



**Stadt
Luzern**

**Die Luftqualität
in der Stadt Luzern
2015**

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Messstandorte	4
3	Wetter-Charakteristik 2015	5
4	Messresultate 2015	6
4.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	6
4.2	Feinstaub (PM10)	7
4.3	Russ	8
4.4	Ozon (O ₃)	8
5	Messresultate seit Messbeginn	9
5.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	9
5.2	Feinstaub (PM10)	11
5.3	Russ	11
5.4	Ozon (O ₃)	12
6	Diskussion der Messergebnisse	14
6.1	Allgemeine Informationen	14
6.2	Stickstoffdioxid (NO ₂)	14
6.3	Feinstaub (PM10)	15
6.4	Russ	16
6.5	Ozon (O ₃)	16
7	Glossar	18
8	Anhang	19
8.1	Grafiken	19
8.2	BAFU-Stationsblätter	25
8.3	Klimabulletin Jahr 2015, MeteoSchweiz	27

Text: Peter Schmidli, Stadt Luzern, Umweltschutz
Susanne Bieri, inNET Monitoring AG
Christian Ruckstuhl, inNET Monitoring AG

Titelbild: Peter Schmidli, Stadt Luzern, Umweltschutz

Luzern, Juni 2016

1 Einleitung

Dieser Bericht liefert einen Überblick über die Luftqualität in der Stadt Luzern. Er dokumentiert und interpretiert die lufthygienischen Immissionsmessungen auf Stadtgebiet.

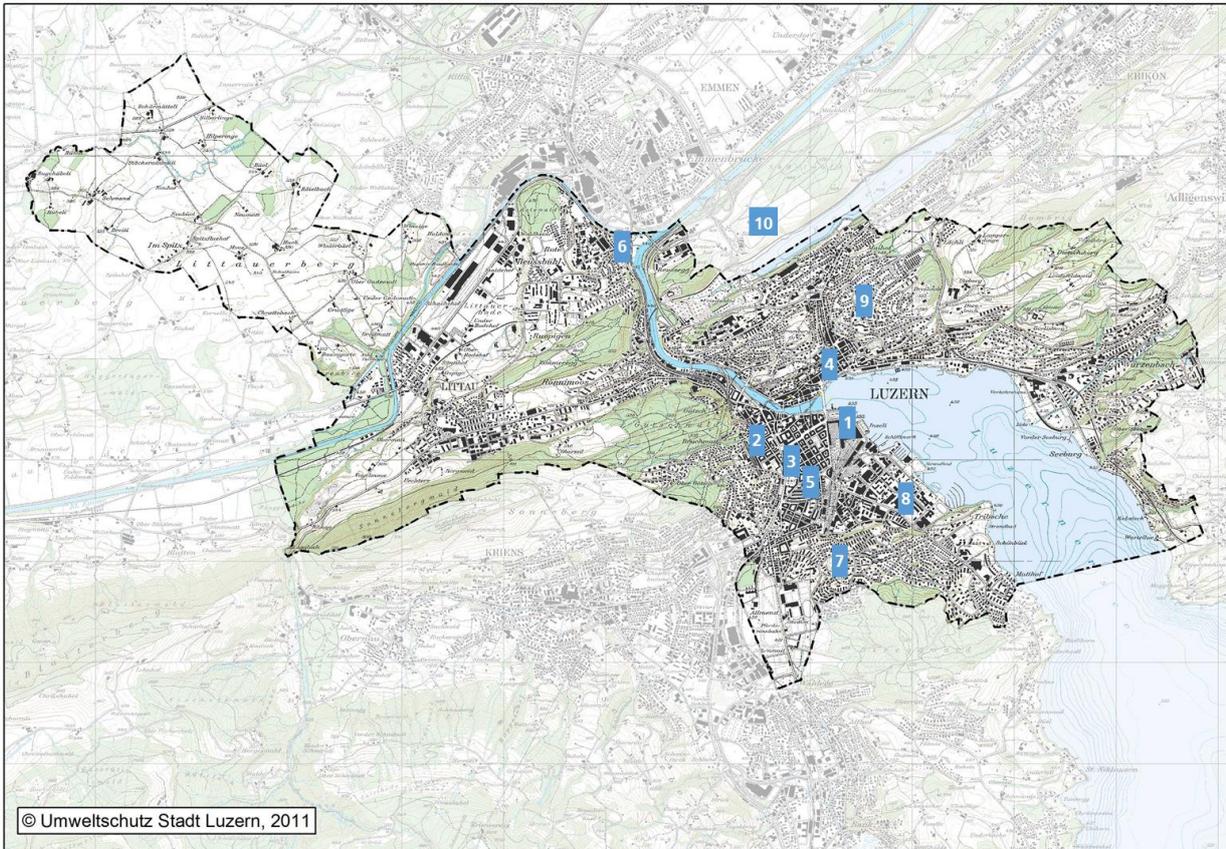
Die Stadt Luzern führt selber keine lufthygienischen Immissionsmessungen durch. Die in diesem Bericht dokumentierten Messresultate stammen aus dem gemeinsamen Luftmessnetz in-LUFT der Zentralschweizer Kantone. in-LUFT publiziert seine Messdaten in Form von Newslettern (bis 2010 Flyer) und detaillierten Messberichten. Alle Publikationen und Messdaten stehen im Internet unter www.in-luft.ch zur Verfügung.

Die Messverfahren und die Interpretation der Ergebnisse 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 definieren die minimalen Anforderungen an die Luftqualität. Trotz erheblicher Fortschritte in der Vergangenheit können auch auf dem Gebiet der Stadt Luzern noch nicht alle Immissionsgrenzwerte eingehalten werden.

Die politischen Behörden der Stadt Luzern wollen die Luftbelastung daher weiter senken und haben sich für eine aktive Luftreinhalte-, Energie- und Klimapolitik ausgesprochen. Bereits im Jahr 2008 hatte der Stadtrat einen ersten Aktionsplan Luftreinhalte- und Klimaschutz beschlossen. Die darin enthaltenen Massnahmen sind heute weitgehend umgesetzt. Ende 2015 hat der Stadtrat deshalb einen neuen „Aktionsplan Luft, Energie, Klima 2015“ mit 17 Massnahmen verabschiedet, die bis 2021 umgesetzt werden.

Weitere Auskünfte zu Fragen der Luftqualität in der Stadt Luzern erhalten Sie beim Herausgeber dieses Berichtes (Stadt Luzern, Umweltschutz, Industriestrasse 6, CH-6005 Luzern) oder im Internet unter www.luft.stadtluzern.ch.

