeinflusst. Hohe Spitzenwerte entstehen bei starker Sonneneinstrahlung und hohen Temperaturen. Da der Ausstoss von Vorläufersubstanzen von Jahr zu Jahr nur relativ geringen Schwankungen unterworfen ist, werden die Belastungsschwankungen weitestgehend durch Wetterphänomene bestimmt.

Im Hitzesommer 2003 war die Belastung höher als in den übrigen Jahren der Beobachtungsperiode. An der Museggstrasse war die Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes in diesem Jahr 7-mal höher als im Jahre 2009. Bei der Messstation Ebikon, Sedel wurden im Jahre 2003 3.6-mal mehr Stunden mit Stundenmittelwerten über 120 µg/m<sup>3</sup> registriert als im Jahre 2009.

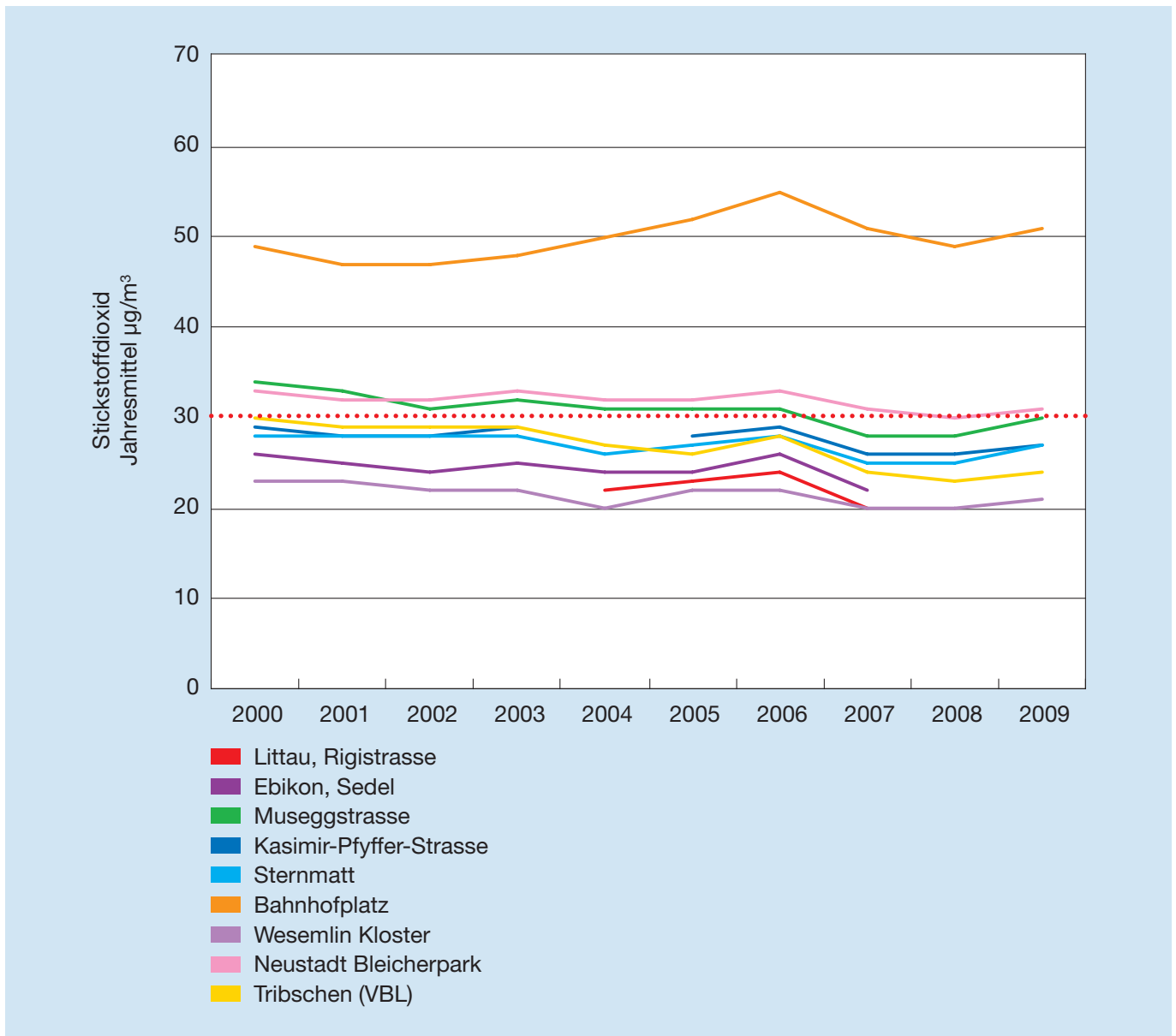
## 8. Messresultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler seit 1989

