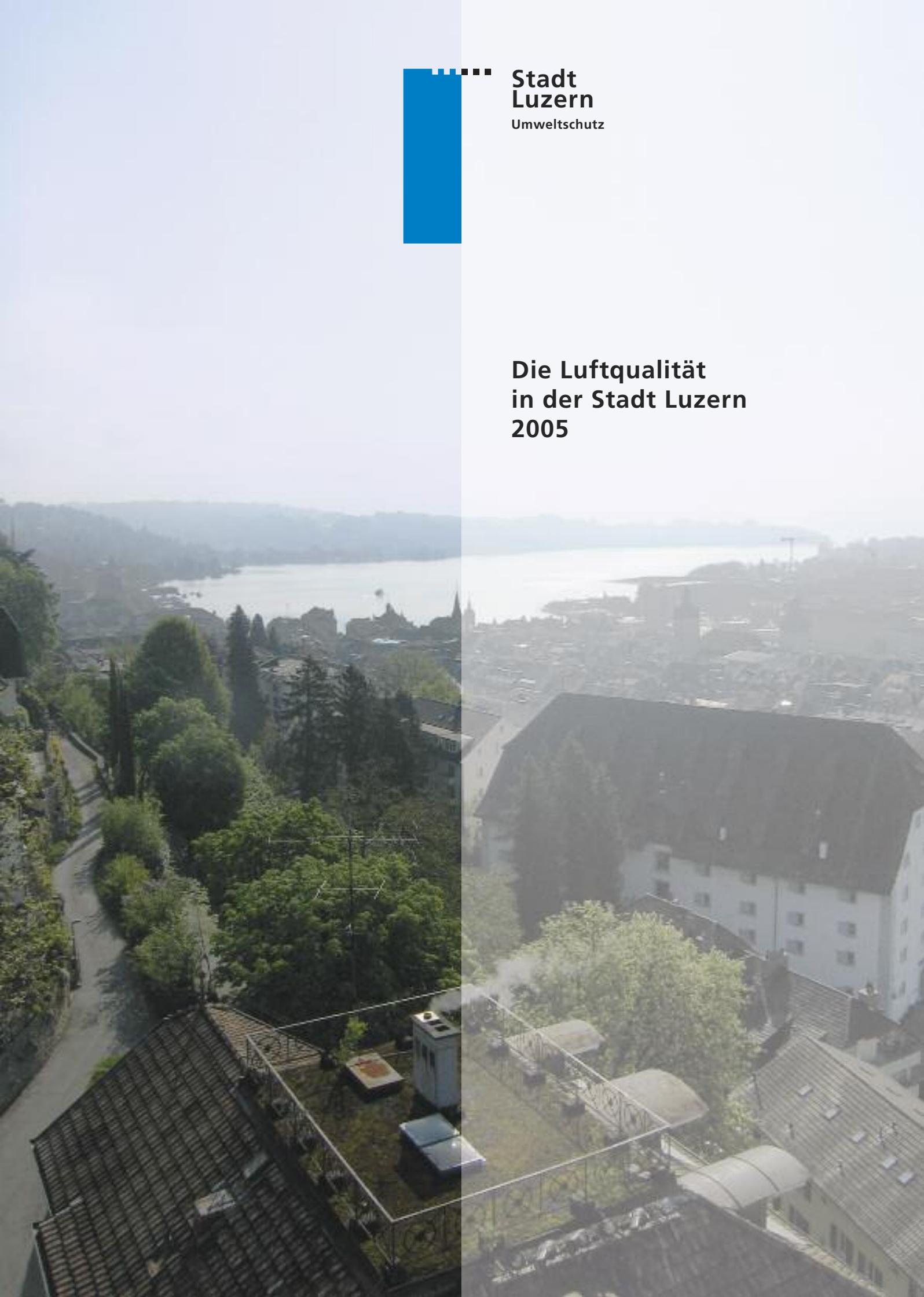


**Die Luftqualität  
in der Stadt Luzern  
2005**



# Inhalt

<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2. Beurteilung der Luftqualität in der Stadt Luzern für das Jahr 2005</b>	<b>4</b>
2.1 Allgemeine Informationen	4
2.2 Charakterisierung des Wettergeschehens im Jahre 2005	4
2.3 Beurteilung der Messresultate 2005	4
<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 2005</b>	<b>9</b>
<b>6. Detaillierte Messresultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler für das Jahr 2005</b>	<b>10</b>
<b>7. Messresultate der Monitoring-Stationen seit 1999</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 2005 auf Stadtgebiet zusätzlich an 9 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, wurden 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. Die Stadt Luzern unterstützt die lufthygienische Massnahmenplanung der Zentralschweizer Kantone und setzt die beschlossenen Massnahmen auf Stadtgebiet konsequent um.

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

## 2. Beurteilung der Luftqualität in der Stadt Luzern für das Jahr 2005

### 2.1 Allgemeine Informationen

Von zentraler Bedeutung für die Beurteilung der 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 rund 85 000 Fahrzeuge auf der Autobahn A2 durch den Reussport-Tunnel und 40 000 Fahrzeuge über die Seebrücke im Zentrum der Stadt. Auch die Bautätigkeit hat lokal Auswirkungen auf die Belastung der Luft mit unerwünschten Schadstoffen.

Die Topographie und die Art der Überbauung sind weitere Faktoren die eine Bedeutung haben für 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. Die Verdünnung der Schadstoffe und die Bildung von Sekundärschadstoffen in der Atmosphäre sind ferner abhängig von den Ausbreitungsbedingungen, vom Klima und vom Wetter im betrachteten Gebiet. Die Witterungsverhältnisse, insbesondere lang andauernde aussergewöhnliche Wetterlagen, können grosse Schwankungen der Luftbelastung von Jahr zu Jahr bewirken.

### 2.2 Charakterisierung des Wettergeschehens im Jahre 2005

Da das Wettergeschehen einen grossen Einfluss auf die Entwicklung der Schadstoffbelastung hat, lohnt sich ein Blick auf die Wetterkarten des Jahres 2005. Im Vergleich mit den Jahren 1961 bis 1990 (Basis langjähriger Durchschnitt) lagen die durchschnittlichen Temperaturen in der Stadt Luzern um rund 1 °C höher. Aussergewöhnlich heiss war der Monat Juni, aber auch die Monate Mai und Oktober wiesen einen deutlichen Wärmeüberschuss aus. Die Anzahl Sonnenstunden war in den Monaten Januar, März, Mai und Juni erhöht, was gesamthaft zu einem Plus an Sonnenstunden führte. Wechselhaftes Wetter in den Monaten Juli und August war ausschlaggebend für die schlechte Badesaison. Hochwinterlich und kalt waren der Februar und die erste Märzhälfte. In dieser Zeit wurden die tiefsten Temperaturen des Jahres gemessen. Der Monat Dezember war mit einem Wärmedefizit von rund 3 °C deutlich kälter als normal. Die Niederschlagsmengen in Luzern bewegten sich im langjährigen Mittel, obwohl gesamtschweizerisch unterdurchschnittliche Werte gemessen wurden.