2 Messtandorte



Grafik 1: Messtandorte

Grafik 1 gibt einen Überblick über sämtliche aktuellen Messtandorte in der Stadt Luzern und die Messstation Sedel auf dem Gemeindegebiet von Ebikon. Am Standort Museggstrasse (4) wurde die Monitoring-Station Ende 2010 ausser Betrieb genommen. Gründe waren die geographische Nähe zur Messstation Ebikon, Sedel und die insbesondere bezüglich Feinstaub vergleichbare Exposition der beiden Messstationen. Die Passivsammlermessungen an diesem Standort laufen weiter. Als Ersatz für den Messtandort Museggstrasse wird seit Anfang 2010 die Monitoring-Station Moosstrasse (3) betrieben. Sie repräsentiert einen Standort mit hoher Verkehrsbelastung im flachen Gebiet des linken See- beziehungsweise Reussufers. Seit dem Jahr 2012 werden an dieser Messstation auch Russmessungen mittels Aethalometer (optisches Verfahren zur Bestimmung von Black Carbon [BC]) durchgeführt. Seit Anfang 2014 wird an der Messstation Ebikon, Sedel ebenfalls mittels einem Aethalometer Russ (BC) bestimmt.

Standorte und Überblick Messungen 2015						
Pos.	Standort	Art der Messung	NO ₂	PM10	O ₃	Russ
1	Bahnhofplatz	NO ₂ -Passivsammler	x			
2	Kasimir-Pfyffer-Strasse	NO ₂ -Passivsammler	x			
3	Moosstrasse	Monitoring-Station	x	x		x
4	Museggstrasse	NO ₂ -Passivsammler	x			
5	Neustadt Bleicherpark	NO ₂ -Passivsammler	x			
6	Reussbühl	NO ₂ -Passivsammler	x			
7	Sternmatt	NO ₂ -Passivsammler	x			
8	Tribtschen (VBL)	NO ₂ -Passivsammler	x			
9	Wesemlin Kloster	NO ₂ -Passivsammler	x			
10	Ebikon, Sedel	Monitoring-Station	x	x	x	x

3 Wetter-Charakteristik 2015

Da das Wettergeschehen einen grossen Einfluss auf die Schadstoffbelastung hat, lohnt sich ein Blick auf den Wetterverlauf des Jahres 2015, der im Klimabulletin 2015 von Meteo-Schweiz beschrieben wird. Letzteres ist im Anhang ersichtlich. Im Folgenden ist eine kurze Zusammenfassung des Wettergeschehens mit Fokus auf die Region Luzern zu finden.

Das Jahr 2015 geht als Jahr mit einem aussergewöhnlich heissen und trockenen Sommer in die Geschichte ein. Die Jahresmitteltemperatur 2015 lag in Luzern (SwissMetNet-Station auf der Allmend) bei 10.8 °C und damit, wie schon im Vorjahr, über 1 Grad über dem Normwert 1981 – 2010. Auch die durchschnittliche Sonnenscheindauer war im Jahr 2015 deutlich höher als im langjährigen Mittel. Die Jahresniederschläge lagen im Bereich der Norm.

Meteo-Messungen SwissMetNet-Station Luzern 2015			
	Normwert 1981 - 2010	Jahresmittel 2015	Abweichung 2015 zur Norm
Temperatur	9.7 °C	10.8 °C	+1.1 °C
Niederschlag	1'173 mm	1'123 mm	-49 mm
Sonnenscheindauer	1'424 h	1'733 h	+309 h

Der Jahresbeginn 2015 war extrem mild, so wurde in Luzern auch die höchste je gemessene Tagesmitteltemperatur in einem Wintermonat von 15.1°C registriert. Ab Mitte Januar und im Februar herrschten dann doch noch winterliche Verhältnisse bis ins Flachland. Der Frühling war von Hochdruck geprägt. Sonnige und milde Tage dominierten das Wettergeschehen. Der sonnige und trockene Frühling erlitt dann im Mai einen argen Dämpfer: Rekordniederschläge waren im ganzen Land zu verzeichnen, welche dann auch in der Zentralschweiz zu Überschwemmungen führten.

Der Sommer 2015 geht als Zweitwärmster in der Schweiz in die Geschichte ein. Der Temperaturüberschuss der Sommermonate betrug 2.4°C. Alle drei Sommermonate trugen erheblich zu diesem Überschuss bei. In Luzern war der Sommer 2015 auch am zweitsonnigsten seit Beginn der über 50-jährigen homogenen Messreihe, hinter dem Hitzesommer 2003,

In den Herbstmonaten September und Oktober dominierten kühle Nord- und Nordwestströmungen sowie Bisenlagen das Wettergeschehen. Deshalb lag die September- und Oktobertemperatur deutlich unter der langjährigen Norm. Der November vermochte das Temperaturdefizit der beiden Vormonate aber wieder zu kompensieren. Anhaltendes Hochdruckwetter mit Warmluftzufuhr führten zum drittwärmsten November seit Messbeginn, in Luzern war der November 2015 sogar der sonnigste November seit den verfügbaren homogenen Messreihen im Jahr 1959.

Das anhaltend extrem milde und praktisch niederschlagsfreie Hochdruckwetter hielt auch im Dezember an und führte schweizweit zu einer ausgeprägten frühwinterlichen Schneearmut.

Witterungsbedingt herrschten im Jahr 2015 relativ gute Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe. In den Wintermonaten wurden kaum langanhaltende Inversionslagen registriert. Der heisse und sonnenreiche Sommer begünstigte hingegen die Ozonproduktion.

4 Messresultate 2015

4.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

4.1.1 Monitoring-Stationen

Stickstoffdioxid (NO ₂)	Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³
2015						
Januar	33.8	50.7	0	54.9	80.0	1
Februar	38.9	64.4	0	62.4	81.1	1
März	25.8	40.1	0	49.8	70.0	0
April	18.6	29.8	0	44.1	66.1	0
Mai	14.2	25.0	0	37.9	54.5	0
Juni	12.2	21.0	0	38.1	53.7	0
Juli	14.0	26.0	0	38.5	62.6	0
August	15.3	23.6	0	40.8	56.8	0
September	17.9	27.5	0	38.7	47.8	0
Oktober	23.2	30.6	0	39.4	45.8	0
November	28.1	47.7	0	47.5	63.4	0
Dezember	32.1	43.4	0	50.8	65.6	0
Jahr	22.7	64.4	0	45.1	81.1	2
Grenzwert LRV*	30.0	80.0	1	30.0	80.0	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