Jahr	Standorte (Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )								
	Littau, Rigistrasse	Ebikon, Sedel	Museggstrasse	Kasimir-Pfyffer- Strasse	Sternmatt	Bahnhofplatz	Wesemlin Kloster	Neustadt Bleicherpark	Tribtschen (VBL)
1989		38		42	49	52			
1990		36		39	45	56			
1991		34		36	44	61	33		
1992		33		37	41	64	31		
1993		32		35	39	59	30		
1994		31		36	38	62	29		
1995		31		36	39	59	29		
1996		31		34	37	55	28		
1997		31		35	36	57	28		
1998		30		34	37	64	28		
1999		26	35	30	32	51	23	33	31
2000		26	34	29	28	49	23	33	30
2001		25	33	28	28	47	23	32	29
2002		24	31	28	28	47	22	32	29
2003		25	32	29	28	48	22	33	29
2004	22	24	31		26	50	20	32	27
2005	23	24	31	28	27	52	22	32	26
2006	24	26	31	29	28	55	22	33	28
2007	20	22	28	26	25	51	20	31	24
2008			28	26	25	49	20	30	23
2009			30	27	27	51	21	31	24

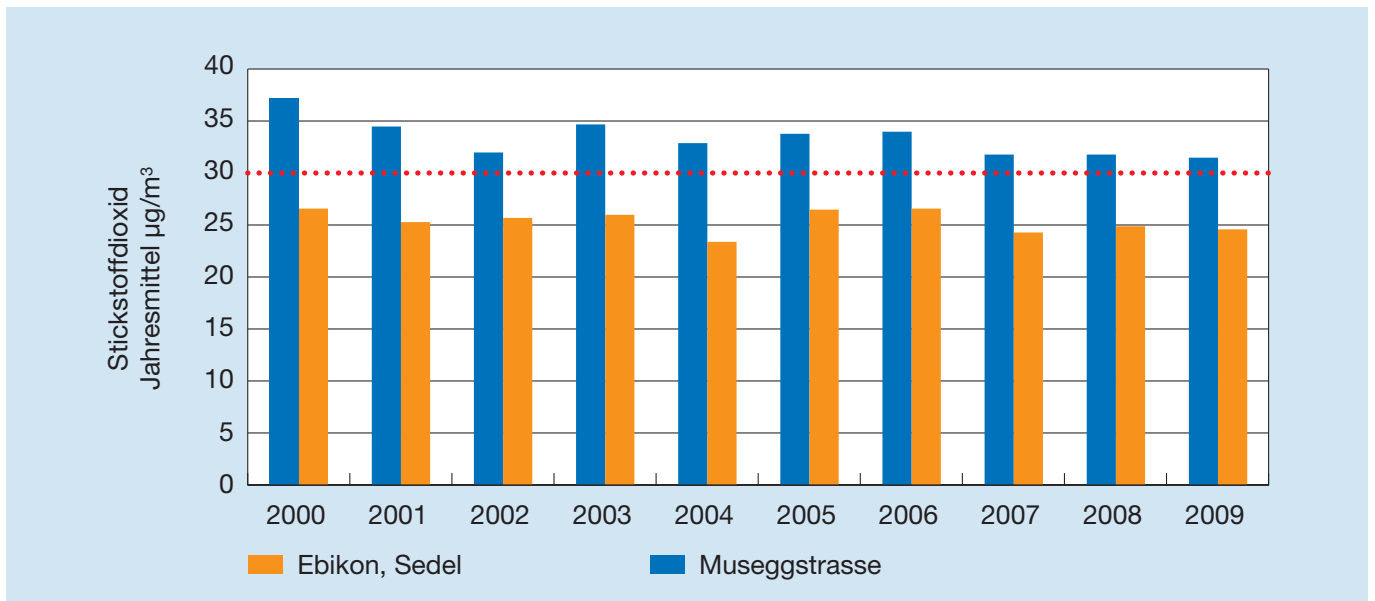
Zeitreihen von 21 Jahren existieren für 3 Messstandorte. Bedeutende Belastungsreduktionen konnten in den 90-iger Jahren beobachtet werden. Die Reduktionen von 1989 bis 2009 lagen für die Standorte Kasimir-Pfyffer-Strasse und Sternmatt bei 36 respektive 45 %. Am Bahnhofplatz, einem Standort mit hohen lokalen Verkehrsemissionen, war die Reduktion der Belastung mit 20 % gegenüber dem höchsten Wert der 90-iger Jahre deutlich geringer. 2009 lagen die Messwerte an den meisten Messstandorten im Grenzwertbereich oder unterhalb des Grenzwertes. Der Standort mit der höchsten Belastung war nach wie vor der Bahnhofplatz mit einem Jahresmittelwert von  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (70 % über dem Grenzwert der Schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung).

Vergleicht man die Messwerte der Passivsammler mit den Resultaten der Monitoring Stationen ist zu beachten, dass beide Messmethoden mit Unsicherheiten von rund  $\pm 10 \%$  für den Jahresmittelwert behaftet sein können. Unter Berücksichtigung dieser Unsicherheiten zeigen beide Messsysteme übereinstimmende Messwerte.