### 2.3 Beurteilung der Messresultate 2005

Im Berichtsjahr bewegte sich die Stickstoffdioxidbelastung auf dem gleichen Niveau wie im Vorjahr. Im dicht besiedelten Gebiet und entlang des Hauptverkehrsnetzes lag der Jahresmittelwert über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung von 30 µg/m<sup>3</sup>. Bei der Messstation Ebikon, Sedel betrug er 27 µg/m<sup>3</sup>, bei der Station Museggstrasse 34 µg/m<sup>3</sup>. Die höchsten gemessenen Tagesmittelwerte lagen mit 69 µg/m<sup>3</sup> (Ebikon, Sedel) und 75 µg/m<sup>3</sup> (Museggstrasse) unter dem Grenzwert von 80 µg/m<sup>3</sup>. Erwartungsgemäss war die Belastung in den Wintermonaten rund doppelt so hoch wie in den Sommermonaten. Die Monate mit den tiefsten Temperaturen, Februar und März, waren auch die Monate mit den höchsten durchschnittlichen Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)-Belastungen.

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 schwei-

zerischen Luftreinhalte-Verordnung überschritten. Bei der Station Ebikon, Sedel lag das Jahresmittel ( $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nur wenig 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. Der Verlauf der Monatsmittel für Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) und Feinstaub (PM10) war in diesem Jahr sehr ähnlich. Die höchsten Monatsmittelwerte wurden auf dem Sedel im Januar und an der Museggstrasse im Februar verzeichnet.

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.

Die höchsten Tagesmittelwerte für Feinstaub PM10 lagen mit  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Museggstrasse) und  $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ebikon, Sedel) deutlich über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Gegenüber dem Vorjahr wurden leicht tiefere maximale Tagesmittelwerte registriert. An der Museggstrasse wurde der Tagesgrenzwert im 2005 21-mal (Vorjahr 10-mal), bei der Station Ebikon, Sedel 8-mal (Vorjahr 10-mal) überschritten. Zulässig ist eine Überschreitung pro Jahr.

Die Ozonbelastung im Sommer 2005 lag über den Werten des Vorjahres. Besonders deutlich ist dieser Anstieg beim maximalen Stundenwert. Bei der Station Museggstrasse lag der Wert mit  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  um 13 % höher als im Jahre 2004. Auf dem Sedel erreichte der Maximalwert  $197 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und lag 7 % über dem Wert des Vorjahres. Diese Entwicklung lässt sich mit den guten Wetterbedingungen während der Monate Mai und Juni erklären. Bei beiden Messstation wurde der höchste Stundenmittelwert des Jahres im Monat Juni registriert. Es gab während der Sommermonate Juli und August keine länger andauernden Schönwetterperioden ohne Gewitter. Hohe Spitzenwerte der Ozonbelastung entstehen nur bei starker Sonneneinstrahlung und hohen Temperaturen. Die Anzahl Stunden mit Überschreitungen des gültigen Grenzwertes von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lag bei Ebikon, Sedel mit 269 Stunden leicht unter dem Wert des Vorjahres (288 Stunden). Bei der Station Museggstrasse wurden 129 Stunden (Vorjahr 89 Stunden) mit Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Die Ozonbelastung insgesamt lag im ganzen Stadtgebiet deutlich über den zulässigen Werten.

## 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  $\pm 6\%$  bis  $\pm 15\%$  bewegten. Leider hat sich der Trend der 90-iger Jahre, als eine starke Reduktion der Stickstoffdioxid-Belastung beobachtet werden konnte, nach der Jahrtausendwende 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 Sternmatt.

Nach deutlich tieferen Belastungen im Jahre 2002 sind die Werte im Jahre 2003 bei beiden Monitoring Stationen wieder auf das Niveau des Jahres 2001 angestiegen. Auch 2005 lagen die Stickstoffdioxid Belastungen höher als im Jahre 2002.

Die höchste Belastung mit Stickstoffdioxid wurde in den letzten 10 Jahren am Bahnhofplatz in Luzern mit Passivsammlern gemessen. Die Jahresmittelwerte liegen mehr als 50 % höher als an den übrigen Messstandorten und überschreiten den gültigen Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung aktuell um 73 %. 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 Luftreinhalteverordnung 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.

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

Die Ozonbelastung war in den letzten 7 Jahren in Luzern stark schwankend. 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 Stunden-grenzwertes von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Extrem waren die Verhältnisse während des Hitzesommers 2003. Die Anzahl Überschreitungen des Stunden-grenzwertes war im Jahr 2003 bei der Messstation Museggstrasse rund dreimal so hoch wie im Jahr 2002.

Die Spitzenwerte der Ozon-Stundenmittel zeigen nur relativ kleine Schwankungen von Jahr zu Jahr. Erwartungsgemäss sind die Spitzenbelastungen mit einer Ausnahme (2002) bei der Messstation Sedel höher als bei der Museggstrasse.

Die maximalen Werte bewegten sich bei der Station Sedel in den vergangenen 7 Jahren zwischen 173 und 225  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bei der Station Museggstrasse lagen die Werte zwischen 144 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 7 Jahren jährlich zwischen 26 % und 170 % überschritten. Bei der Station Museggstrasse wurde der Schwellenwert im Jahre 2003 um 65 % überschritten.

### 3.3 Feinstaub (PM10)

Die Belastung der Luzerner Luft mit Feinstaub (PM10) lag in den letzten 7 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 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der höchste Wert wurde im Jahre 2003 registriert, der tiefste im Jahre 2004. Auf dem Sedel lagen die Jahresmittelwerte für PM10 zwischen 21 und 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Maximalwert wurde hier ebenfalls im Jahre 2003 gemessen, der Minimalwert im Jahre 2005.