4.1.2 Passivsammler-Messungen

Periode		Standorte (Periodenmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Grenzwert LRV 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)							
von	bis	Museggstrasse	Kasimir-Pfyffer-Strasse	Sternmatt	Bahnhofplatz	Wesemlin Kloster	Neustadt Bleicherpark	Tribschen (VBL)	Reussbühl
07.01.2015	04.02.2015	34	34	35	57	26	36	35	36
04.02.2015	04.03.2015	44	40	40	59	32	43	39	49
04.03.2015	01.04.2015	35	31	28	49	24	35	26	35
01.04.2015	29.04.2015	30	23	21	48	16	26	20	28
29.04.2015	27.05.2015	27	17	15	45	12	20	15	27
27.05.2015	23.06.2015	25	18	16	43	10	19	14	24
23.06.2015	22.07.2015	30	23	15	46	13	23	13	23
22.07.2015	18.08.2015	26	18	14	47	10	18	14	22
18.08.2015	16.09.2015	28	20	18	49	13	25	17	-
16.09.2015	13.10.2015	27	23	23	47	18	28	23	26
13.10.2015	10.11.2015	32	29	29	46	24	33	28	32
10.11.2015	09.12.2015	33	34	35	44	28	38	33	35
09.12.2015	05.01.2016	36	36	35	49	28	39	34	34
Jahresmittel		31	26	25	48	19	29	24	31

4.2 Feinstaub (PM10)

Feinstaub (PM10)	Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
	Mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximales Tagesmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Tagesmittel > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximales Tagesmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Tagesmittel > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2015						
Januar	17.9	57.8	1	28.0	66.2	1
Februar	28.4	54.4	1	39.8	64.6	9
März	24.8	54.8	2	32.0	61.6	5
April	14.9	23.5	0	22.0	31.2	0
Mai	12.6	26.8	0	19.8	32.2	0
Juni	12.2	22.5	0	15.4	27.0	0
Juli	16.5	34.6	0	18.8	36.7	0
August	13.8	25.3	0	16.2	27.6	0
September	11.3	19.7	0	13.8	21.8	0
Oktober	20.9	32.2	0	24.9	38.1	0
November	15.4	31.9	0	21.6	39.8	0
Dezember	18.4	35.0	0	27.4	47.4	0
Jahr	17.2	57.8	4	23.2	66.2	15
Grenzwert LRV*	20.0	50.0	1	20.0	50.0	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

4.3 Russ

Russ (BC)*	Ebikon, Sedel		Moosstrasse	
2015	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³
Januar	0.6	2.1	1.4	2.6
Februar	0.7	1.8	1.6	2.7
März	0.5	1.1	1.3	2.1
April	0.3	0.6	1.0	1.6
Mai	0.3	0.9	1.0	1.4
Juni	0.3	0.6	1.0	1.5
Juli	0.3	0.9	1.0	1.6
August	0.4	0.8	1.0	1.5
September	0.4	0.7	1.0	1.3
Oktober	0.6	1.0	1.3	1.8
November	0.6	1.3	1.4	2.4
Dezember	0.9	1.9	1.9	2.6
Jahr	0.5	2.1	1.2	2.7
Schutzziel EKL*	0.1	-	0.1	-

* Seit Mitte 2015 wird bei der Messstation Luzern Moosstrasse die Russbelastung mit dem Aethalometer AE33 gemessen. Um die Vergleichbarkeit mit dem EC-Referenzverfahren sicherzustellen, sind die Messresultate rechnerisch korrigiert worden.
 ** EKL, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene

4.4 Ozon (O₃)

Ozon (O ₃)	Ebikon, Sedel				
2015	Mittelwert µg/m ³	Anzahl Stunden- mittel > 120 µg/m ³	Maximales Stun- denmittel µg/m ³	98%-Wert µg/m ³	AOT 40 Wald ppm·h
Januar	25.7	0	87.1	73.2	
Februar	27.6	0	73.6	65.7	
März	42.7	0	101.4	93.2	
April	63.3	13	135.2	118.9	
Mai	64.8	25	169.3	127.2	
Juni	73.9	70	147.7	139.8	
Juli	84.3	143	178.9	163.2	
August	69.2	87	165.9	148.7	
September	42.4	0	103.9	89.6	
Oktober	21.2	0	92.7	70.1	
November	21.2	0	79.5	70.3	
Dezember	9.4	0	78.0	53.8	
Jahr	45.6	338	178.9		15.5
Grenzwert LRV*	-	1	120.0	100.0	5.0**

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung
 ** Schwellenwert (kein Grenzwert)

5 Messresultate seit Messbeginn

5.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

5.1.1 Monitoring-Stationen

Stickstoffdioxid NO ₂	Museggstrasse			Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³
Jahr									
1991				37	85	2			
1992				36	99	3			
1993				34	67	0			
1994				35	68	0			
1995				33	87	1			
1996				31	71	0			
1997				31	77	0			
1998				29	69	0			
1999				28	73	0			
2000	37	75	0	27	68	0			
2001	34	54	0	25	51	0			
2002	32	58	0	26	55	0			
2003	35	83	1	26	71	0			
2004	33	66	0	23	70	0			
2005	34	75	0	26	69	0			
2006	34	70	0	27	68	0			
2007	32	61	0	24	54	0			
2008	32	65	0	25	61	0			
2009	32	77	0	25	70	0			
2010	33	88	1	25	80	0	49	99	11
2011				24	58	0	50	100	9
2012				23	76	0	48	92	6
2013				23	70	0	47	87	4
2014				22	54	0	44	76	0
2015				23	64	0	45	81	2
Grenzwert LRV*	30	80	1	30	80	1	30	80	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

5.1.2 Passivsammler-Messungen

Jahr	Standorte (Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)									
	Mattweg (ehem. Rigistrasse)	Ebikon, Sedel	Museggstrasse*	Kasimir-Pfyffer-Strasse	Sternmatt	Bahnhofplatz	Wesemlin Kloster	Neustadt Bleicherpark	Tribtschen (VBL)	Reussbühl
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	50	23	33	31	
2000		26	34	29	28	49	23	33	30	
2001		25	33	28	27	47	22	32	28	
2002		24	31	28	28	47	22	32	29	
2003		25	32	29	28	49	22	33	29	
2004	22	23	31		26	50	20	31	26	
2005	23	24	31	27	27	52	21	32	26	
2006	24	26	31	29	28	55	22	33	28	
2007	20	23	28	26	25	51	20	31	23	
2008			27	26	25	49	19	30	23	
2009			30	27	27	51	20	31	24	
2010			31	28	28	52	22	32	27	32
2011			29	28	27	52	21	32	27	31
2012			27	26	25	52	20	30		31
2013			28	27	25	52	20	30	24	31
2014			27	25	23	49	19	28	23	30
2015			31	26	25	48	19	29	24	31

* Der Passivsammler Museggstrasse wurde im Frühjahr 2015 aufgrund baulicher Arbeiten am Messstandort etwas näher bei der Strasse platziert. Dies führt zu einer höheren Immissionsbelastung im Vergleich zum Mehrjahresmittel.