## 9. Beilagen: Grafiken Messresultate / BAFU Auswertungen

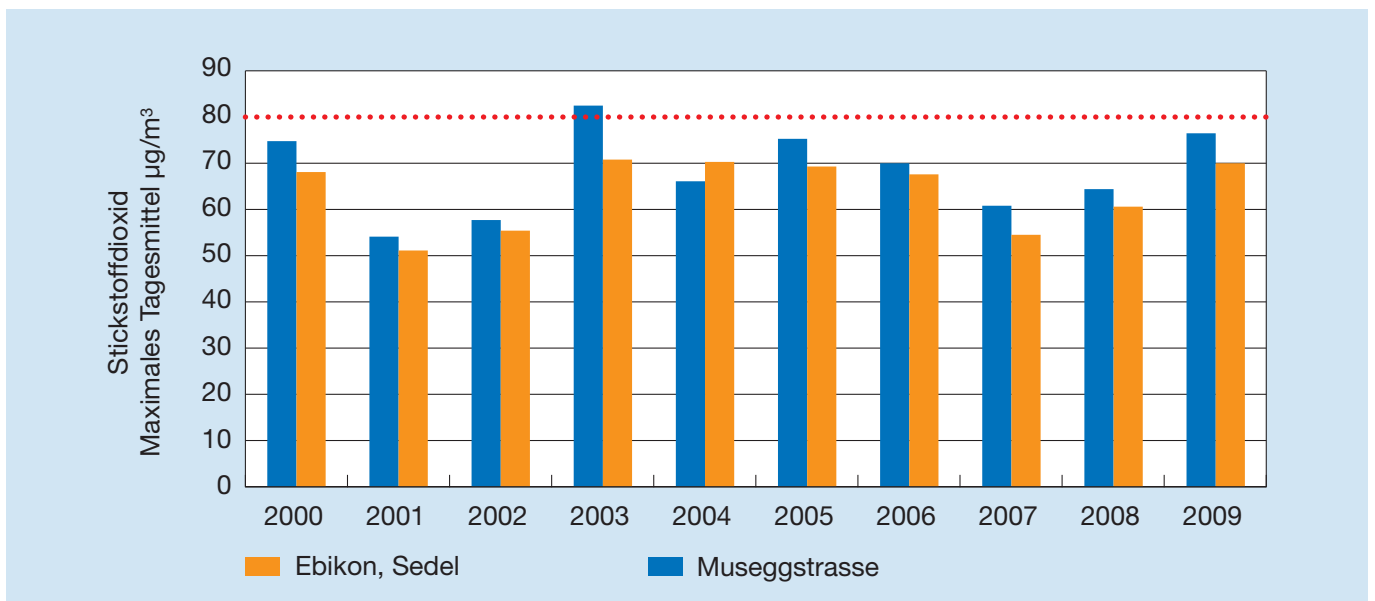


Grafik 2: Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung ( $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte) an verschiedenen Standorten (2000 bis 2009).  
..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



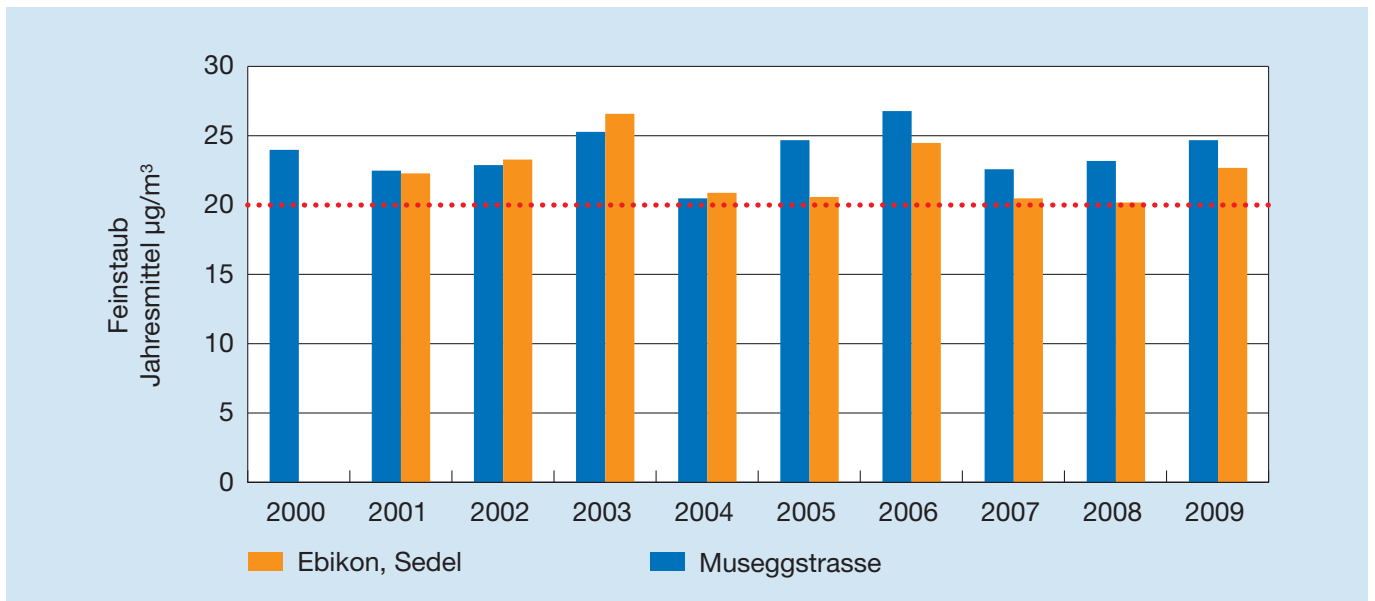
Grafik 3: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidbelastung ( $\text{NO}_2$ ) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (2000 bis 2009)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