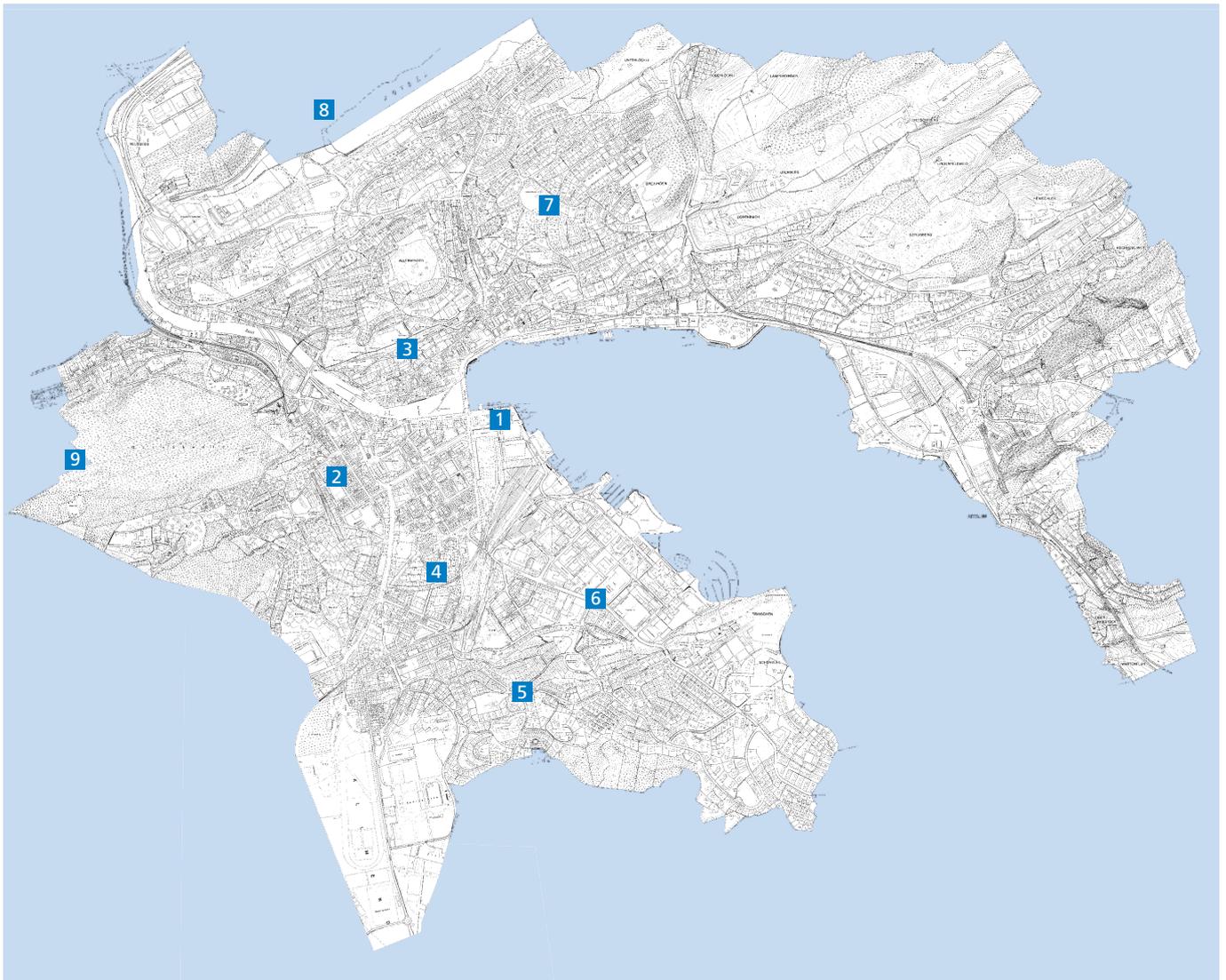
Die höchsten Tagesmittelwerte sind stark abhängig von der Länge der austauscharmen Wetterlagen und der Höhe des Inversionsniveaus über Grund. Es ist deshalb verständlich, dass die höchsten Tagesmittelwerte eines Jahres starken Schwankungen unterworfen sind. Die höchsten Werte wurden an beiden Messstationen im Jahre 2003, ein Jahr mit ausgeprägten Inversionslagen in der Zentralschweiz, gemessen. In Ebikon, Sedel lag der höchste Tagesmittelwert in diesem Jahr bei 124  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , an der Museggstrasse sogar bei 135  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Grenzwert für den Tagesmittelwert beträgt 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Die Anzahl Tage mit Überschreitung des PM10-Tagesgrenzwertes schwankte bei der Museggstrasse in den letzten 7 Jahren zwischen 10 und 25. Zulässig wäre ein Tag. Der Extremwert von 25 Überschreitungen des Tagesmittelwertes wurde im Jahre 2003 verzeichnet. Auf dem Sedel schwankte die Anzahl Überschreitungen zwischen 8 und 29. Auch hier wurden im Jahre 2003 die meisten Überschreitungen der letzten 7 Jahre registriert. 2004 war das Jahr mit der geringsten Anzahl von Überschreitungen an der Museggstrasse. Bei der Station Ebikon, Sedel war 2005 das Jahr mit der geringsten Anzahl Überschreitungen des Tagesgrenzwertes.

---

<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 2005					
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	52		
2	Kasimir-Pfyffer-Strasse	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	28		
3	Museggstrasse	Monitoring Station	34	25	180
4	Neustadt Bleicherpark	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	32		
5	Sternmatt	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	27		
6	Tribtschen (VBL)	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	26		
7	Wesemlin Kloster	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	22		
8	Ebikon, Sedel	Monitoring Station	27	21	197
9	Littau, Rigistrasse	NO <sub>2</sub> -Passivsammler	23		

## 5. Detaillierte Messresultate der Monitoring-Stationen für das Jahr 2005

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>2005</b>							
Januar	39.9	28.4	20.1	0	70.3	65	
Februar	43.2	32.7	37.9	0	97.6	87	
März	42.0	31.6	43.8	2	125.4	105	
April	33.2	21.7	48.1	1	121.5	107	
Mai	27.9	16.1	59.2	30	155.5	129	
Juni	27.8	19.1	71.0	55	180.2	143	
Juli	25.4	17.5	59.7	30	168.8	139	
August	26.2	17.4	49.3	6	137.1	107	
September	30.5	23.7	38.0	5	130.2	110	
Oktober	34.6	30.1	11.7	0	66	53	
November	35.9	28.1	11.6	0	64.7	49	
Dezember	39.8	30.8	15.3	0	63.2	56	
<b>Jahresmittel</b>	<b>33.8</b>	<b>24.7</b>	<b>38.8</b>	<b>129</b>	<b>180.2</b>		
<b>Grenzwert LRV*</b>	<b>30.0</b>	<b>20.0</b>	–	<b>1</b>	<b>120</b>	<b>100</b>	

\* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

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>
<b>2005</b>						
Januar	33.5	28.2	25.9	0	74	70
Februar	35.9	27.5	47.7	0	118	101
März	33.6	23.8	56.6	11	139	120
April	26.0	19.0	56.4	20	134	123
Mai	19.8	15.3	65.6	39	161	138
Juni	19.7	16.6	80.3	108	197	161
Juli	17.3	15.8	67.9	65	192	149
August	16.9	14.8	54.9	8	143	118
September	22.3	19.1	45.1	18	148	125
Oktober	28.2	20.5	16.7	0	90	63
November	30.0	22.7	16.4	0	65	60
Dezember	34.1	25.1	20.3	0	68	59
<b>Jahresmittel</b>	<b>26.5</b>	<b>20.6</b>	<b>46.2</b>	<b>269</b>	<b>197</b>	
<b>Grenzwert LRV*</b>	<b>30.0</b>	<b>20.0</b>	–	<b>1</b>	<b>120</b>	<b>100</b>

\* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

Die Jahresmittelwerte von Stickstoffdioxid und Feinstaub überschreiten bei der Station Museggstrasse die gültigen Grenzwerte. In den Sommermonaten wurden Überschreitungen des Stundengrenzwertes für Ozon registriert (Museggstrasse während 129 Stunden, Sedel während 269 Stunden). Der maximale Stundenmittelwert für Ozon liegt mit 180 µg/m<sup>3</sup> respektive 197 µg/m<sup>3</sup> rund 10% höher als im Vorjahr. Der 98 %-Wert der Halbstundenmittel von Ozon lag an der Museggstrasse während 7 Monaten über dem entsprechenden Grenzwert, in Ebikon, Sedel während 8 Monaten.

## 6. Detaillierte Messresultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler für das Jahr 2008

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	Littau, Rigistrasse	Museggstrasse	Neustadt Bleicherpark	Bahnhofplatz	Ebikon, Sedel	Tribtschen (VBL)	Sternmatt	Wesemlin Kloster
04.01.05	18.01.05	41	38	40	42	57	39	41	40	34
18.01.05	01.02.05	27	21	29	32	43	23	29	29	22
01.02.05	15.02.05	38	32	40	44	57	35	39	38	30
15.02.05	01.03.05	25	24	33	33	43	20	24	28	20
01.03.05	15.03.05	32	24	34	43	52	27	30	33	25
15.03.05	29.03.05	34	25	36	39	52	26	27	30	22
29.03.05	12.04.05	26	20	31	33	50	22	24	26	18
12.04.05	24.04.05	25	18	28	30	48	19	22	23	19
24.04.05	10.05.05	23	15	28	28	51	19	20	21	14
10.05.05	24.05.05	22	17	27	27	50	19	21	21	14
24.05.05	07.06.05	18	13	24	25	55	16	18	19	12
07.06.05	21.06.05	18	14	23	26	48	16	18	17	13
21.06.05	05.07.05	23	15	28	28	56	19	20	21	15
05.07.05	19.07.05	21	15	26	26	57	18	20	20	15
19.07.05	02.08.05	19	13	25	24	50	17	18	16	13
02.08.05	16.08.05	18	15	21	23	51	17	19	18	14
16.08.05	30.08.05	22	20	29	27	53	21	21	20	16
30.08.05	13.09.05	25	22	31	32	61	24	25	23	19
13.09.05	27.09.05	26	22	30	32	55	22	25	25	19
27.09.05	11.10.05	27	22	31	30	49	24	27	25	21
11.10.05	25.10.05	32	27	32	34	46	27	31	31	26
25.10.05	08.11.05	36	32	36	39	52	34	35	36	30
08.11.05	22.11.05	34	30	32	33	48	28	33	34	28
22.11.05	06.12.05	37	33	41	41	55	31	37	38	32
06.12.05	20.12.05	32	27	34	35	49	28	32	33	27
20.12.05	03.01.06	33	28	33	35	49	29	33	35	30
<b>Jahresmittel</b>		<b>28</b>	<b>23</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>52</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>22</b>