5.2 Feinstaub (PM10)

Feinstaub PM10	Museggstrasse			Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m ³	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m ³	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m ³
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			
2010	24	106	23	23	98	16	29	113	34
2011				21	78	12	32	266	48
2012				19	91	7	22	101	18
2013				22	76	15	27	88	25
2014				14	55	2	25	78	10
2015				17	58	4	23	66	15
Grenzwert LRV*	20	50	1	20	50	1	20	50	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

5.3 Russ

Russ (BC)	Ebikon, Sedel		Moosstrasse	
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³
2012			2.2	8.3
2013			1.8	6.3
2014	0.5	2.3	1.3	5.5
2015	0.5	2.1	1.2	2.7
Schutzziel EKL	0.1	-	0.1	-

* EKL, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene

5.4 Ozon (O₃)

Ozon O ₃	Museggstrasse			
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Stundenmittel µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	AOT 40 Wald ppm·h
Jahr				
2000	34	169	107	7.3
2001	36	185	123	7.7
2002	36	210	123	8.1
2003	43	191	353	16.6
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
2010***	39	192	177	8.6
Grenzwert LRV*	-	120	1	5.0**

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Schwellenwert (kein Grenzwert)

*** Messungen per Ende 2010 eingestellt

Messresultate seit Messbeginn

Ozon O ₃	Ebikon, Sedel			
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Stundenmittel µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	AOT 40 Wald ppm·h
Jahr				
1991	37	212	357	17.0
1992	36	189	356	16.0
1993	36	179	262	12.5
1994	38	196	363	17.4
1995	41	198	325	16.3
1996	39	194	307	13.9
1997	40	181	330	16.2
1998	47	220	384	19.4
1999	42	173	209	13.1
2000	43	198	351	16.9
2001	43	197	314	15.3
2002	42	206	290	14.2
2003	52	225	772	29.6
2004	45	185	288	14.7
2005	46	197	269	14.0
2006	46	200	369	17.9
2007	46	183	286	13.9
2008	43	162	178	11.8
2009	44	179	198	11.4
2010	45	200	272	12.8
2011	44	183	257	13.0
2012	46	164	199	11.0
2013	45	189	276	13.1
2014	43	179	150	9.6
2015	46	179	338	15.5
Grenzwert LRV*	-	120	1	5.0**

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Schwellenwert (kein Grenzwert)

Ozon O ₃	Moosstrasse			
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Stundenmittel µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	AOT 40 Wald ppm·h
Jahr				
2010	30	160	73	4.7
2011***	29	136	35	4.0
Grenzwert LRV*	-	120	1	5.0**

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Schwellenwert (kein Grenzwert)

*** Messungen per Ende 2011 eingestellt

6 Diskussion der Messergebnisse

6.1 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 rund 5'700 Feuerungsanlagen 81'000 Einwohnerinnen und Einwohner sowie 78'900 Beschäftigte mit Wärme. Täglich fahren mehr als 94'300 Fahrzeuge auf der Autobahn A2 durch den Reussport-Tunnel und 36'500 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 verlaufen, behindern die Verdünnung der Luftschadstoffe und führen zu hohen Schadstoffkonzentrationen.

6.2 Stickstoffdioxid (NO₂)

6.2.1 Situation 2015

Im Jahr 2015 lag die Stickstoffdioxidbelastung an den Monitoring-Stationen über den Werten des Vorjahres, welches meteorologisch bedingt eine sehr geringe Belastung aufwies. Die Messstation Ebikon, Sedel wies einen Jahresmittelwert von 23 µg/m³ aus. Am verkehrsexponierten Standort Moosstrasse wurde ein Jahresmittelwert von 45 µg/m³ registriert. Dieser Wert liegt weiterhin deutlich über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung von 30 µg/m³. Im Jahr 2015 wurde an der Monitoring-Station Sedel der Grenzwert für das Tagesmittel (80 µg/m³) eingehalten, an der Station Moosstrasse wurde der Tagesmittelgrenzwert hingegen zweimal überschritten. Erlaubt wäre gemäss Luftreinhalteverordnung eine Überschreitung pro Jahr.

Im Vergleich zum Vorjahr zeigten auch sieben der acht Passivsammler-Standorte im Stadtgebiet eine leicht höhere NO₂-Konzentration. Vier der acht Standorte lagen 2015 unter und drei Standorte im Bereich des LRV-Grenzwertes. Der Passivsammler am stark frequentierten Bahnhofplatz zeigte mit einem Jahresmittelwert von 48 µg/m³ weiterhin eine deutliche Überschreitung des LRV-Jahresmittelgrenzwertes. Die Schadstoffsituation am Bahnhofplatz ist geprägt durch bedeutende Verkehrsemissionen, wobei Dieselbusse und Reisecars an diesem Ort einen erheblichen Anteil zur Belastung beitragen (Bericht „Immissionsbelastung Luzern Bahnhofplatz“ vom 2. Februar 2015).

Die Stickstoffdioxid-Immissionen liegen im dicht besiedelten Stadtgebiet und entlang des Hauptverkehrsnetzes nach wie vor über den Grenzwerten sowohl für das Jahresmittel als auch für das Tagesmittel. Davon betroffen sind rund 20 Prozent der Bevölkerung.

Im Winterhalbjahr ist die Belastung mit Stickstoffdioxid höher als im Sommerhalbjahr. Einerseits kommen im Winterhalbjahr zu den Emissionen des Verkehrs noch jene der Heizungen hinzu. Andererseits behindern austauscharme Wetterlagen die Verdünnung der Schadstoffemissionen.

6.2.2 Langjährige Entwicklung

Ein Blick auf die Messresultate der Passivsammler zeigt, dass sich in den letzten 10 Jahren die Jahresmittelwerte von Stickstoffdioxid an fast allen Standorten in einer Bandbreite von ±13 % bewegten. Leider hat sich insgesamt der Trend der 1990er-Jahre, als eine starke Reduktion der Stickstoffdioxid-Belastung beobachtet werden konnte, in den letzten 10 Jahren nicht mehr fortgesetzt. Alle Passivsammler-Standorte zeigen über die letzten 10 Jahre keine statistisch signifikanten Veränderungen mehr. An der Monitoring-Station Ebikon, Sedel ist eine leicht rückläufige, statistisch signifikante Tendenz erkennbar. An der stark verkehrsbelasteten Monitoring-Station Moosstrasse zeigen die letzten sechs Jahre einen Rückgang der Belastung mit Stickstoffdioxid. Die Zeitreihe ist aber noch zu kurz, um von gesicherten Erkenntnissen zu sprechen.

Maximal einmal pro Jahr darf der Wert von $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemäss der schweizerischen Luftreinhalteverordnung im Tagesmittel überschritten werden. Die Stationen Museggstrasse sowie Ebikon, Sedel weisen bzw. weisen seit 2005 keine oder höchstens eine Überschreitung des Tagesgrenzwertes pro Jahr auf. Die Station Moosstrasse zeigt seit Beginn der Messungen im Jahr 2010 regelmässig eine hohe Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes, aber immerhin eine leicht sinkende Tendenz.