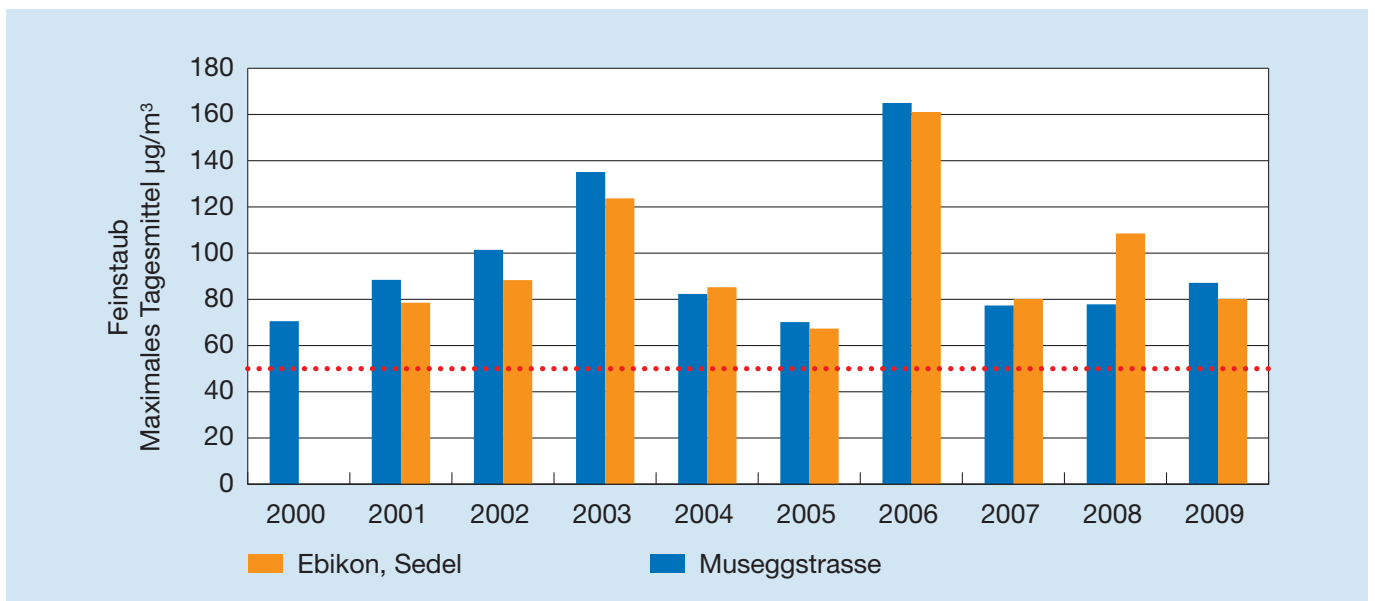
Grafik 4: Maximale Tagesmittelwerte der Stickstoffdioxidbelastung ( $\text{NO}_2$ ) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (2000 bis 2009)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



Grafik 5: Jahresmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (2000 bis 2009)

