

Stadt
Luzern

Umweltschutz

Die Luftqualität
in der Stadt Luzern
2007

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Beurteilung der Luftqualität in der Stadt Luzern für das Jahr 2007	4
2.1 Allgemeine Informationen	4
2.2 Charakterisierung des Wettergeschehens im Jahre 2007	4
2.3 Beurteilung der Messresultate 2007	4
3. Entwicklung der Luftqualität in der Stadt Luzern	6
3.1 Stickstoffdioxid (NO ₂)	6
3.2 Ozon (O ₃)	6
3.3 Feinstaub (PM ₁₀)	7
4. Standorte der Messungen	8
5. Detaillierte Messresultate der Monitoring-Stationen für das Jahr 2007	9
6. Detaillierte Messresultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler für das Jahr 2007	10
7. Messresultate der Monitoring-Stationen seit 1999	11
8. Messresultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler seit 1989	13
9. Beilagen: Grafiken Messresultate / BAFU Auswertungen	14

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 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 2007 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.

2. Beurteilung der Luftqualität in der Stadt Luzern für das Jahr 2007

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 2007

Da das Wettergeschehen einen grossen Einfluss auf die Entwicklung der Schadstoffbelastung hat, lohnt sich ein Blick auf die Wetterkarten des Jahres 2007. Auch in diesem Jahr, wie in den vorangehenden Jahren, wurde ein Wärmeüberschuss gegenüber 1961 bis 1990 (Basis langjähriger Durchschnitt) verzeichnet. Der Wärmeüberschuss in der Stadt Luzern betrug rund 1.2 °C. Dieser Wärmeüberschuss entstand durch eine aussergewöhnlich warme erste Jahreshälfte. Nach dem sehr warmen Herbst 2006 folgte der mildeste Winter und darauf der wärmste Frühling seit Messbeginn im Jahre 1864. Wiederholte Kaltlufteinbrüche im Herbst führten zu einem ausgeprägten Temperaturdefizit in den Monaten September und November. Die Niederschlagsmengen lagen im Jahre 2007 in Luzern rund 20 % über dem langjährigen Mittel. Das Jahr 2007 verzeichnete einen Überschuss an Sonnenstunden von rund 15 %.

2.3 Beurteilung der Messresultate 2007

Im Berichtsjahr lag die Stickstoffdioxidbelastung etwas tiefer als im Vorjahr. Im dicht besiedelten Gebiet und entlang des Hauptverkehrsnetzes lag der Jahresmittelwert über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung von 30 µg/m³. Bei der Messstation Ebikon, Sedel betrug er 24 µg/m³, bei der Station Museggstrasse 32 µg/m³. Die höchsten gemessenen Tagesmittelwerte lagen mit 55 µg/m³ (Ebikon, Sedel) und 61 µg/m³ (Museggstrasse) unter dem Grenzwert von 80 µg/m³. Erwartungsgemäss war die Belastung in den Wintermonaten bei der Station Ebikon, Sedel rund doppelt so hoch wie in den Sommermonaten. Bei der Station Museggstrasse war der Unterschied Sommer Winter etwas geringer.

Die Ozonbelastung im Sommer 2007 lag unter den Werten des Vorjahres. Besonders deutlich ist dieser Rückgang beim maximalen Stundenwert. Bei der Station Museggstrasse lag der Wert mit 162 µg/m³ um 9 % tiefer als im Jahr 2006. Auf dem Sedel erreichte der Maximalwert 183 µg/m³ und lag 8 % unter dem Wert des Vorjahres. Bei beiden Messstationen wurde im Monat Juli der höchste Stundenmittelwert des Jahres registriert. Es gab während der Sommer-

monate keine länger andauernden Schönwetter-perioden ohne Gewitter. Hohe Spitzenwerte der Ozonbelastung entstehen nur bei starker Sonneneinstrahlung und hohen Temperaturen. Auch die Anzahl Stunden mit Überschreitungen des gültigen Grenzwertes von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lag bei beiden Messstationen deutlich unter dem Wert des Vorjahres. Dennoch lag die Ozonbelastung im ganzen Stadtgebiet deutlich über den zulässigen Werten.

Die Feinstaub (PM10)-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 ($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nur wenig über dem Grenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bei der Station Museggstrasse wurde ein Jahresmittelwert von $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registriert. Die Monatsmittel im Sommer erreichten knapp die Hälfte der Werte im Winter. Der Grund für die hohen Feinstaubwerte im Winter waren Inversionslagen die den vertikalen Austausch der Luftmassen verhinderten oder einschränkten.

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 $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 deutlich tiefere maximale Tagesmittelwerte registriert. An der Museggstrasse wurde der Tagesgrenzwert im 2007 22-mal (Vorjahr 42-mal), bei der Station Ebikon, Sedel 14-mal (Vorjahr 35-mal) überschritten. Zulässig ist eine Überschreitung pro Jahr.

3. Entwicklung der Luftqualität in der Stadt Luzern

3.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

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 $\pm 10\%$ bis $\pm 16\%$ 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 Sternmatt.

Auffallend bei den Passivsammlerresultaten ist ein deutlich erkennbarer Anstieg der Belastungswerte im Jahre 2006. In diesem Jahr wurden überdurchschnittlich viele und lang andauernde austauscharme Wetterlagen (sogenannte Inversionslagen) beobachtet. Der Anstieg des Jahresmittelwertes bei der Station Ebikon, Sedel von 8 % gegenüber dem Vorjahr ist auf Grund dieser aussergewöhnlichen Wetterlage gut erklärbar.

Die höchste Belastung mit Stickstoffdioxid wurde in den letzten 10 Jahren am Bahnhofplatz in Luzern gemessen. Die Jahresmittelwerte liegen mehr als 50 % höher als an den übrigen Messstandorten und überschreiten den gültigen Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalteverordnung aktuell um 70 %. 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 9 Jahren immer rund 20 bis 30 % tiefer als an der Museggstrasse und erreichten den Grenzwert nicht.

3.2 Ozon (O₃)

Die Ozonbelastung war in den letzten 9 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 Musegg-

strasse. Die maximalen Werte bewegten sich bei der Station Sedel 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 für Wald wurde bei der Station Ebikon, Sedel in den letzten 9 Jahren jährlich zwischen 26 % und 170 % überschritten. Bei der Station Museggstrasse wurde der Schwellenwert in den Jahren 2003 und 2006 überschritten, um 65 % respektive 11 %.