In den letzten Jahren hat sich das Verhältnis von Stickstoffdioxid zu Stickstoffmonoxid an fast allen Messstationen zu Gunsten des toxischeren Stickstoffdioxids verändert. Technische Veränderungen der Motoren und insbesondere die Zunahme von Dieselmotoren bei den leichten Motorwagen sind für diese ungünstige Entwicklung und die Stagnation der NO_2 -Immissionsbelastung verantwortlich.

6.3 Feinstaub (PM10)

6.3.1 Situation 2015

Die Konzentration von Feinstaub (PM10) gilt als wichtiger Indikator für die gesundheitliche Beurteilung der Luftqualität. Das Jahresmittel lag an der Station Ebikon, Sedel bei $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und somit unter dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (Grenzwert $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). An der Messstation Moosstrasse wurde dieser Grenzwert mit einem Jahresmittel von $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ weiterhin überschritten. Die höchsten Tagesmittelwerte lagen mit $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ebikon, Sedel), beziehungsweise mit $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Moosstrasse) über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Am Standort Ebikon, Sedel kam es an 4 Tagen zu einer Überschreitung des Tagesgrenzwertes. Die Station Moosstrasse wies 15 Tage mit einer Überschreitung des Tagesgrenzwertes auf. Zulässig ist eine Überschreitung pro Jahr.

In dicht besiedelten Gebieten und entlang der Hauptverkehrsachsen liegen die Feinstaub-Immissionen im Bereich oder über dem Grenzwert für das Jahresmittel. Im restlichen Gemeindegebiet liegt die Immissionsbelastung unterhalb des Jahresmittelgrenzwertes. Der Grenzwert für das Tagesmittel wird mehrfach überschritten.

Im Winterhalbjahr ist die Belastung mit Feinstaub höher als im Sommerhalbjahr. Einerseits kommen im Winterhalbjahr zu den Emissionen des Verkehrs noch jene der Heizungen, insbesondere der Holzfeuerungen, hinzu. Andererseits behindern austauscharme Wetterlagen die Verdünnung der Schadstoffemissionen. Im Jahr 2015 wurden wenig langanhaltende Inversionslagen registriert, was sich positiv auf die Austauschbedingungen und somit die Schadstoffbelastung auswirkte.

6.3.2 Langjährige Entwicklung

Am Standort Ebikon, Sedel lagen die Jahresmittelwerte der Jahre 2006 bis 2015 zwischen 14 und $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und weisen einen statistisch signifikanten geringen Rückgang auf. Während der Grenzwert in den Vorjahren mehrheitlich überschritten wurde, lag die Belastung in den Jahren 2014 und 2015 unter dem Grenzwert. An der Moosstrasse liegen die Jahresmittelwerte seit 2010 zwischen 22 und $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Jahr 2015 wurde der zweittiefste Jahresmittelwert in der noch kurzen Messreihe gemessen. Die Belastung am Standort Moosstrasse ist stark von lokalen Emissionen beeinflusst. Der Rückgang der Feinstaubkonzentration in den letzten Jahren, welcher aber nicht statistisch signifikant ist, dürfte unter anderem auf die Partikelfilterpflicht für Baumaschinen und Strassenfahrzeuge zurückzuführen sein. Weil das Verkehrsaufkommen in der Innenstadt nicht wächst, wirken sich die technischen Verbesserungen am Einzelfahrzeug hier aus.

Die höchsten Tagesmittelwerte sind stark von der Länge der austauscharmen Wetterlagen und der Höhe des Inversionsniveaus über Grund abhängig und somit starken jährlichen Schwankungen unterworfen. Auch lokale Emissionen, zum Beispiel von Baustellen, tragen zu kurzzeitigen Belastungsspitzen bei. Die Anzahl Tage mit Überschreitung des PM10-Tagesmittel-Grenzwertes bewegte sich auf dem Sedel von 2006 bis 2015 zwischen 2 und 35, an der Station Moosstrasse von 2010 bis 2015 zwischen 10 und 48 Tagen. Im Jahr 2015 wurden mit 4 beziehungsweise 15 Tagen im Vergleich zum Mehrjahresdurchschnitt eher wenige Tage mit Grenzwertüberschreitungen gezählt. Dies lässt sich mit der geringen Anzahl Tage mit starken winterlichen Inversionslagen erklären. Zulässig wäre aber nur ein Tag.

6.4 Russ

6.4.1 Situation 2015

Nebst dem Verkehr sind Feuerungsanlagen (insbesondere Holzfeuerungen) eine wichtige Quelle der Russmissionen. Seit Juni 2012 wird Dieselmuss von der Weltgesundheits-Organisation (WHO) als erwiesenermassen krebserregend eingestuft. In der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung gilt für Russ ein Minimierungsgebot. Die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL) spricht von einer maximal tolerierbaren Konzentration von $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel und empfiehlt als Zwischenziel, dass innerhalb der nächsten 10 Jahre die Russbelastung auf 20 % der heutigen Werte gesenkt werden soll. Der Jahresmittelwert 2015 betrug an der Messstation Luzern Moosstrasse $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und lag somit leicht tiefer als im Vorjahr ($1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Der Zielwert der EKL wurde aber weiterhin massiv (Faktor 12) überschritten.

Seit Anfang 2014 wird an der Messstation Ebikon, Sedel ebenfalls Russ gemessen. Der Jahresmittelwert 2015 an dieser Station betrug, wie schon im Vorjahr $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und lag somit ebenfalls deutlich über dem Zielwert der EKL. Es muss somit davon ausgegangen werden, dass die Russ-Immissionen auf dem Stadtgebiet überall und deutlich über dem Zielwert der EKL liegen.

Im Winterhalbjahr ist die Belastung mit Russ höher als im Sommerhalbjahr. Einerseits kommen im Winterhalbjahr zu den Emissionen des Verkehrs noch jene der Heizungen, insbesondere der Holzfeuerungen, hinzu. Andererseits behindern austauscharme Wetterlagen die Verdünnung der Schadstoffemissionen.

6.4.2 Langjährige Entwicklung

Während der vier Messjahre von 2012 bis 2015 ist die Russbelastung bei der Messstation Moosstrasse rückläufig. Auch hier machen sich die Partikelfilterpflicht für Baumaschinen und Dieselfahrzeuge sowie die emissionsmindernden Massnahmen bei Holzfeuerungen positiv bemerkbar.

6.5 Ozon (O_3)

6.5.1 Situation 2015

Die Ozonbelastung im Sommer 2015 lag aufgrund der aussergewöhnlichen sonnigen Witterung deutlich über derjenigen der Vorjahre. Sie lag im Bereich der Belastung des Sommers 2006. Der maximale Stundenmittelwert betrug auf dem Sedel $179 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Anzahl Stunden mit Überschreitung des Grenzwertes von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lag bei 338. Gesetzlich erlaubt wäre eine Überschreitung pro Jahr.

Die Ozonbelastung bewegt sich somit weiterhin deutlich und flächendeckend über den zulässigen Grenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung.