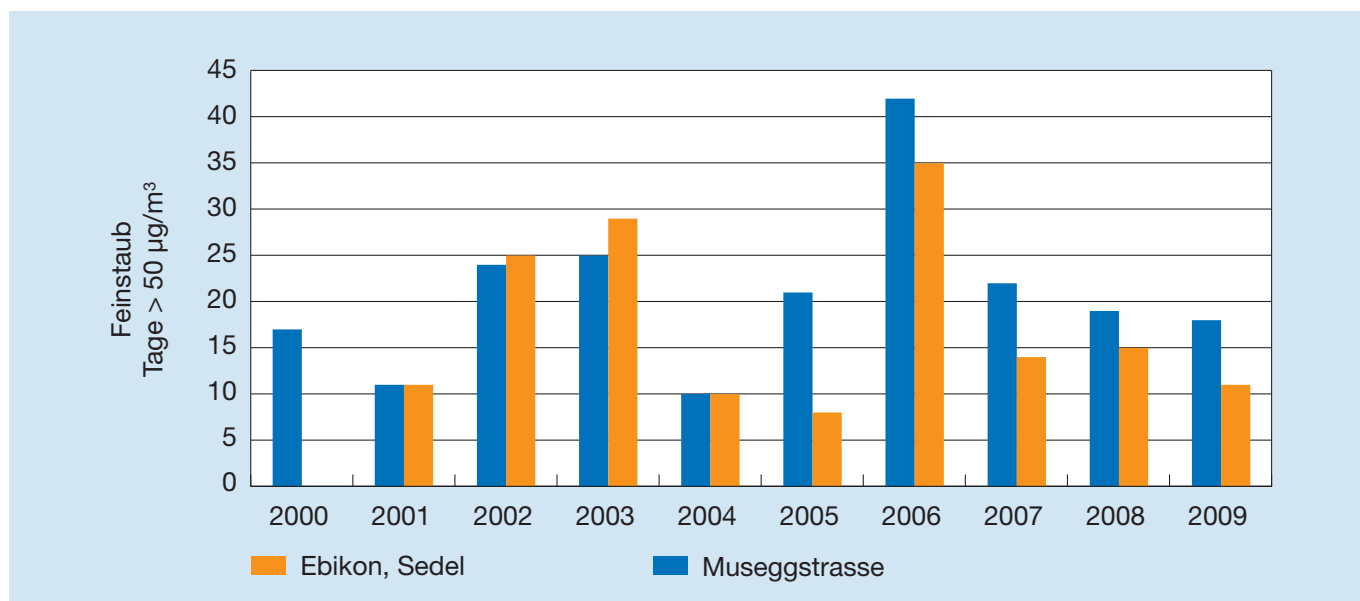
..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



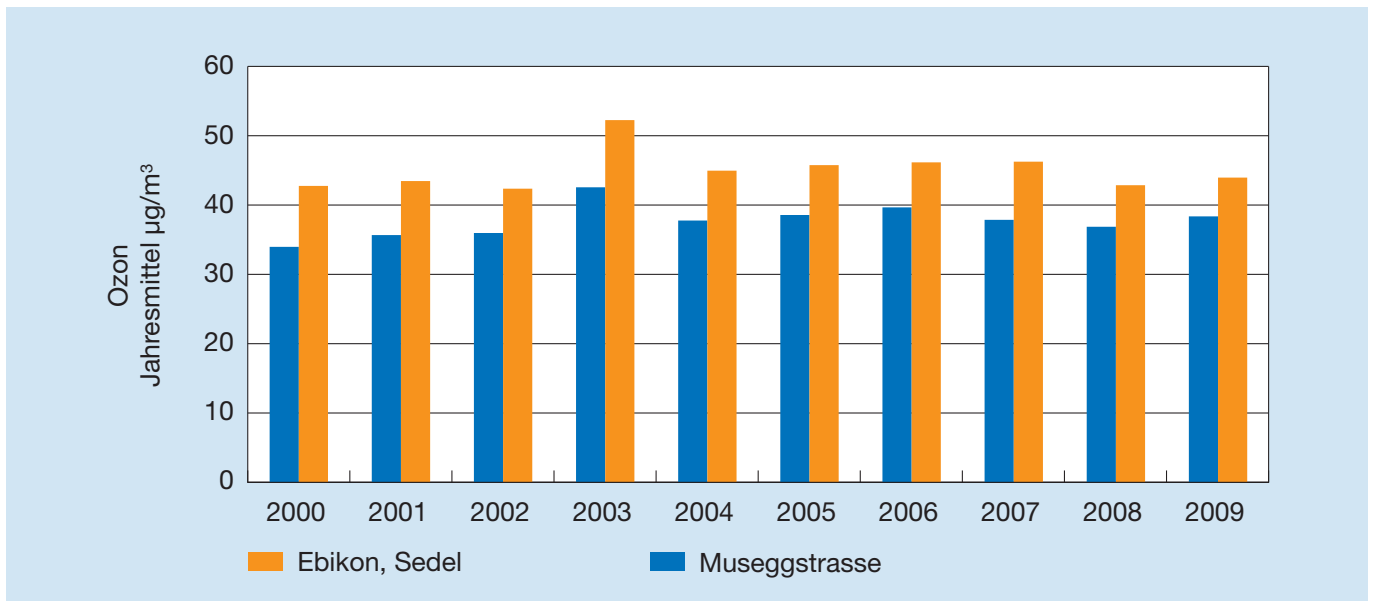
Grafik 6: Maximale Tagesmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (2000 bis 2009)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