Die einzelnen Periodenmittelwerte der Passivsammler weisen eine relativ hohe Messunsicherheit auf. Trotzdem liefern sie einen Überblick über die monatlichen Belastungsschwankungen. Die tiefsten Stickstoffdioxid-Konzentrationen werden jeweils während der Sommermonate gemessen. Die höchsten Messwerte im Winter betragen rund das Doppelte von den Messwerten im Sommer. An stark verkehrsbelasteten Standorten, wie zum Beispiel am Bahnhof Luzern, sind die jahreszeitlichen Schwankungen bedeutend kleiner. Der Jahresmittelwert am Standort Bahnhof liegt mit  $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$  massiv über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (Grenzwert  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Der Jahresdurchschnitt der Belastung an den übrigen Standorten lag entweder leicht über oder unter dem Grenzwert.

## 7. Messresultate der Monitoring-Stationen seit 1999

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>
1999		84	28	73
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
<b>Grenzwert LRV*</b>	<b>30</b>	<b>80</b>	<b>30</b>	<b>80</b>

\* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

Seit 1999 hat sich die Stickstoffdioxid-Belastung an beiden Monitoring-Messstandorten nur unbedeutend verändert. Die erfreulichen Belastungsreduktionen der 90-iger Jahre haben sich leider nicht fortgesetzt. Während beim Standort Museggstrasse ein Belastungsrückgang von rund 8 % zwischen 2000 und 2006 beobachtet werden konnte, blieb die Stickstoffdioxid-Belastung beim Standort Ebikon, Sedel praktisch unverändert. 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 2000, 2003 und 2005 wurden mehr und länger andauernde Inversionslagen als in den Jahren 2002 und 2004 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>
1999		98	16			
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
<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. Auffallend für die Stadt Luzern sind die hohen Spitzenbelastungen während der Wintermonate beim Auftreten von Inversionslagen. Die Schwankungen der Spitzenbelastungen von Jahr zu Jahr sind sehr gross. Sie sind von der Länge der Inversionslagen abhängig. Die Spitzenbelastungen führen zu gesundheitlichen Beschwerden bei Personen die sensibel auf Feinstaub reagieren oder gesundheitlich angeschlagen sind. Die bis heute eingeleiteten Massnahmen zur Reduktion der Feinstaubbelastung sind nicht ausreichend zum Erreichen der Qualitätsziele. Weitere Massnahmen müssen entwickelt und umgesetzt werden.

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
Jahr				
1999	33	144	48	4.4
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
Grenzwert LRV*	–	120	1	10.0**

\* 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
Jahr				
1999	42	173	209	12.6
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
Grenzwert LRV*	–	120	1	10.0**

\* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

\*\* Schwellenwert (kein Grenzwert)

Für die Entwicklung der Ozonbelastung sind einerseits die Vorläufersubstanzen Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und flüchtige Organische Verbindungen (VOC) wie auch das Wetter von Bedeutung. Langandauernde und massive Überschreitungen des Stunden-grenzwertes können während niederschlagsfreien Perioden mit klaren und heissen Sommertagen beobachtet werden. 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 2.7-mal höher als im Jahre 2005. Bei der Messstation Ebikon, Sedel wurden im Jahre 2003 ebenfalls 2.7-mal mehr Stunden mit Stundenmittelwerten über 120 µg/m<sup>3</sup> registriert als im Jahre 2005.

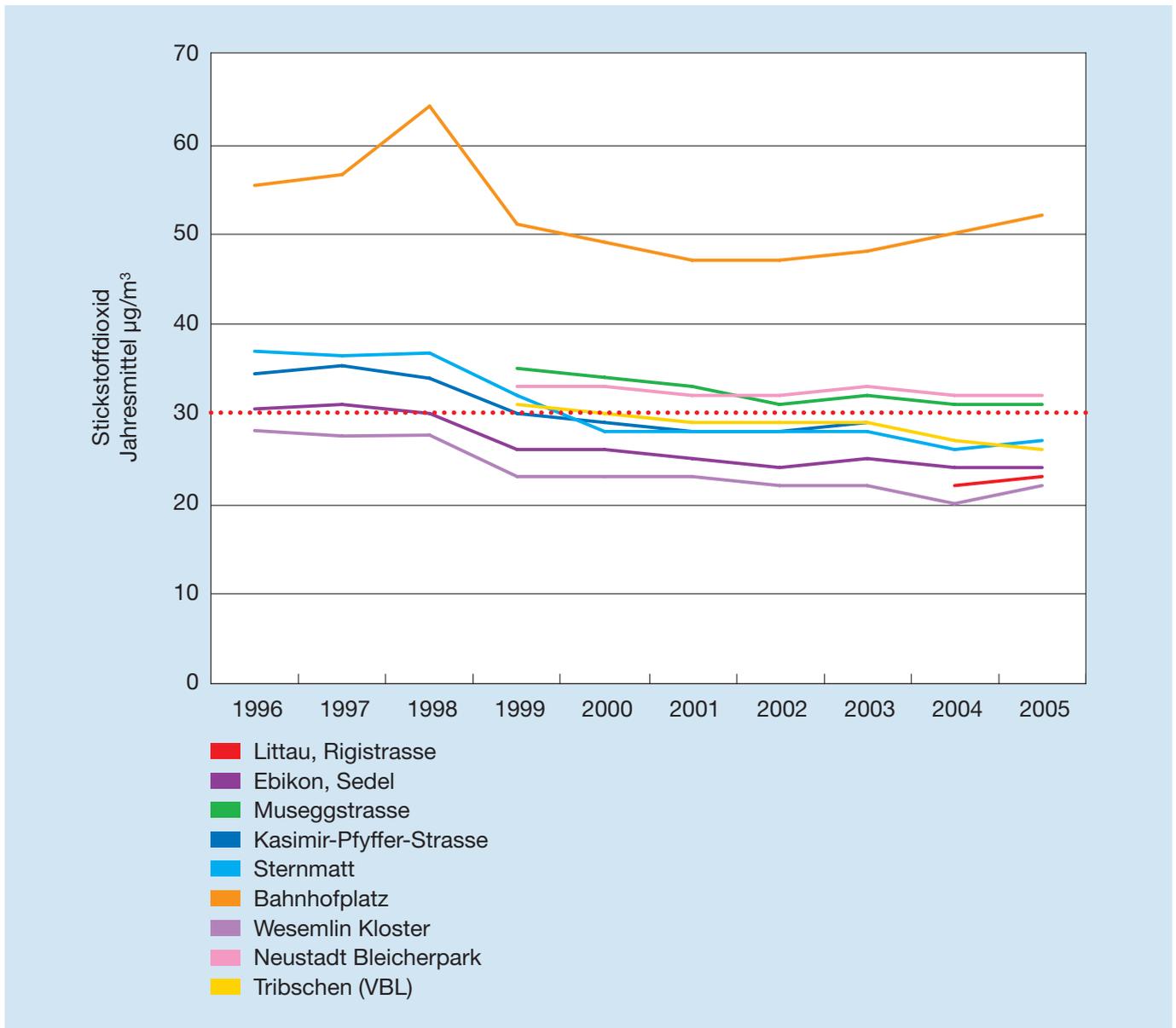
## 8. Messresultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler seit 1989