Ozon ist ein sekundärer Luftschadstoff und entsteht bei hoher Sonneneinstrahlung und warmem, windstillem Wetter aus den Vorläuferschadstoffen Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen (VOC). Dementsprechend werden hohe Konzentrationen im Sommerhalbjahr gemessen.

6.5.2 Langjährige Entwicklung

Die Anzahl der Ozon-Stundenmittel über dem Grenzwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist stark von der Meteorologie abhängig. Zwischen 2006 und 2015 lag diese Anzahl an der Messstation Ebikon, Sedel zwischen 150 und 369 Stunden. Mit 338 Überschreitungen wurde 2015 die zweithöchste Anzahl Überschreitungen der letzten zehn Jahre registriert. Die höchsten Stundenmittel zeigen nur relativ kleine Schwankungen von Jahr zu Jahr. Von 2006 bis 2015 bewegten sich die maximalen Stundenmittelwerte an der Station Sedel zwischen $162 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Da am verkehrsbelasteten Standort Moosstrasse infolge des Ozonabbaus durch Stickstoffmonoxid die Ozonbelastung deutlich geringer ist als auf dem Sedel, wurden die Ozonmessungen nur in den ersten zwei Messjahren durchgeführt.

Diskussion der Messergebnisse

Der kritische Ozon-Schwellenwert AOT 40 für Wald (5 ppm-h) wurde an der Station Ebikon, Sedel in den letzten 10 Jahren jährlich um 93 % bis 266 % überschritten. Auch bei diesem Schwellenwert sticht das Jahr 2015 hervor und weist im Vergleich zu den Vorjahren den zweithöchsten Wert auf.

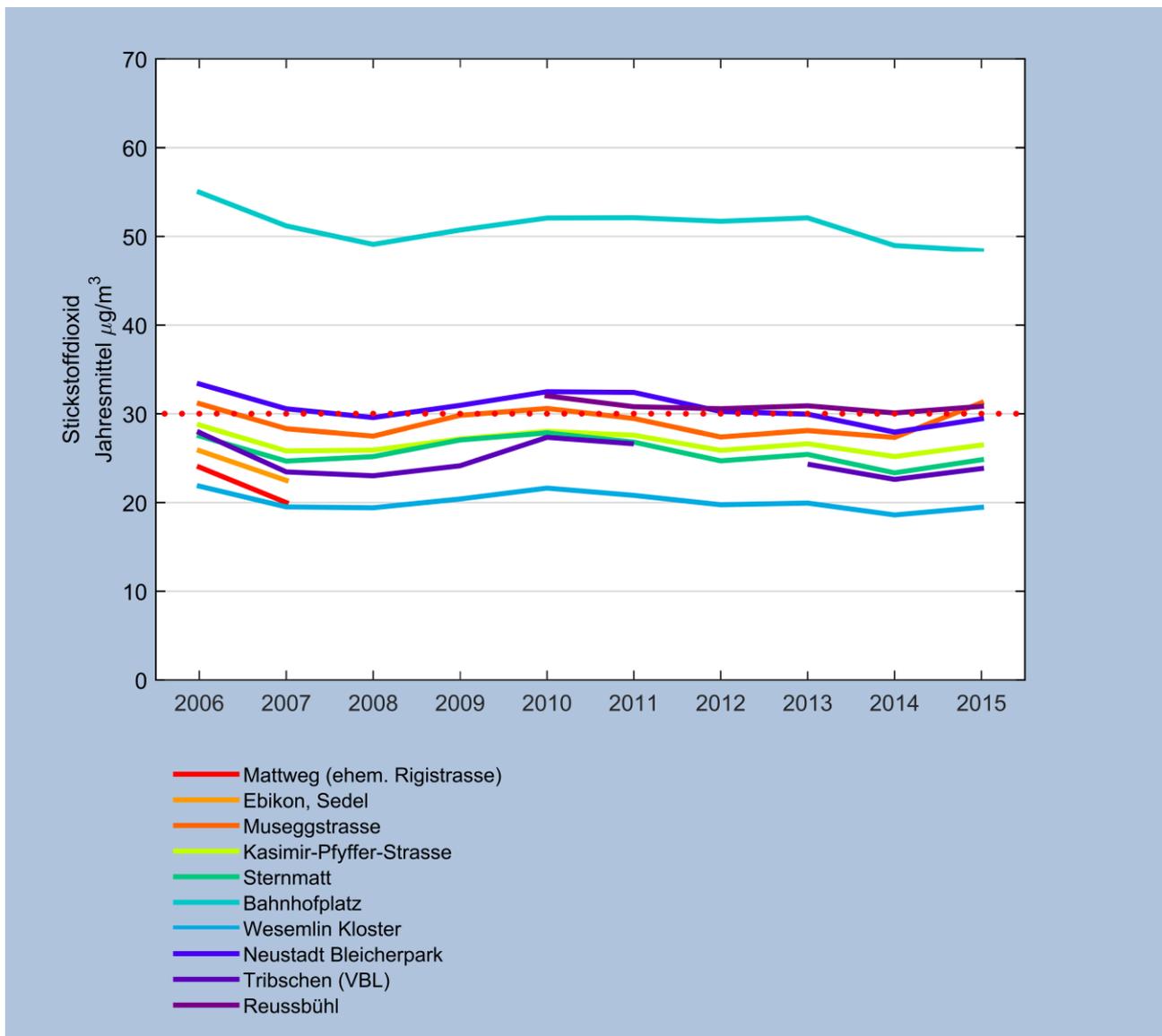
Die Häufigkeit und die Höhe kurzfristiger Belastungsspitzen sind in den letzten 10 Jahren in etwa konstant geblieben und liegen immer noch deutlich über dem Grenzwert der Luftreinhalte-Verordnung. Es ist über die letzten 10 Jahre kein Trend auszumachen.