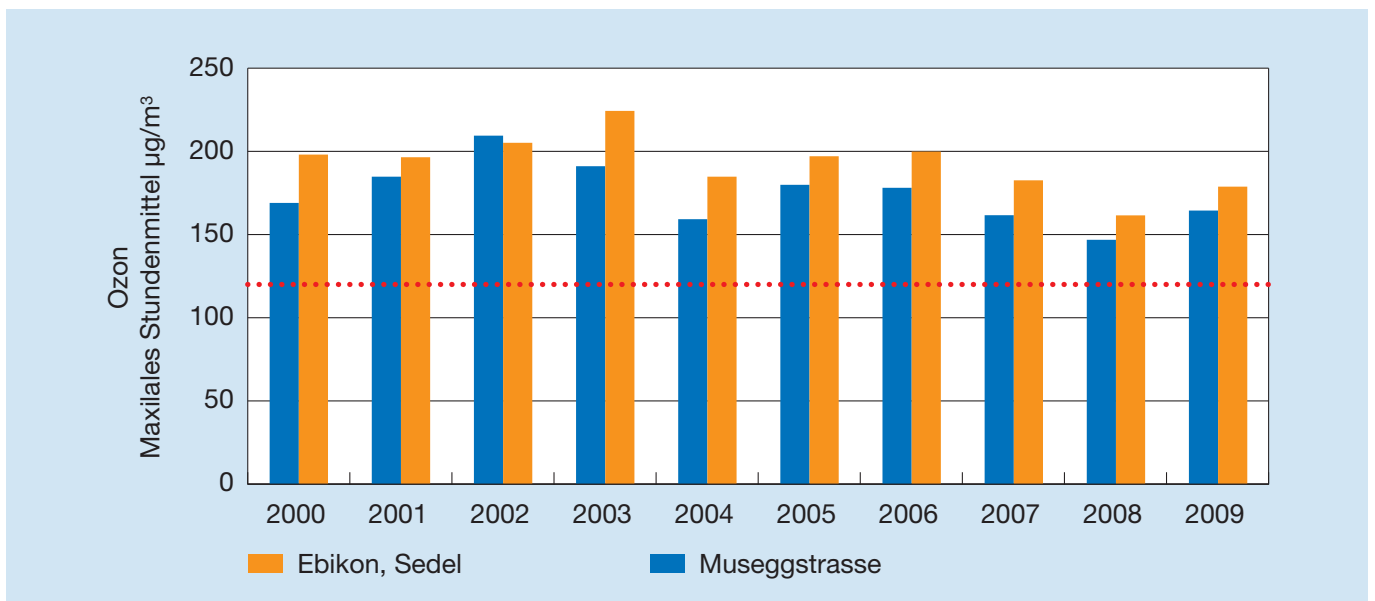




Grafik 7: Anzahl Tage mit Tagesmittelwerten für die Feinstaubbelastung (PM10) über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (2000 bis 2009). Maximal zulässig ist ein Tag.