3.3 Feinstaub (PM10)

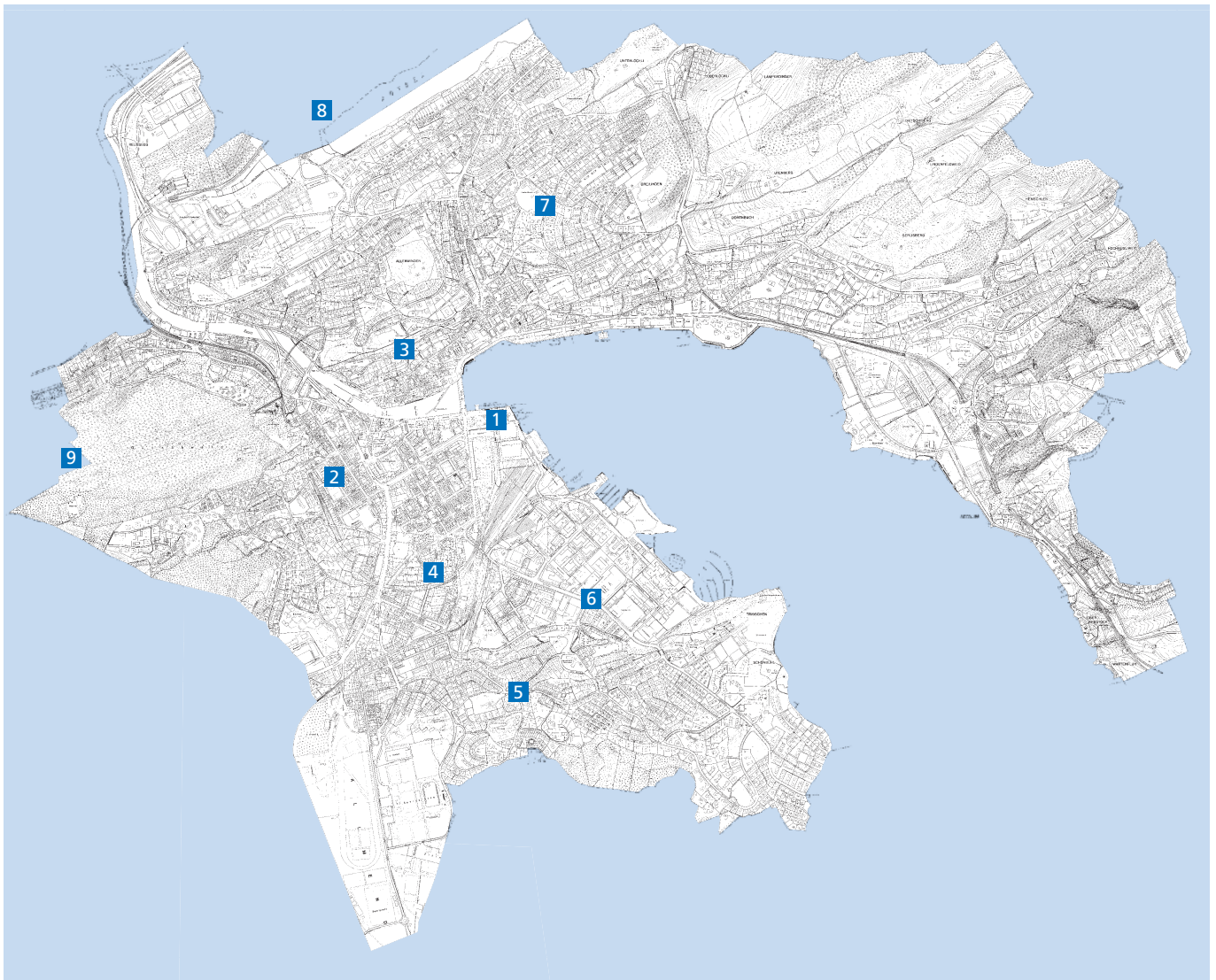
Die Belastung der Luzerner Luft mit Feinstaub (PM10) lag in den letzten 9 Jahren immer über den gültigen Grenzwerten. Die Unterschiede zwischen den kontinuierlich messenden Stationen Ebikon, Sedel und Museggstrasse sind klein. Bei der Museggstrasse bewegten sich die Jahresmittelwerte zwischen 21 und 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 21 und 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Maximalwert wurde hier im Jahre 2003 gemessen, der Minimalwert im Jahre 2007.

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-Tagesgrenzwertes schwankte bei der Museggstrasse in den letzten 9 Jahren zwischen 10 und 42. Zulässig wäre ein Tag. Der Extremwert von 42 Überschreitungen des Tagesmittelwertes 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 während der letzten 10 Jahre registriert. 2004 war das Jahr mit der geringsten Anzahl von Überschreitungen bei der Messstation Museggstrasse. Bei der Station Ebikon Sedel wurde die geringste Anzahl Überschreitungen im Jahre 2005 festgestellt.

¹ 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 2007					
Pos.	Standort	Art der Messung	Jahresmittel NO ₂ in µg/m ³	Jahresmittel PM10 in µg/m ³	Max. 1-h Wert Ozon in µg/m ³
1	Bahnhofplatz	NO ₂ -Passivsammler	51		
2	Kasimir-Pfyffer-Strasse	NO ₂ -Passivsammler	26		
3	Museggstrasse	Monitoring Station	32	23	162
4	Neustadt Bleicherpark	NO ₂ -Passivsammler	31		
5	Sternmatt	NO ₂ -Passivsammler	25		
6	Tribtschen (VBL)	NO ₂ -Passivsammler	24		
7	Wesemlin Kloster	NO ₂ -Passivsammler	20		
8	Ebikon, Sedel	Monitoring Station	24	21	183
9	Littau, Rigistrasse	NO ₂ -Passivsammler	20		

5. Detaillierte Messresultate der Monitoring-Stationen für das Jahr 2007

Messtation Museggstrasse	Stickstoff- dioxid (NO ₂)	Feinstaub PM10	Ozon (O ₃)				
			Mittelwert µg/m ³	Mittelwert µg/m ⁴	Mittelwert µg/m ⁵	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	maximales Stundenmittel µg/m ³
2007							
Januar	35.2	18.8	21.0	0	73	66	
Februar	39.4	25.6	22.3	0	85	76	
März	35.8	24.8	38.6	0	112	89	
April	33.9	27.6	61.4	37	139	128	
Mai	24.3	15.3	62.0	10	138	113	
Juni	24.6	13.5	58.7	2	127	110	
Juli	24.5	14.8	57.9	22	162	128	
August	27.7	17.6	46.3	1	124	109	
September	28.5	19.0	35.0	0	107	90	
Oktober	34.1	33.9	16.1	0	61	50	
November	36.8	30.5	17.0	0	69	66	
Dezember	37.7	29.8	17.9	0	80	65	
Jahresmittel	31.8	22.6	37.9	72	162		
Grenzwert LRV*	30.0	20.0	–	1	120	100	