7 Glossar

AOT 40 Wald	Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb. Aufsummierte Ozonbelastung über der Schwellenwertkonzentration von 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in ppb·h. Der AOT 40-Wert ist ein Mass dafür, wie lange und in welchem Ausmass die Ozonkonzentration einen definierten Schädigungsschwellenwert übersteigt. Es handelt sich um einen Leitwert zum Schutz von Ökosystemen (z. B. Wald).
BC	Black Carbon, Russ gemessen mittels Aethalometer.
EC	Elemental Carbon, Elementarer Kohlenstoff, Russ gemessen mittels Thermo-Optischem Verfahren auf High-Volume-Sampler-Filtern.
Inversion	Während einer Inversionslage nimmt die Lufttemperatur mit der Höhe zu statt ab. Dadurch wird der Luftaustausch zwischen den Luftschichten verschiedener Höhen unterbunden. Dies kann zu starken Anreicherungen von Luftschadstoffen in den bodennahen Schichten führen. Inversionslagen werden vor allem während der kalten Jahreszeit beobachtet.
LRV	Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (SR 814.318.142.1)
Monitoring-Station	Station zur zeitlich hoch aufgelösten Online-Überwachung, hier der Luftqualität
NO _x	Stickoxide: Summe von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO ₂)
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO ₂ -Passivsammler	Probenahmesystem zur Messung der NO ₂ -Konzentration. Die Funktionsweise basiert auf der Anreicherung von NO ₂ an einem geeigneten Adsorbens ohne aktive Probenahme. Dies erlaubt eine einfache und kostengünstige, aber zeitlich nicht hoch aufgelöste Erfassung der NO ₂ -Konzentration.
O ₃	Ozon
PM10	Partikelförmige (PM = Particulate Matter), feindisperse Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser $< 10 \mu\text{m}$
ppb	Parts per billion, zu Deutsch Teile pro Milliarde
ppb·h	Parts per billion multipliziert mit der Anzahl Stunden
ppm	Parts per million, zu Deutsch Teile pro Million
ppm·h	Parts per million multipliziert mit der Anzahl Stunden
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983 (Umweltschutzgesetz, SR 814.01)
VOC	Volatile organic compounds, flüchtige organische Verbindungen, welche zusammen mit Stickoxiden die Vorläufersubstanzen der Ozonproduktion sind.

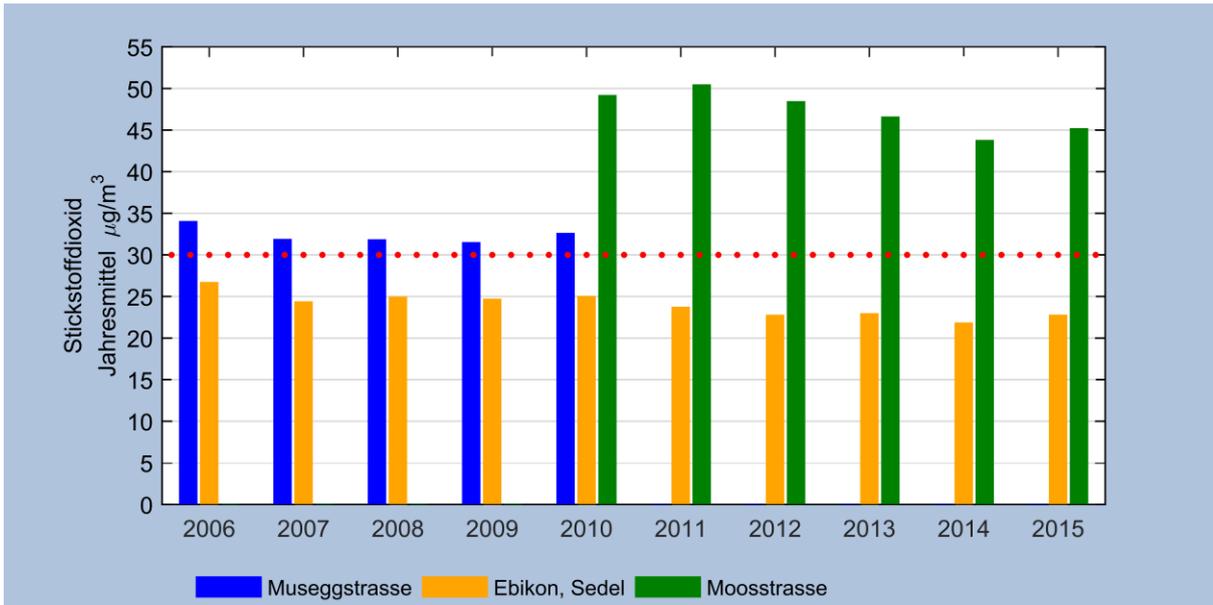
8 Anhang

8.1 Grafiken



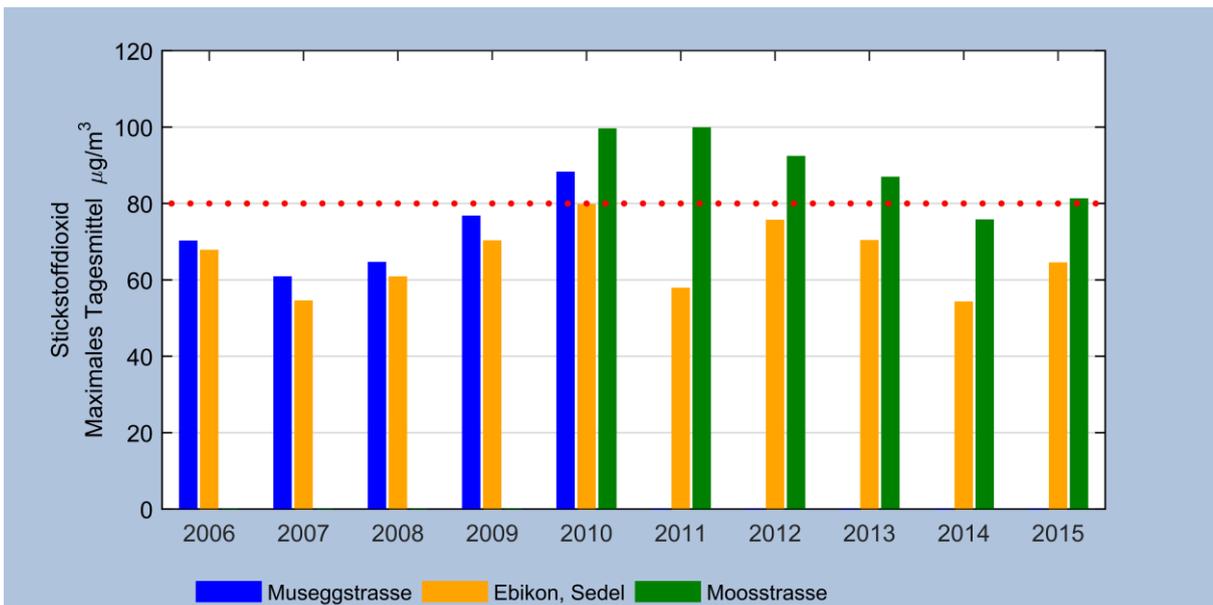
Grafik 2: Entwicklung der Stickstoffdioxid-Belastung (NO₂-Jahresmittelwerte) an verschiedenen Standorten (2006 bis 2015).