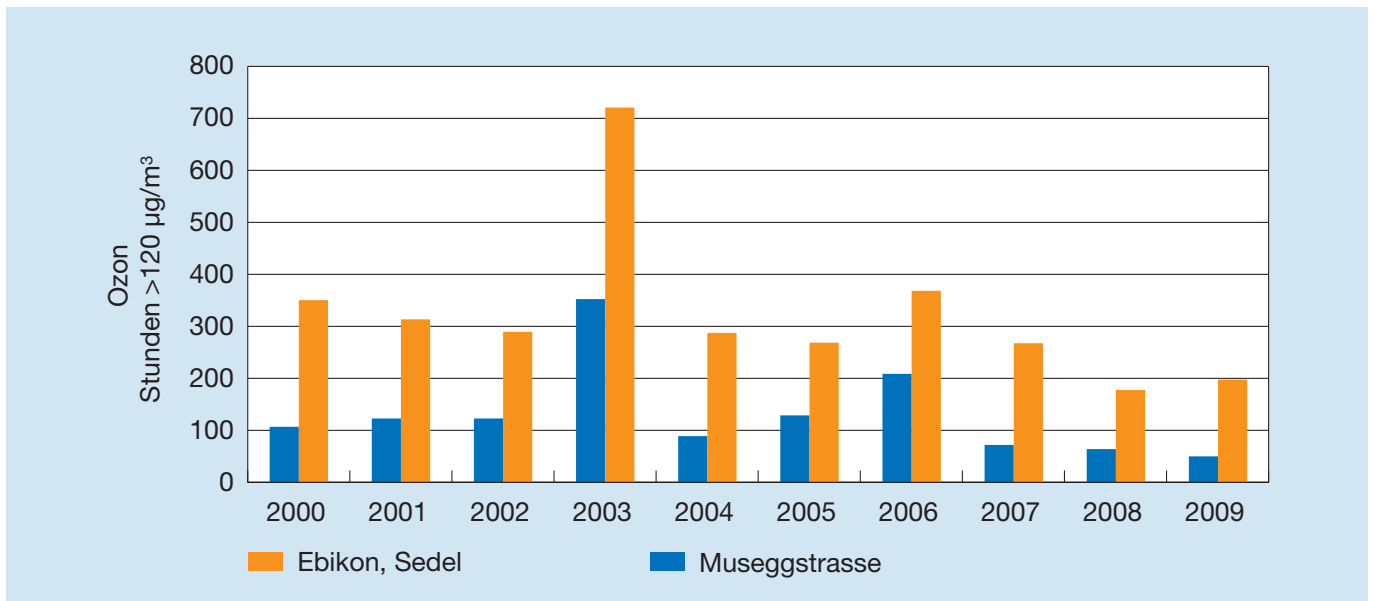


Grafik 8: Jahresmittelwerte der Ozonbelastung (O<sub>3</sub>) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (2000 bis 2009)

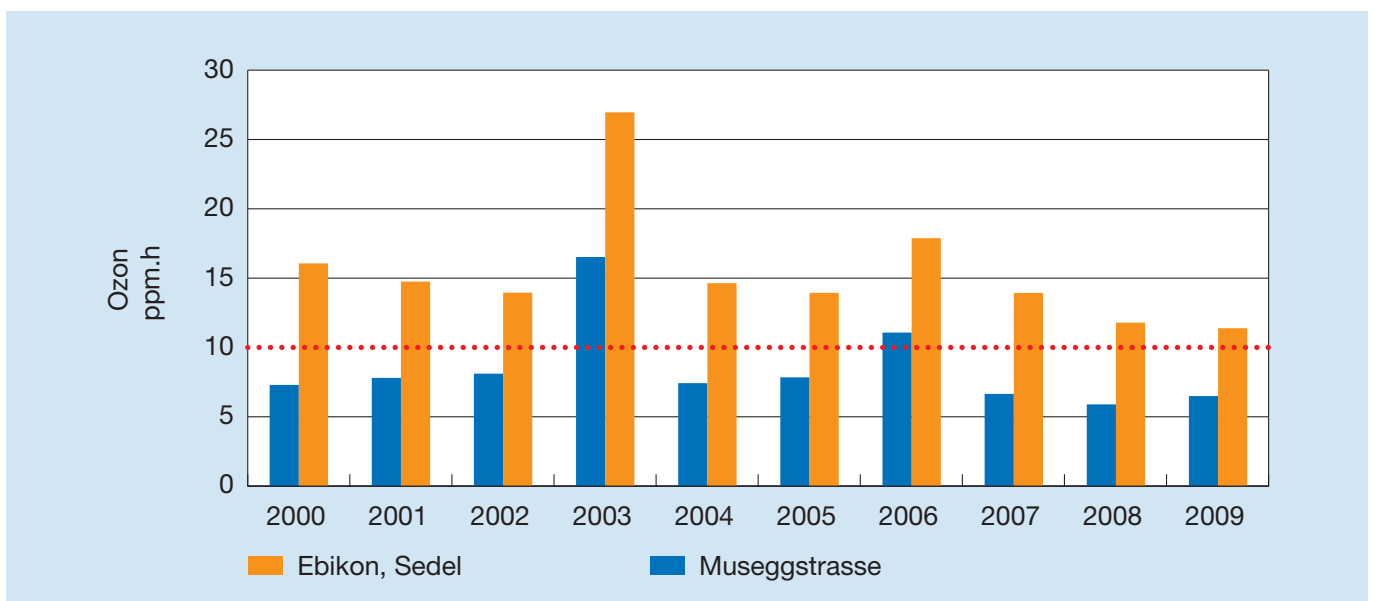


Grafik 9: Maximale Stundenmittelwerte der Ozonbelastung (O<sub>3</sub>) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (2000 bis 2009)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



Grafik 10: Anzahl Stundenmittelwerte mit Ozonbelastungen (O<sub>3</sub>) über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (120 µg/m<sup>3</sup>) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (2000 bis 2009). Maximal zulässig ist eine Stunde.



Grafik 11: AOT 40 ist ein Mass für die Belastung der Wälder durch Ozon. Über dem kritischen Schwellenwert von 10 ppm\*h muss mit Wachstumseinbussen in Wäldern gerechnet werden. Die Grafik zeigt die Werte für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (2000 bis 2009)  
 ..... Schwellenwert

### Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

**Messort** Luzern, Museggstrasse 7a **Jahr** 2009

Messinstanz Umwelt und Energie, Libellenrain 15, 6002 Luzern  
 Kontaktperson Urs Zihlmann  
 Umrechnung von ppb in µg/m³ bei 20 °C / hPa 1013 Koordinaten 686.190 / 211.975 Höhe 460  
 X in m Y in m m über Meer  
 Probenahme 5 m von Strasse 10 m über Boden