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

Messtation Ebikon, Sedel	Stickstoff- dioxid (NO ₂)	Feinstaub PM10	Ozon (O ₃)			
			Mittelwert µg/m ³	Mittelwert µg/m ⁴	Mittelwert µg/m ⁵	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³
2007						
Januar	30.8	16.8	26.6	0	76	68
Februar	34.0	23.9	28.3	0	94	81
März	29.5	23.0	47.7	1	127	102
April	24.7	28.2	72.5	106	156	145
Mai	18.6	14.2	68.5	40	148	130
Juni	15.7	11.8	68.3	25	145	128
Juli	16.5	11.8	66.8	61	183	146
August	18.4	14.7	56.9	28	143	129
September	20.3	15.8	45.9	7	126	115
Oktober	25.4	30.6	24.1	0	93	67
November	30.2	28.1	22.9	0	74	70
Dezember	28.9	25.8	26.2	0	86	75
Jahresmittel	24.3	20.5	46.2	268	183	
Grenzwert LRV*	30.0	20.0	–	1	120	100

* 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 72 Stunden, Sedel während 268 Stunden). Der maximale Stundenmittelwert für Ozon liegt mit 162 µg/m³ respektive 183 µg/m³ rund 10% tiefer als im Vorjahr. Der 98 %-Wert der Halbstundenmittel von Ozon lag an der Museggstrasse während 5 Monaten über dem entsprechenden Grenzwert, in Ebikon, Sedel während 7 Monaten.

6. Detaillierte Messresultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler für das Jahr 2007

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
02.01.2007	16.01.2007	33	29	34	37	50	32	29	32	24
16.01.2007	30.01.2007	31	25	31	35	49	27	30	31	25
30.01.2007	13.02.2007	36	32	35	40	52	32	35	35	30
13.02.2007	27.02.2007	35	29	37	42	55	32	33	36	28
27.02.2007	13.03.2007	32	23	32	36	51	27	25	28	22
13.03.2007	27.03.2007	29	21	32	36	56	23	26	29	22
27.03.2007	10.04.2007	26	18	31	33	51	20	22	25	19
10.04.2007	24.04.2007	24	16	28	36	58	21	19	24	17
24.04.2007	08.05.2007	25	18	27	30	56	21	20	22	16
08.05.2007	22.05.2007	18	13	20	24	48	15	15	17	12
22.05.2007	05.06.2007	19	14	24	25	50	15	15	17	13
05.06.2007	19.06.2007	19	14	24	22	48	14	15	15	11
19.06.2007	03.07.2007	18	13	23	22	50	15	16	16	12
03.07.2007	17.07.2007	17	12	22	23	51	16	16	15	12
17.07.2007	31.07.2007	16	12	21	23	52	16	18	16	13
31.07.2007	14.08.2007	18	12	25	22	51	16	17	17	12
14.08.2007	28.08.2007	21	16	26	25	53	19	19	19	15
28.08.2007	11.09.2007	21	16	23	26	51	18	20	21	15
11.09.2007	25.09.2007	25	19	30	31	51	22	24	23	19
25.09.2007	09.10.2007	23	20	28	29	50	24	23	24	20
09.10.2007	23.10.2007	28	25	31	34	51	25	27	28	22
23.10.2007	06.11.2007	29	26	29	29	42	25	25	27	22
06.11.2007	20.11.2007	28	23	30	32	51	25	27	28	22
20.11.2007	04.12.2007	36	31	32	37	57	33	36	36	30
04.12.2007	18.12.2007	29	24	30	31	48	24	25	26	21
18.12.2007	02.01.2008	36	29	35	35	50	30	33	36	31
Jahresmittel		26	20	28	31	51	22	24	25	20

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 etwas mehr als 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 $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ massiv über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (Grenzwert $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Die Belastung an den übrigen Standorten lag entweder im Bereich des Grenzwertes oder darunter.

7. Messresultate der Monitoring-Stationen seit 1999

Stickstoffdioxid NO ₂	Museggstrasse		Ebikon, Sedel	
	Jahresmittel	Tagesmittel max.	Jahresmittel	Tagesmittel max.
Jahr	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
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
2006	34	70	27	68
2007	32	61	24	55
Grenzwert LRV*	30	80	30	80

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

Seit 1999 ist die Stickstoffdioxid-Belastung an beiden Monitoring-Messstandorten leicht gesunken. Die Belastungsreduktion in den 90-iger Jahren war deutlich grösser. Der Rückgang von 2000 bis 2008 ist an der Museggstrasse mit 13 % etwas grösser als bei der Station Ebikon, Sedel (minus 11 %). 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 im Jahre 2007 beobachtet.

Feinstaub PM10	Museggstrasse			Ebikon, Sedel		
	Jahresmittel	Tagesmittel max.	Anz. Tagesmittel	Jahresmittel	Tagesmittel max.	Anz. Tagesmittel
Jahr	µg/m ³	µg/m ³	> 50 µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	> 50 µg/m ³
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
2006	27	165	42	25	161	35
2007	23	77	22	21	80	14
Grenzwert LRV*	20	50	1	20	50	1

* 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. 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 ₃	Museggstrasse			
	Jahresmittel µg/m ³	Stundenmittel max. µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	AOT 40 Wald ppm.h
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
2006	40	178	209	11.1
2007	38	162	72	6.7
Grenzwert LRV*	–	120	1	10.0**

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Schwellenwert (kein Grenzwert)

Ozon O ₃	Ebikon, Sedel			
	Jahresmittel µg/m ³	Stundenmittel max. µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	AOT 40 Wald ppm.h
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
2006	46	200	369	17.9
2007	46	183	268	13.9
Grenzwert LRV*	–	120	1	10.0**

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Schwellenwert (kein Grenzwert)

Für die Entwicklung der Ozonbelastung sind einerseits die Vorläufersubstanzen Stickoxide (NO_x) 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 4.9-mal höher als im Jahre 2007. Bei der Messstation Ebikon, Sedel wurden im Jahre 2003 2.7-mal mehr Stunden mit Stundenmittelwerten über 120 µg/m³ registriert als im Jahre 2007.