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

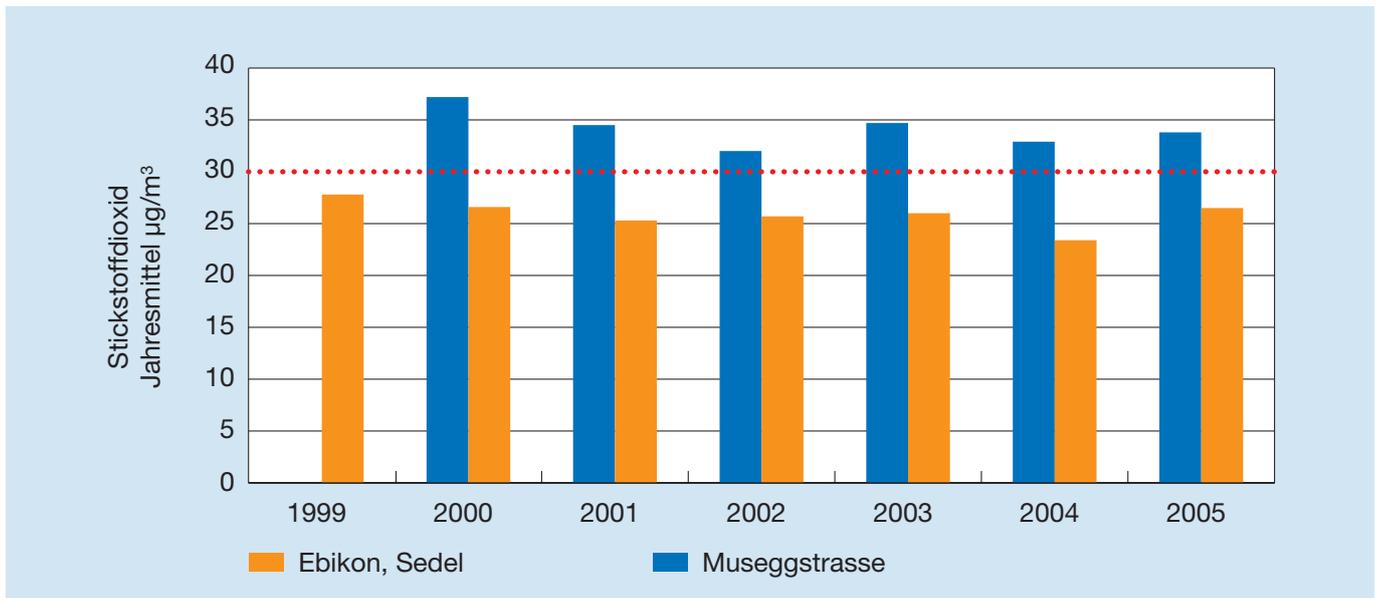
Zeitreihen von 17 Jahren existieren für 4 Messstandorte. Bedeutende Belastungsreduktionen konnten in den 90-iger Jahren beobachtet werden. Die Reduktionen von 1989 bis 2008 lagen bei 3 Stationen zwischen 31 und 43 %. Am Bahnhofplatz, einem Standort mit hohen lokalen Verkehrsemissionen, war die Reduktion der Belastung mit 24 % gegenüber dem höchsten Wert der 90-iger Jahre deutlich geringer. Heute liegen die Messwerte an den meisten Messstandorten im Grenzwertbereich oder unterhalb des Grenzwertes. Der Standort mit der höchsten Belastung ist nach wie vor der Bahnhofplatz mit einem Jahresmittelwert von  $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (73 % über dem Grenzwert der Schweizerischen Luftreinhalteverordnung).

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

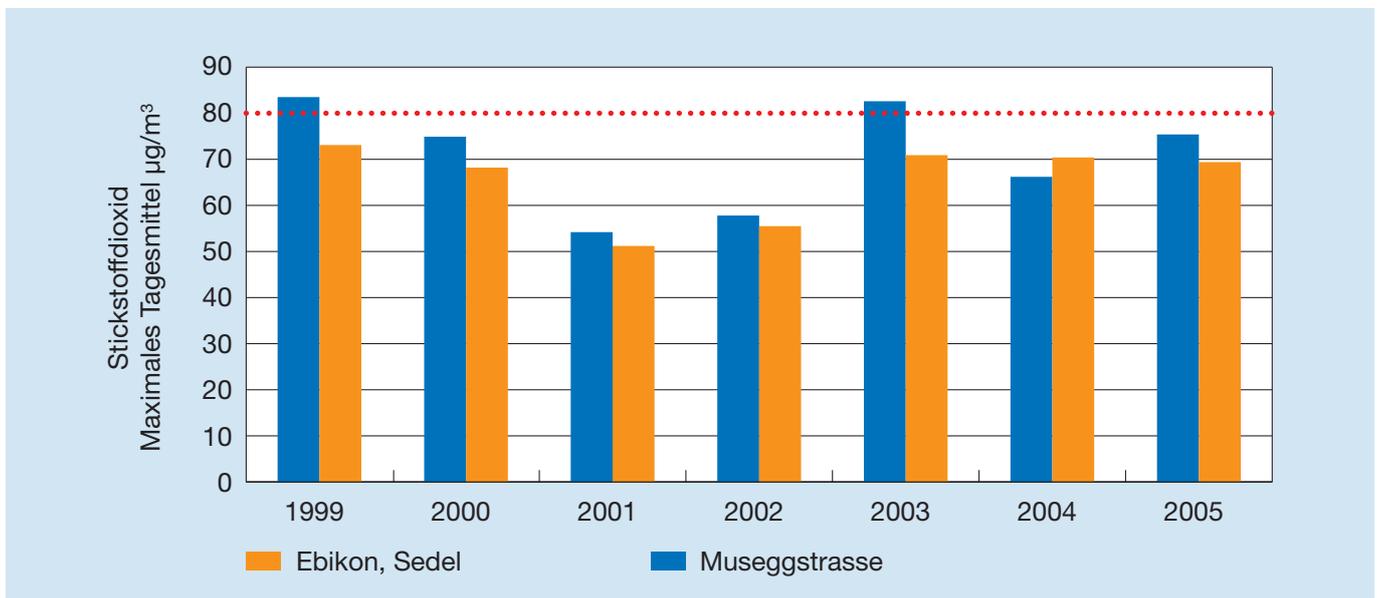


Grafik 2: Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung ( $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte) an verschiedenen Standorten (1996 bis 2005).  
 ..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