**Standortcharakteristika**  
 Stadtzentrum  Industriezone  
 Agglomeration  strassennah  
 ländlich  Hintergrund  
 Hochgebirge

**Bebauung**  
 keine  offene  einseitig offen  geschlossen  
 Verkehr (DTV)  < 5'000  5'000 - 20'000  20'001 - 50'000  > 50'000  
 Messparam.  Ja  Nein

	Einheit	95%-Wert der Tagesmittel			maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte			Messgerät / Messmethode
		Jahresmittel	1/2h-Mittel	1h-Mittel			Jahr	Tag	95%	
SO <sub>2</sub>	µg/m³					30	100	100		
NO <sub>2</sub>	µg/m³	31.5	62.1	76.6	0	30	80	100	Monitor Labs 9841A	
NO <sub>x</sub>	ppb	27.1	72.7	114.1					Monitor Labs 9841A	
CO	mg/m³						8			
TSP	µg/m³									
PM10	µg/m³	24.7	53.3	87.2	18	20	50		TEOM 1400AB FDMS	
PM2.5	µg/m³									
PM1	µg/m³									
Partikelanzahl	1/cm³									
EC / Russ	µg/m³									
Pb in PM10	ng/m³									
Cd in PM10	ng/m³									
Staubniederschlag	mg/(m²·d)									
Pb im SN	µg/(m²·d)									
Cd im SN	µg/(m²·d)									
Zn im SN	µg/(m²·d)									
Tl im SN	µg/(m²·d)									
Benzol	µg/m³									
Toluol	µg/m³									
NM/VO	µg/m³									
Amoniak	µg/m³									

**Ozon** Monitor Labs 9810

Einheit	Jahresmittel	höchster Wert	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³		Anzahl 1h-Mittel	Dosis ACT40f in ppm·h
			98%-Wert	maximales Stundenmittel		
µg/m³	38.4	129.5	5	164.7	8757	6.5

Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m³  
 h d  
 50 22  
 > 180 µg/m³  
 h d  
 0 0  
 > 240 µg/m³  
 h d  
 0 0

### Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

<b>Messort</b> <input type="text" value="Ebikon, Sedel"/>		<b>Jahr</b> <input type="text" value="2009"/>	
Messinstanz	<input type="text" value="Umwelt und Energie, Libellenrain 15, 6002 Luzern"/>		
Kontaktperson	<input type="text" value="Urs Zihlmann"/>		
Umräumung von ppb in µg/m³ bei	<input type="text" value="20"/>	1013 °C / hPa	
X in m	<input type="text" value="665.500"/>	Y in m	<input type="text" value="231.410"/>
Koordinaten	<input type="text" value="m von Strasse"/>		Höhe <input type="text" value="484"/>
Probenahme	<input type="text" value="250"/>		<input type="text" value="4"/>
			<input type="text" value="m über Meer"/>
			<input type="text" value="m über Boden"/>

<b>Standortcharakteristika</b>		<b>Verkehr (DTV)</b>		<b>Meteoparam.</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Stadtzentrum	<input type="checkbox"/> Industriezone	<input checked="" type="checkbox"/> < 5'000	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Agglomeration	<input type="checkbox"/> strassenah	<input type="checkbox"/> 5'000 - 20'000	<input type="checkbox"/> Nein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> ländlich	<input checked="" type="checkbox"/> Hintergrund	<input type="checkbox"/> 20'001 - 50'000			
<input type="checkbox"/> Hochgebirge	<input type="checkbox"/> geschlossen	<input type="checkbox"/> > 50'000			

<b>Bebauung</b>		<b>Immissionsgrenzwerte</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> offen	Jahr	Tag
<input type="checkbox"/> einseitig offen	<input type="checkbox"/> geschlossen	30	100
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30	80
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30	100
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	50
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	500	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.5	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	200	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	100	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	400	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	

Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW (Anz.)	
				Jahr	95%
SO <sub>2</sub>					
NO <sub>2</sub>	24.6	58.3	70.1	0	
NO <sub>x</sub>	21.8	71.6	114.4		
CO					
TSP					
PM10	22.7	48.1	80.2	11	
PM2.5					
PM1					
Partikelanzahl					
EC / Russ					
Pb in PM10					
Cd in PM10					
Staubniederschlag					
Pb im SN					
Cd im SN					
Zn im SN					
Tl im SN					
Benzol					
Toluol					
NM/VO					
Ammoniak					

<b>Ozon</b>		<b>Messgerät</b> <input type="text" value="Monitor Labs 9810"/>	
Jahresmittel	44.0	höchster Wert	146.6
maximales Stundenmittel	179.1	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³	6
Anzahl Stunden mit > 120 µg/m³	198	Anzahl 1h-Mittel	8760
Anzahl Tage (d) mit Stundenmittel > 190 µg/m³	0	Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 240 µg/m³	0
Anzahl Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 240 µg/m³	0	Dosis ACT40f in ppm·h	11.4