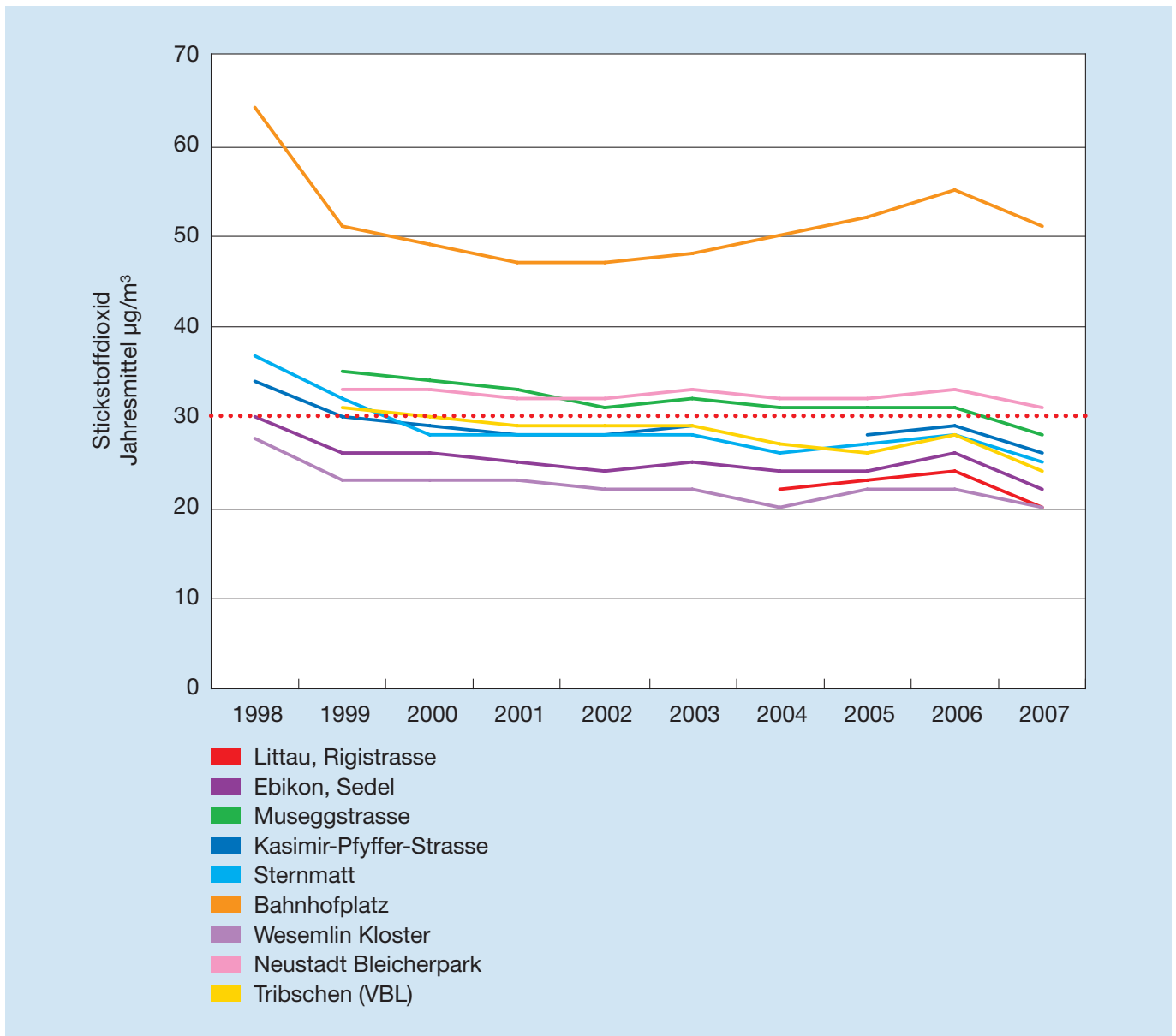
8. Messresultate der Stickstoffdioxid-Passivsammler seit 1989

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

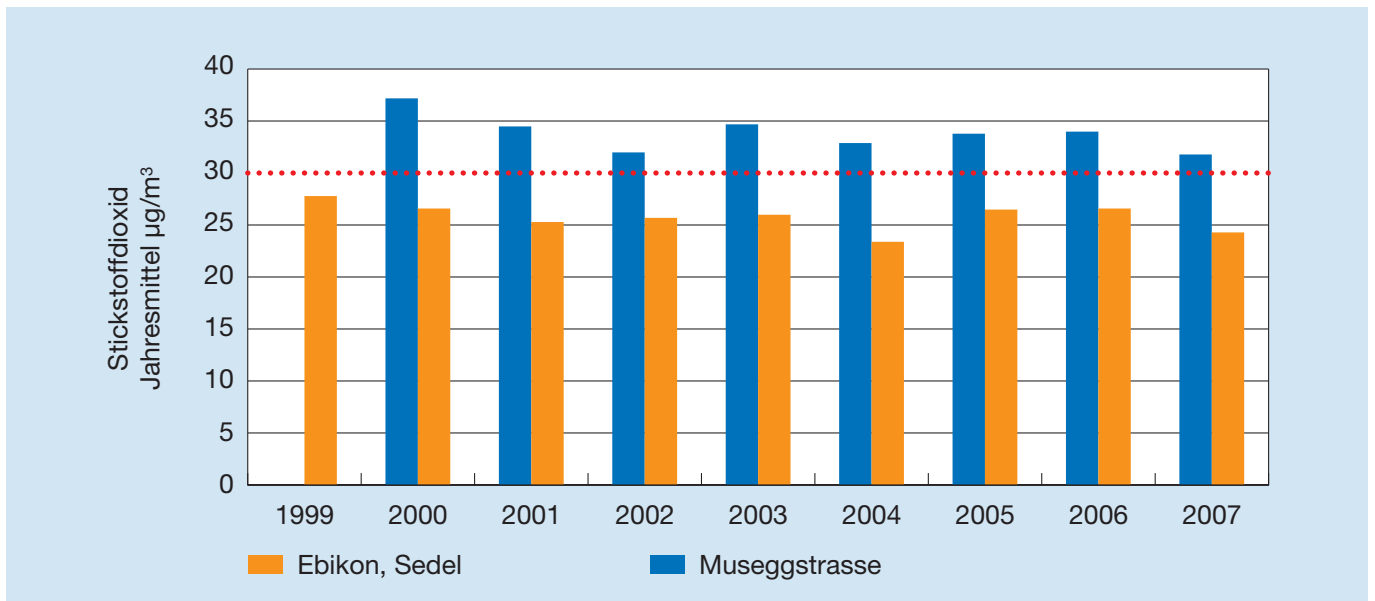
Zeitreihen von 19 Jahren existieren für 4 Messstandorte. Bedeutende Belastungsreduktionen konnten in den 90-iger Jahren beobachtet werden. Die Reduktionen von 1989 bis 2008 lagen bei 3 Stationen zwischen 38 und 49 %. Am Bahnhofplatz, einem Standort mit hohen lokalen Verkehrsemissionen, war die Reduktion der Belastung mit 20 % gegenüber dem höchsten Wert der 90-iger Jahre deutlich geringer. 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 $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (70 % 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