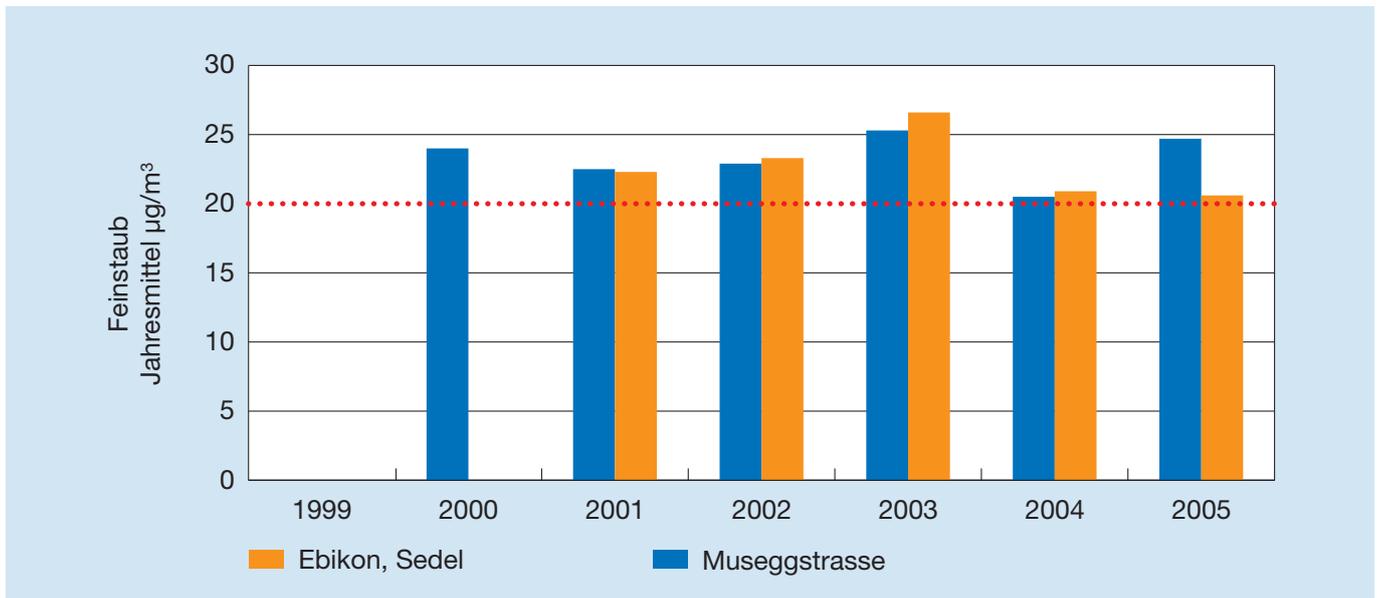
Grafik 3: Jahresmittel der Stickstoffdioxidbelastung ( $\text{NO}_2$ ) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2005)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



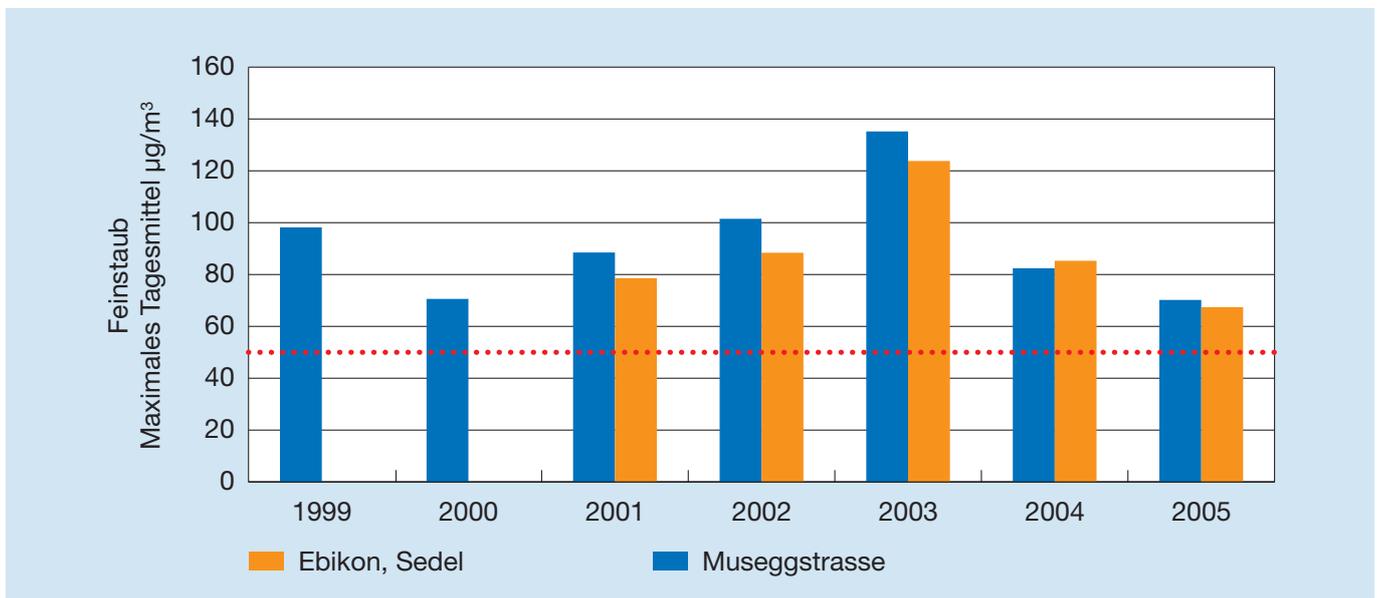
Grafik 4: Maximale Tagesmittelwerte der Stickstoffdioxidbelastung ( $\text{NO}_2$ ) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2005)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



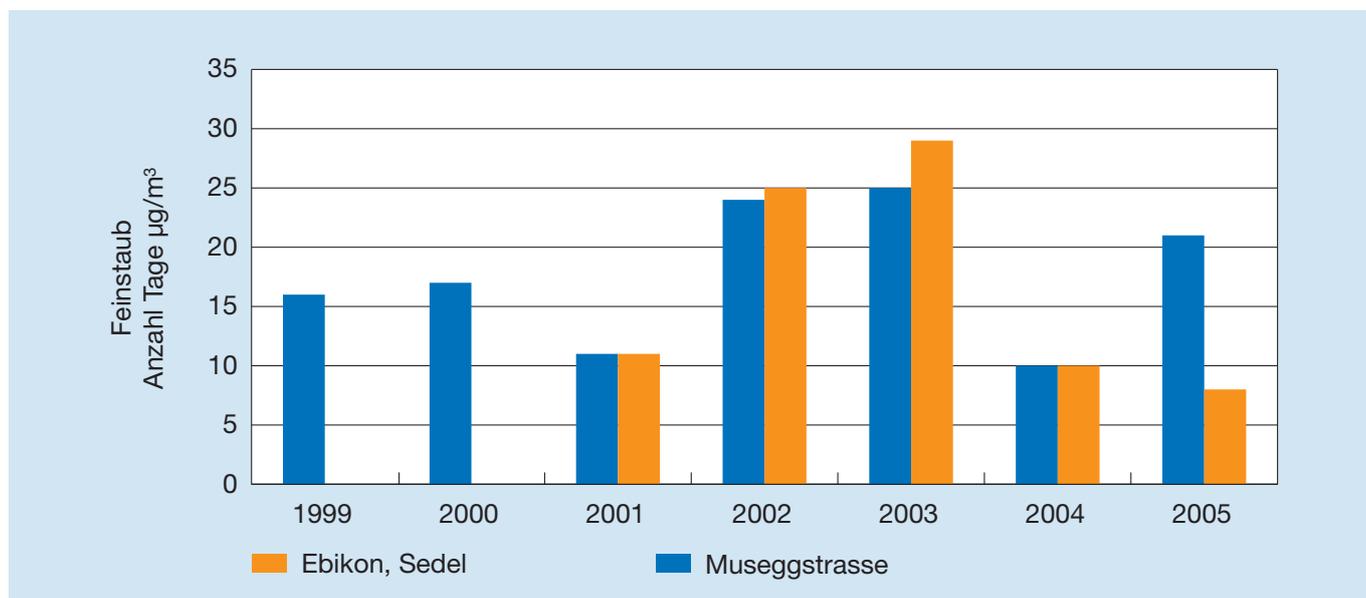
Grafik 5: Jahresmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2005)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