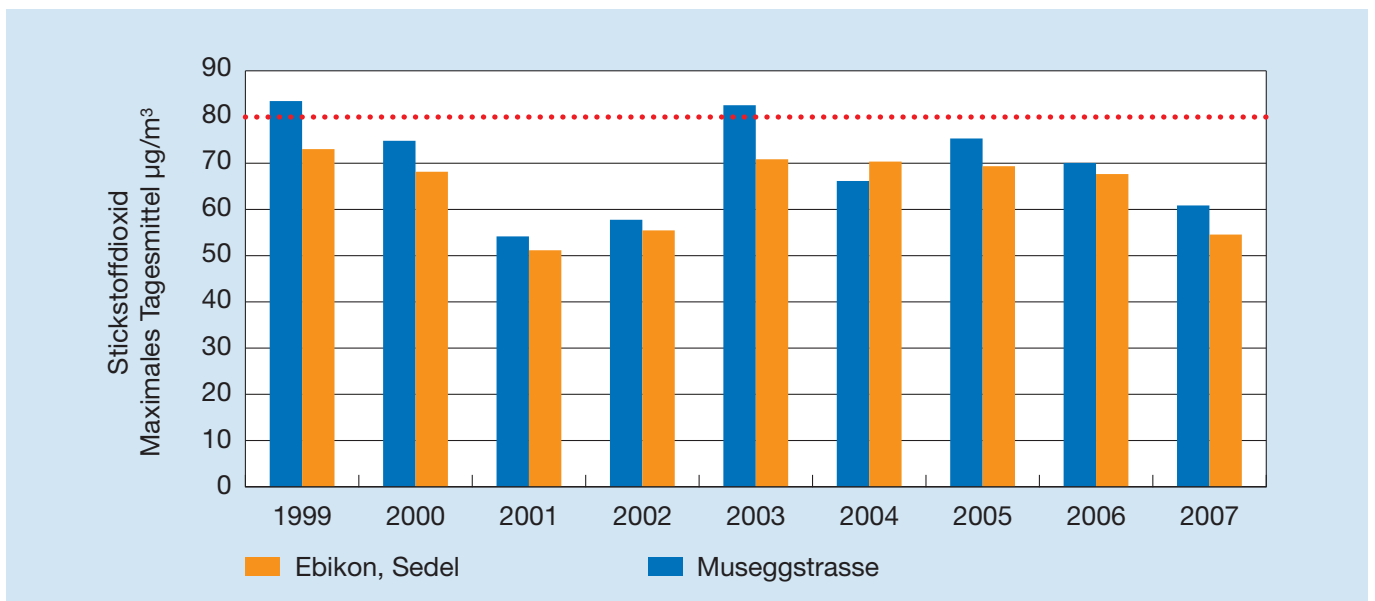


Grafik 2: Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung (NO_2 -Jahresmittelwerte) an verschiedenen Standorten (1998 bis 2007).
 Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



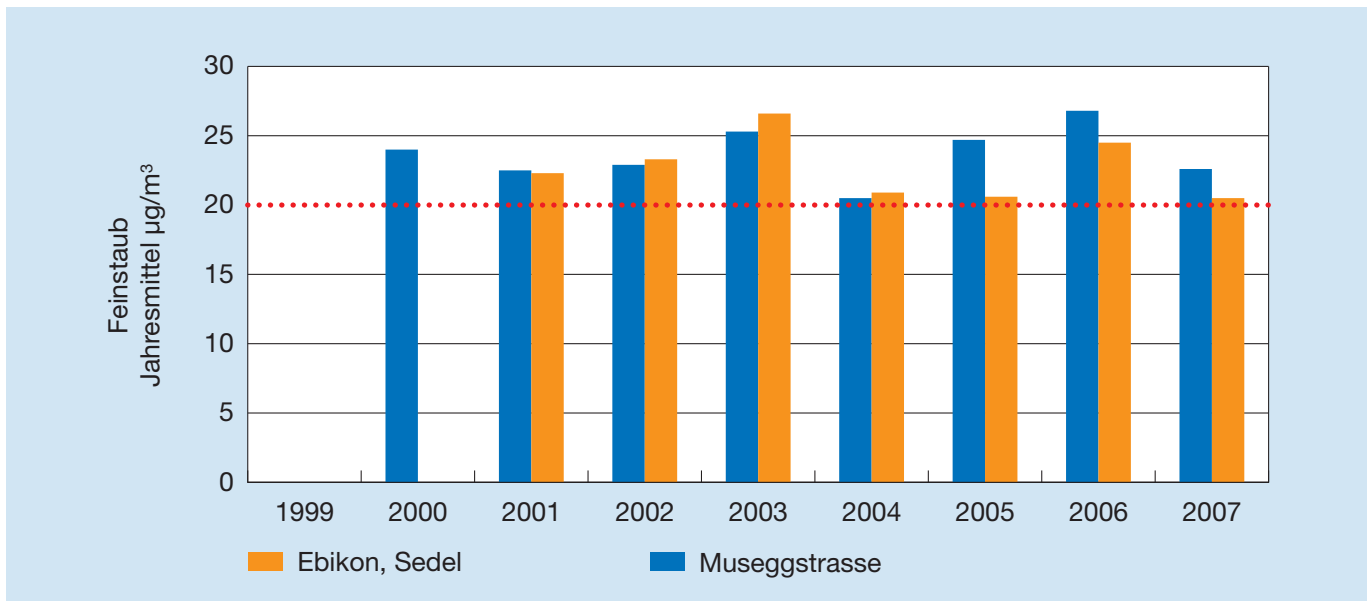
Grafik 3: Jahresmittel der Stickstoffdioxidbelastung (NO₂) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2007)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