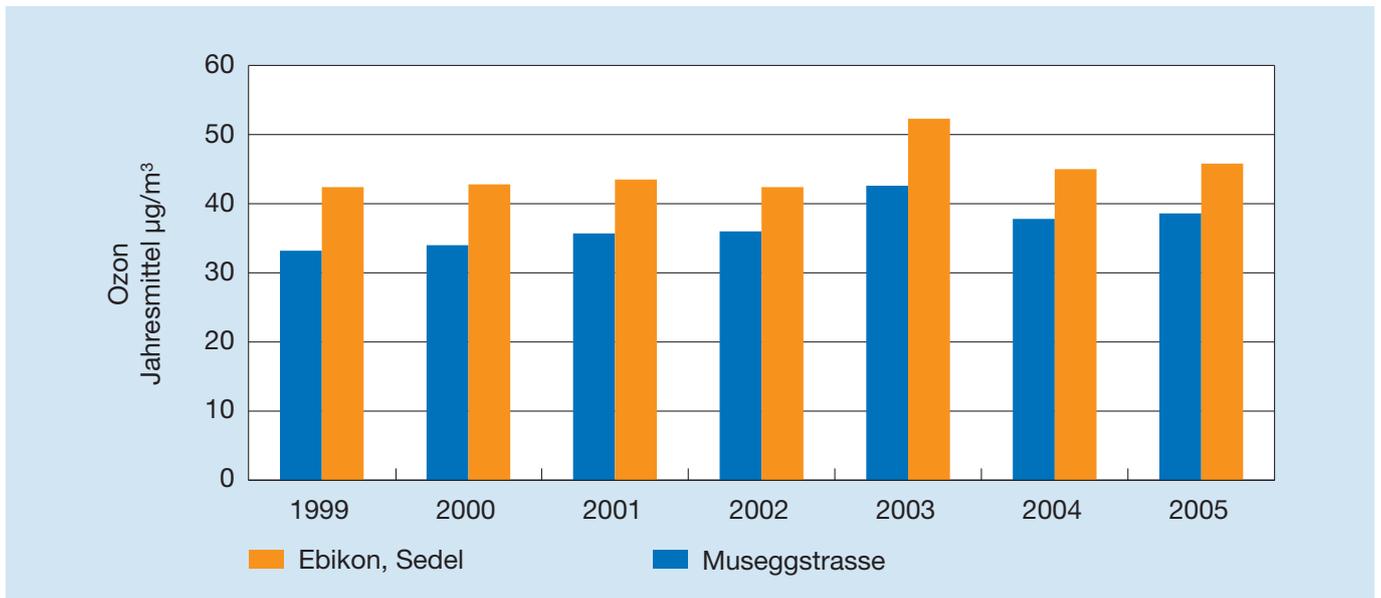


Grafik 6: Maximale Tagesmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2005)

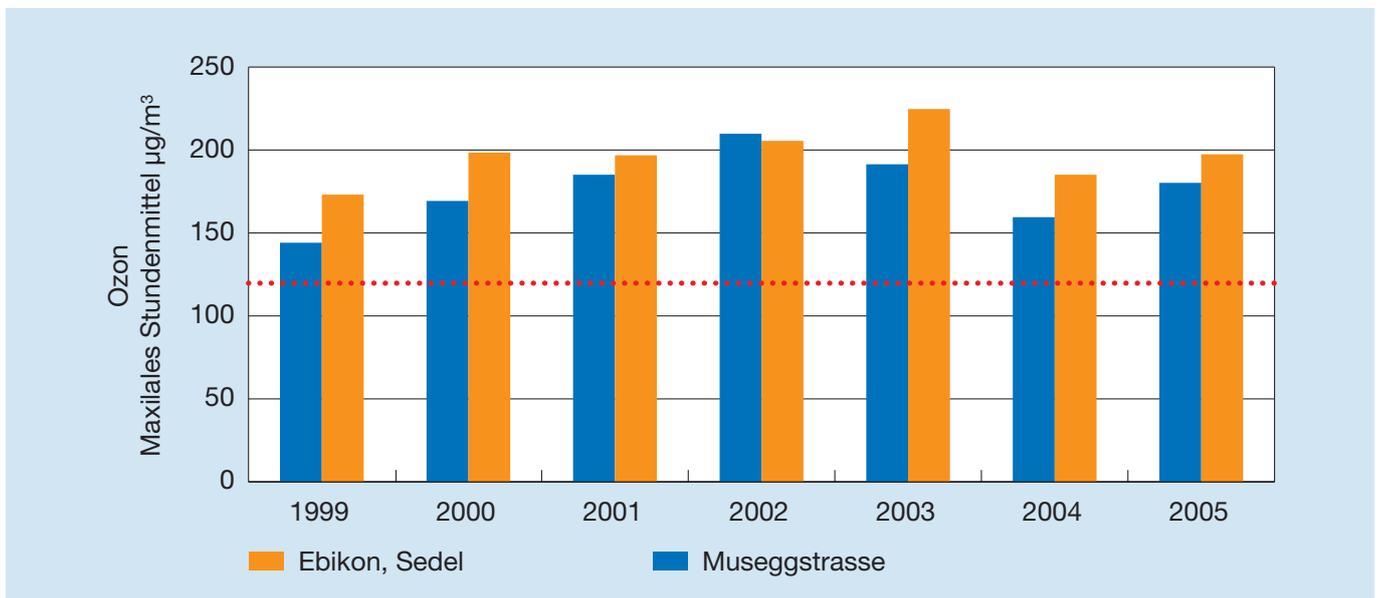
..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



Grafik 7: Anzahl Tage mit Tagesmittelwerten für die Feinstaubbelastung (PM10) über dem Grenzwert der Schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel für die Jahre 1999 bis 2005). Maximal zulässig ist ein Tag.