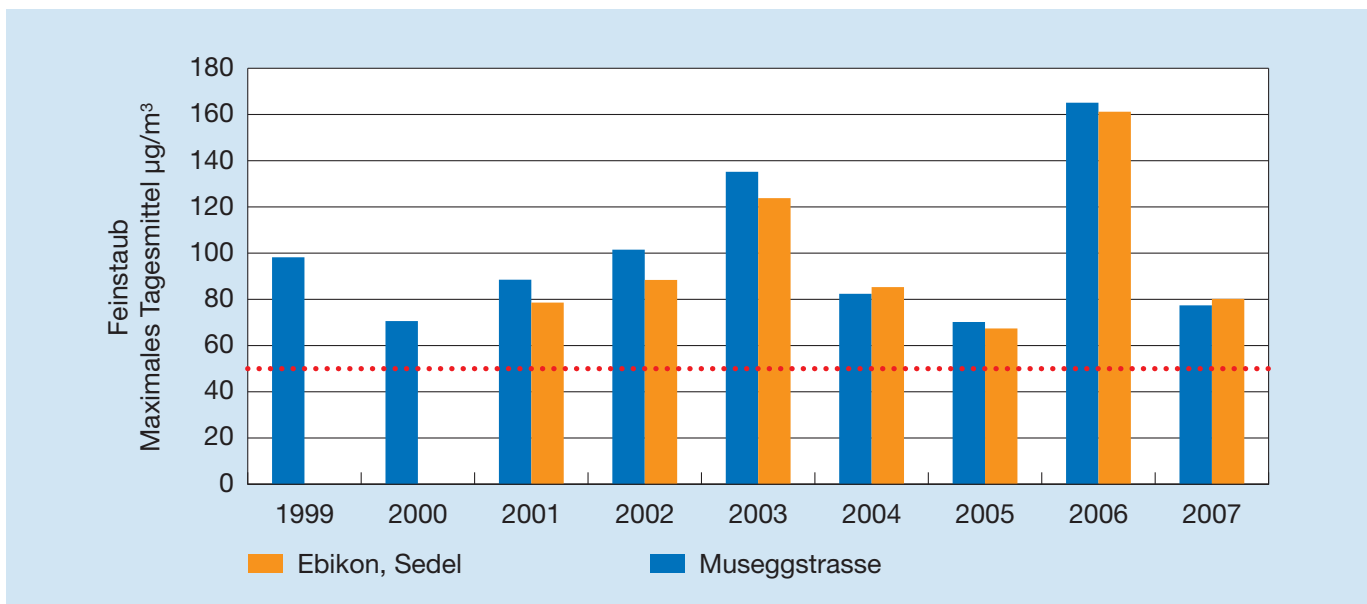
Grafik 4: Maximale Tagesmittelwerte der Stickstoffdioxidbelastung (NO₂) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2007)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



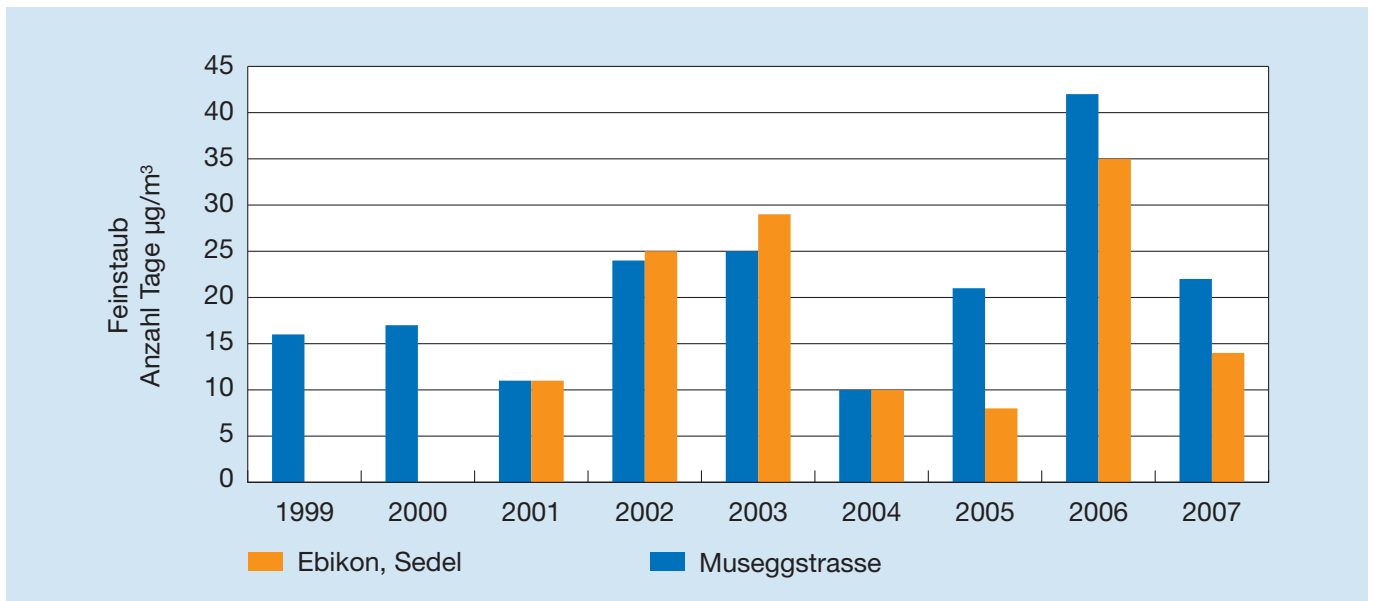
Grafik 5: Jahresmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2007)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

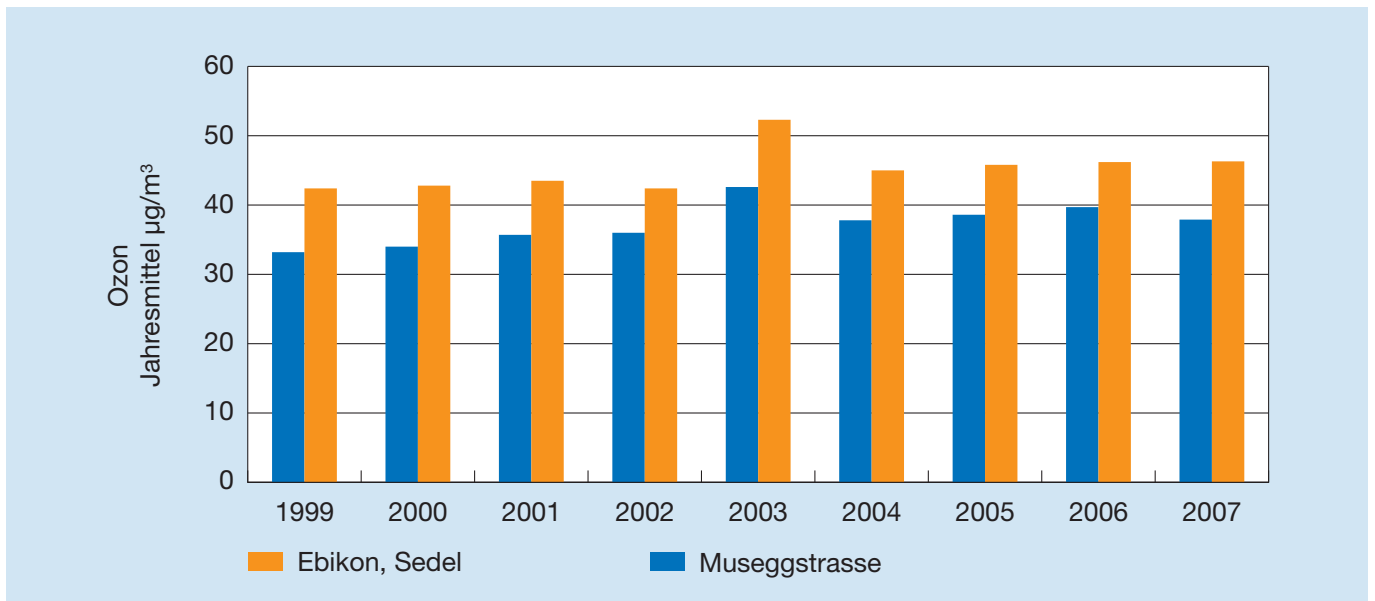


Grafik 6: Maximale Tagesmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2007)

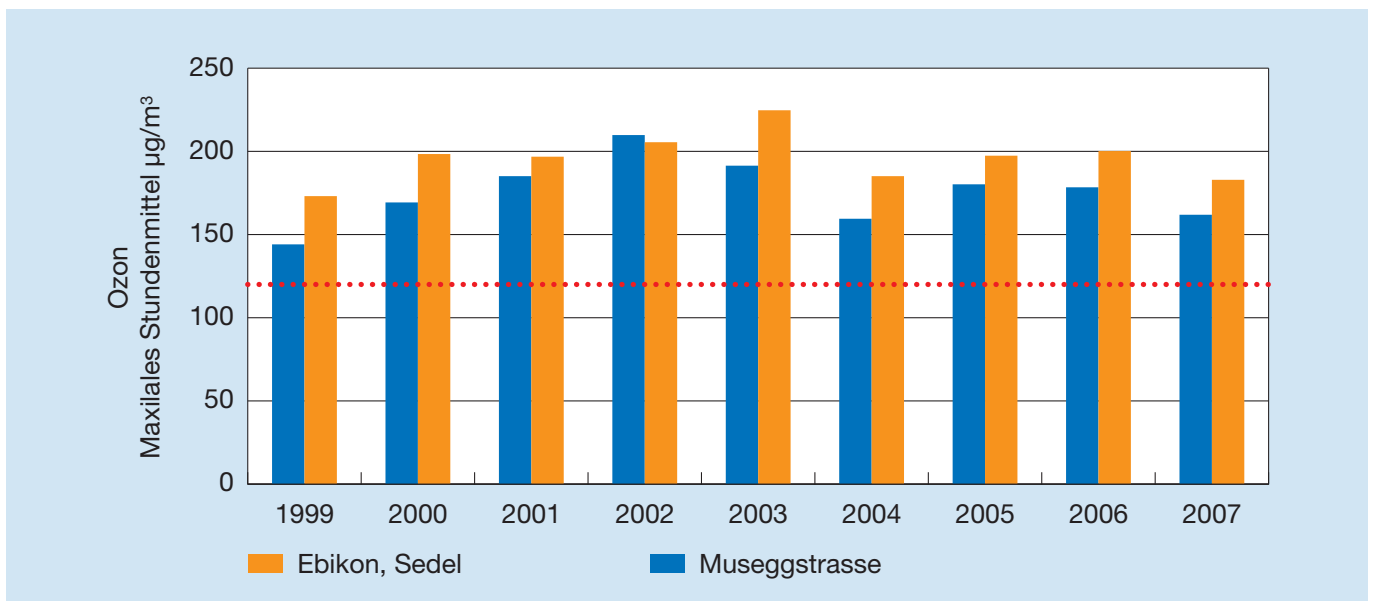
..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



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 2007). Maximal zulässig ist ein Tag.