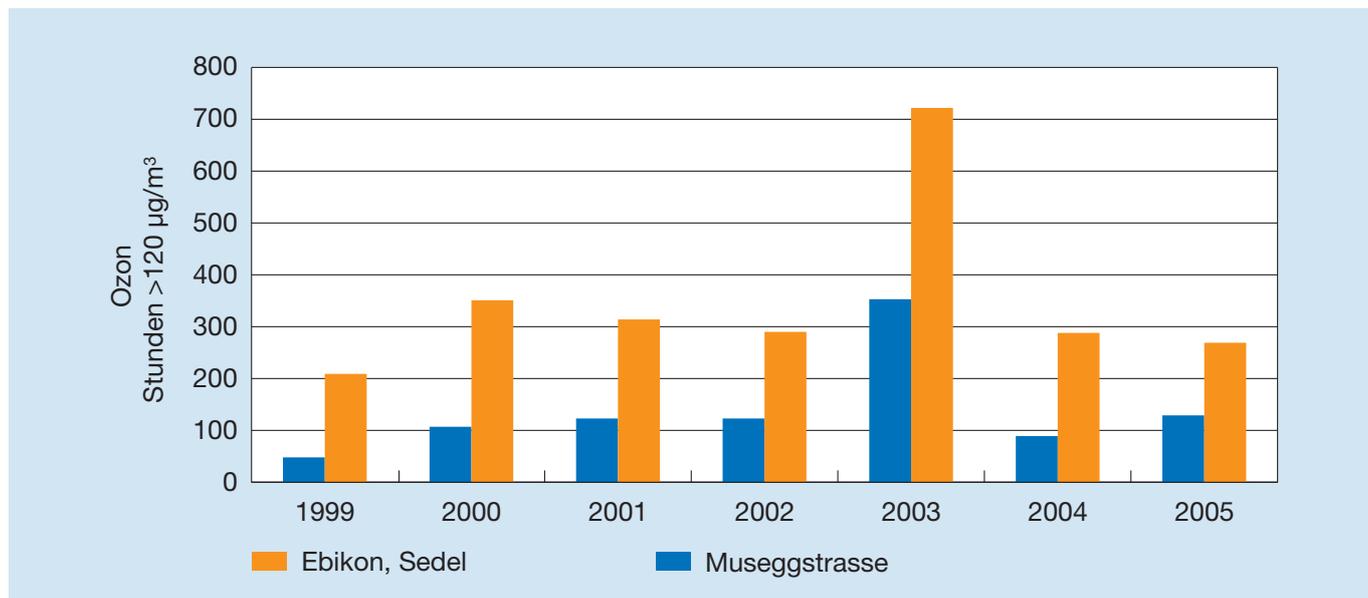


Grafik 8: Jahresmittelwerte der Ozonbelastung (O<sub>3</sub>) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2005)

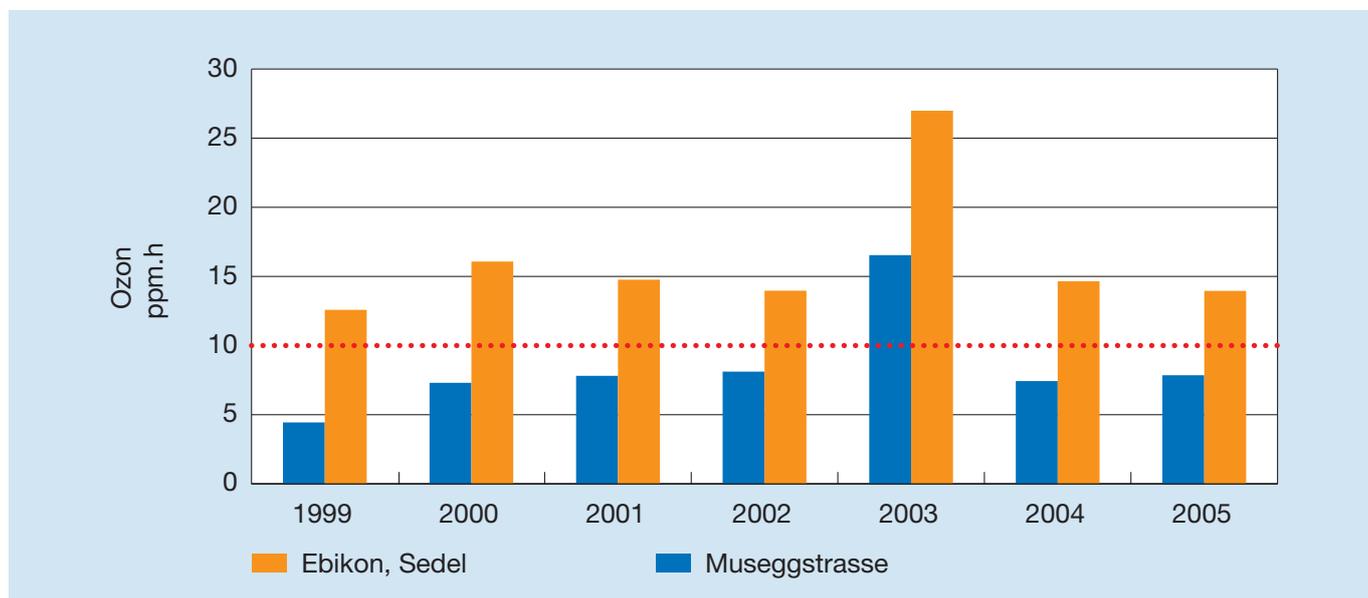


Grafik 9: Maximales Stundenmittel der Ozonbelastung (O<sub>3</sub>) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2005)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



Grafik 10: Anzahl Stundenmittel 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 (1999 bis 2005). 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 (1999 bis 2005)  
 ..... Schwellenwert

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

**Messort**  **Jahr**

Messinstanz  Höhe  m über Meer  
 Kontaktperson  X in m  / Y in m  m von Strasse  
 Umrechnung von ppb in µg/m³ bei  1013 °C / hPa

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

**Bebauung**  
 keine  
 offen  
 einseitig offen  
 geschlossen

**Verkehr (DTV)**  
 < 5'000  
 5'000 - 20'000  
 20'001 - 50'000  
 > 50'000

**Meteoparam.**  
 Ja  
 Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der Tagesmittel		Tagesmittel > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte		Messgerät / Messmethode	
			1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel		Jahr	Tag		
SO <sub>2</sub>	µg/m³	4.2	11.1	14.5	0	30	100	100	Monitor Labs 9850
NO <sub>2</sub>	µg/m³	33.8	62.2	75.4	0	30	80	100	Monitor Labs 9841A
NO <sub>x</sub>	ppb	29.2	70.6	86.5					Monitor Labs 9841A
CO	mg/m³						8		
TSP	µg/m³								
PM10	µg/m³	24.7	55.0	70.2	21	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 VOC	µg/m³								
Ammoniak	µg/m³								

**Ozon** Messgerät

Einheit	Jahresmittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel		Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³		Anzahl 1h-Mittel		Dosis AOT40f in ppm·h
			98%-Wert	Stundenmittel	7	7	8537	7.6	
µg/m³	38.6	143.4	180.2	129	29	1	1	0	0

Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m³: h 129, d 29  
 > 180 µg/m³: h 1, d 1  
 > 240 µg/m³: h 0, d 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="2005"/>	
Messinstanz Umwelt und Energie, Liebellrain 15, 6002 Luzern	X in m <input type="text" value="665.500"/>	Y in m <input type="text" value="231.410"/>	Höhe <input type="text" value="484"/>
Kontaktperson Urs Zihlmann	Koordinaten m von Strasse <input type="text" value="250"/>		m über Meer <input type="text" value="4"/>
Umrechnung von ppb in µg/m³ bei <input type="text" value="20"/>	1013 °C/hPa		

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

Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel >  GW  (Anz.)	Immissionsgrenzwerte		Messgerät / Messmethode
					Jahr	Tag	
SO <sub>2</sub>					30	100	
NO <sub>2</sub>	26.5	56.7	69.4	0	30	80	Monitor Labs 9841A
NO <sub>x</sub>	21.7	63.4	98.4			8	Monitor Labs 9841A
CO							
TSP							
PM10	19.6	46.3	61.4	8	20	50	TECOM 1400AB SES
PM2.5							
PM1							
Partikelanzahl							
EC / Russ							
Pb in PM10							
Cd in PM10					500		
Staubniederschlag					1.5		
Pb im SN					200		
Cd im SN					100		
Zn im SN					2		
TI im SN					400		
Benzol					2		
Toluol							
NM/VOC							
Ammoniak							

<b>Ozon</b>	Messgerät <input type="text" value="Monitor Labs 9810"/>	Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel		Dosis
Jahresmittel	höchster Wert	maximales Tagesmittel		ACT40f
Einheit µg/m³	160.9	8	3	in ppm-h
		269	46	
		> 120 µg/m³	> 180 µg/m³	> 240 µg/m³
		h	d	h
		8	3	0
		8	4	0
		8	4	78