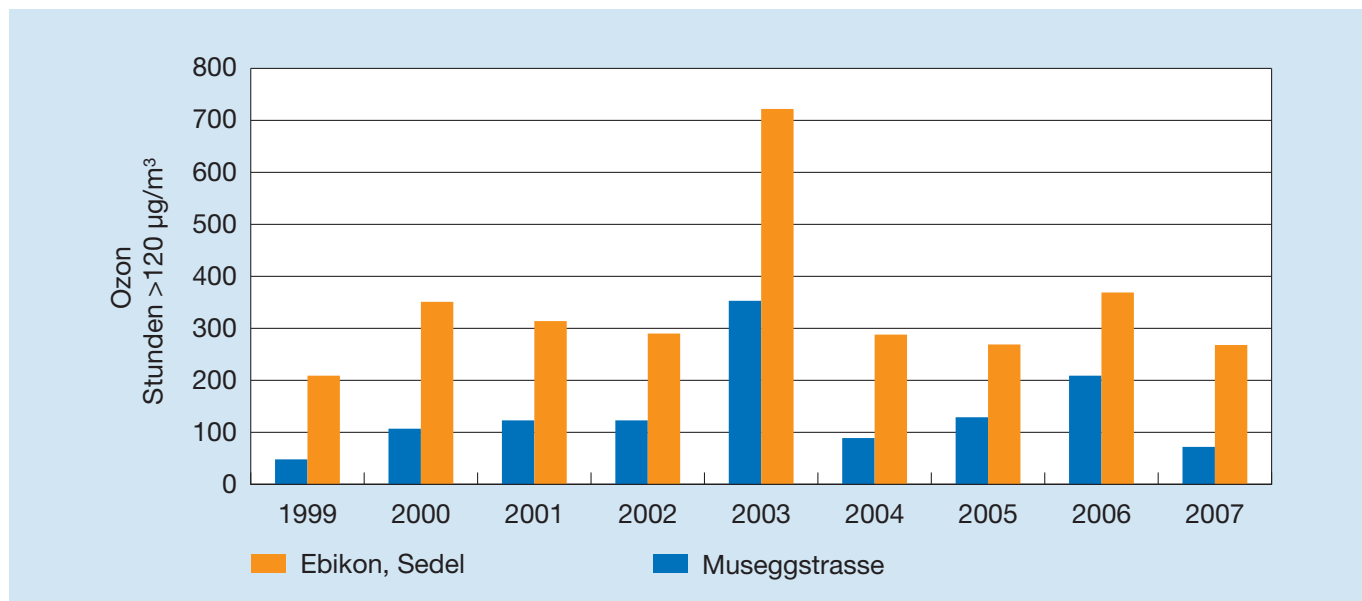


Grafik 8: Jahresmittelwerte der Ozonbelastung (O₃) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2007)

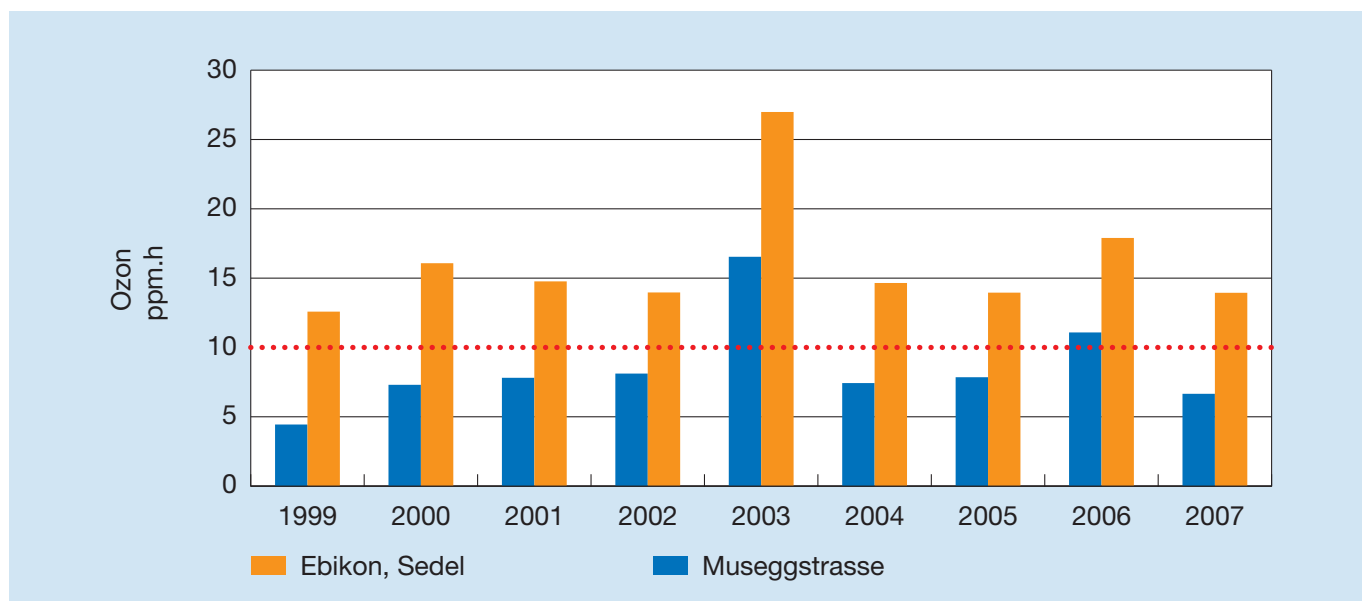


Grafik 9: Maximales Stundenmittel der Ozonbelastung (O₃) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2007)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



Grafik 10: Anzahl Stundenmittel mit Ozonbelastungen (O₃) über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (120 µg/m³) für die Standorte Museggstrasse und Ebikon, Sedel (1999 bis 2007). 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 2007)
 Schwellenwert

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort **Jahr**

Messinstanz
 Kontaktperson
 Umrechnung von ppb in µg/m³ bei °C / hPa

Koordinaten X in m / Y in m / Höhe m über Meer
 Probenahme m von Strasse m über Boden

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 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte		Messgerät / Messmethode
					Jahr	Tag	
SO ₂	3.2	8.1	12.4	0	30	100	Monitor Labs 9850
NO ₂	31.8	59.8	60.9	0	30	80	Monitor Labs 9841A
NO _x	27.3	67.4	121.6				Monitor Labs 9841A
CO					9		
TSP							
PM10	22.6	54.8	77.4	22	20	50	TECOM 1400AB FDMS
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/OC							
Ammoniak							

Ozon Messgerät

Einheit	Jahresmittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³		Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m³		Anzahl > 240 µg/m³		Dosis AOT40f in ppm·h
				98%-Wert	Stundenmittel	h	d	h	d	
µg/m³	37.9	128.5	181.9	5		72	22	0	0	6.7

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort **Jahr**

Messinstanz
 Kontaktperson
 Umrechnung von ppb in µg/m³ bei °C / hPa

Koordinaten X in m / Y in m Höhe m über Meer
 Probenahme m von Strasse m über Boden

Standortcharakteristika
 Stadtzentrum Industriezone
 Agglomeration strassennah
 ländlich Hintergrund
 Hochgeorge

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 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > GW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte		Messgerät / Messmethode
						Jahr	Tag	
SO ₂	µg/m³					30	100	
NO ₂	µg/m³	24.3	53.1	54.6	0	30	80	Monitor Labs 9841A
NO _x	ppb	20.7	63.5	124			6	Monitor Labs 9841A
CO	mg/m³							
TSP	µg/m³							
PM10	µg/m³	20.5	52.2	80.2	14	20	50	TECOM 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
 höchster 98%-Wert **maximales Stundenmittel**

Jahresmittel **Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³** **Anzahl 1h-Mittel**

Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m³
 h d

Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 180 µg/m³
 h d

Dosis AOT40f in ppm·h