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



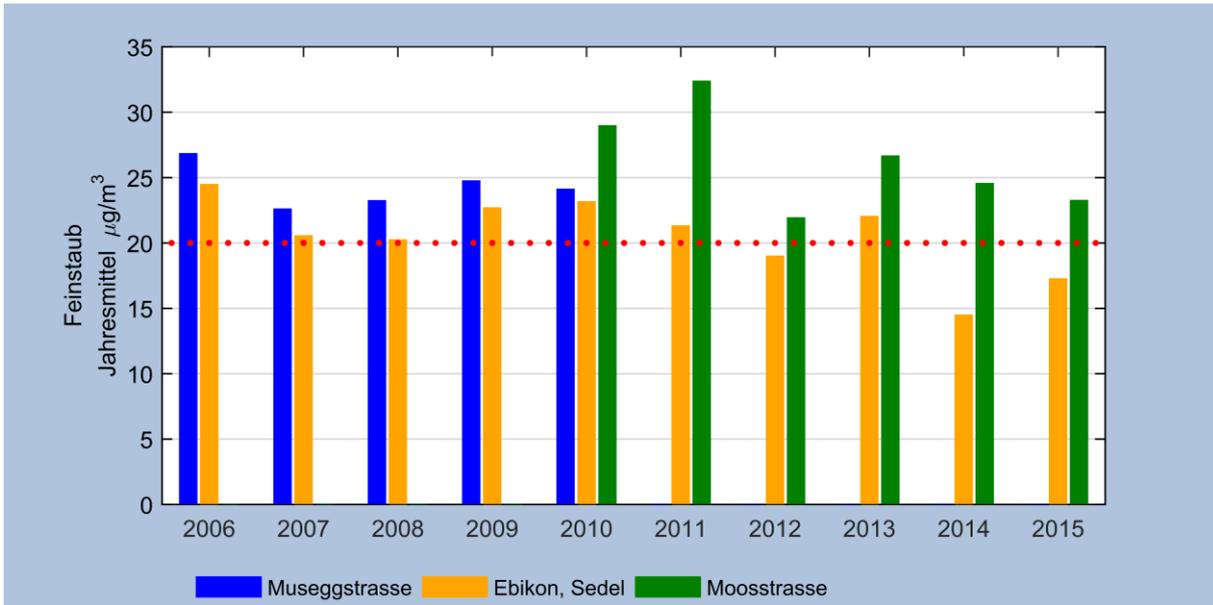
Grafik 3: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastung (NO₂) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2006 bis 2015)

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



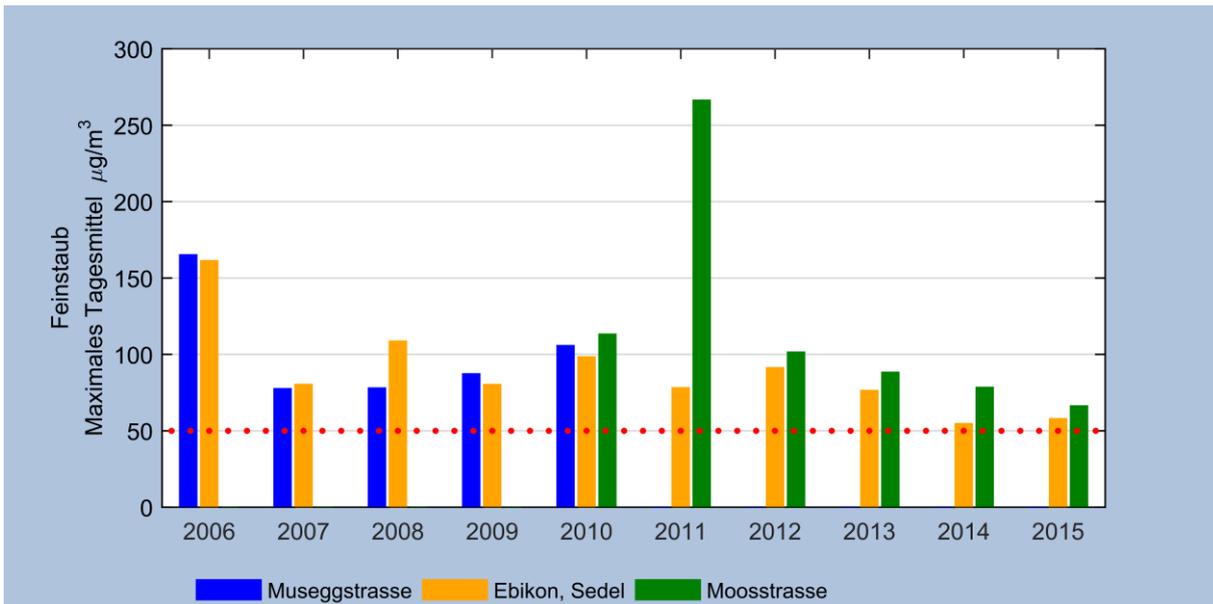
Grafik 4: Maximale Tagesmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastung (NO₂) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2006 bis 2015)

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



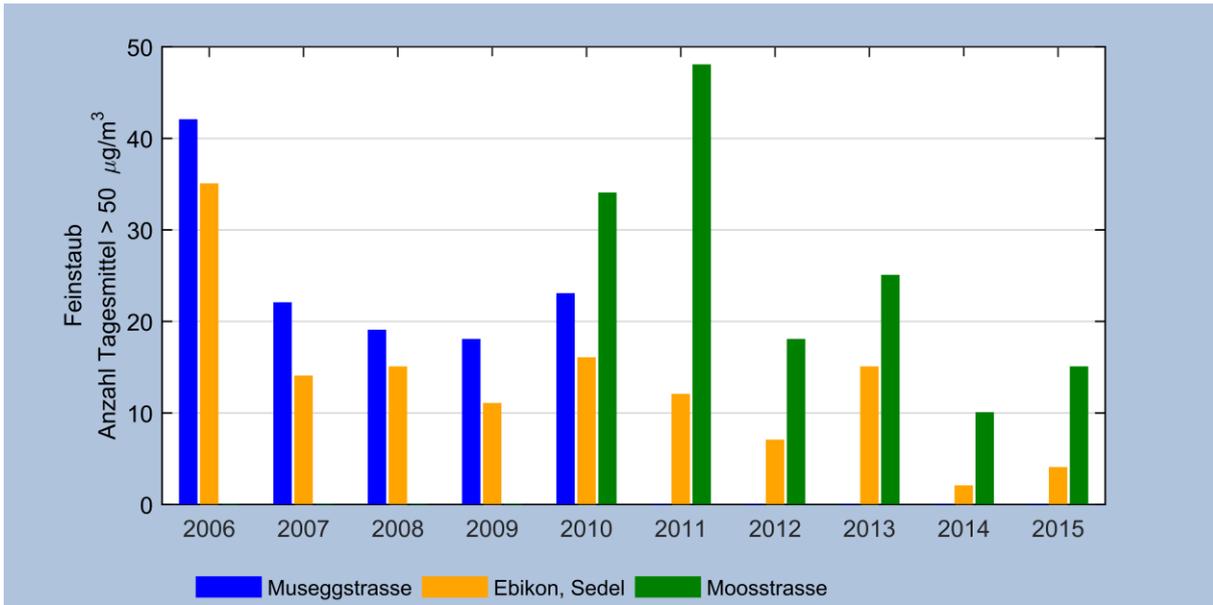
Grafik 5: Jahresmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2006 bis 2015)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

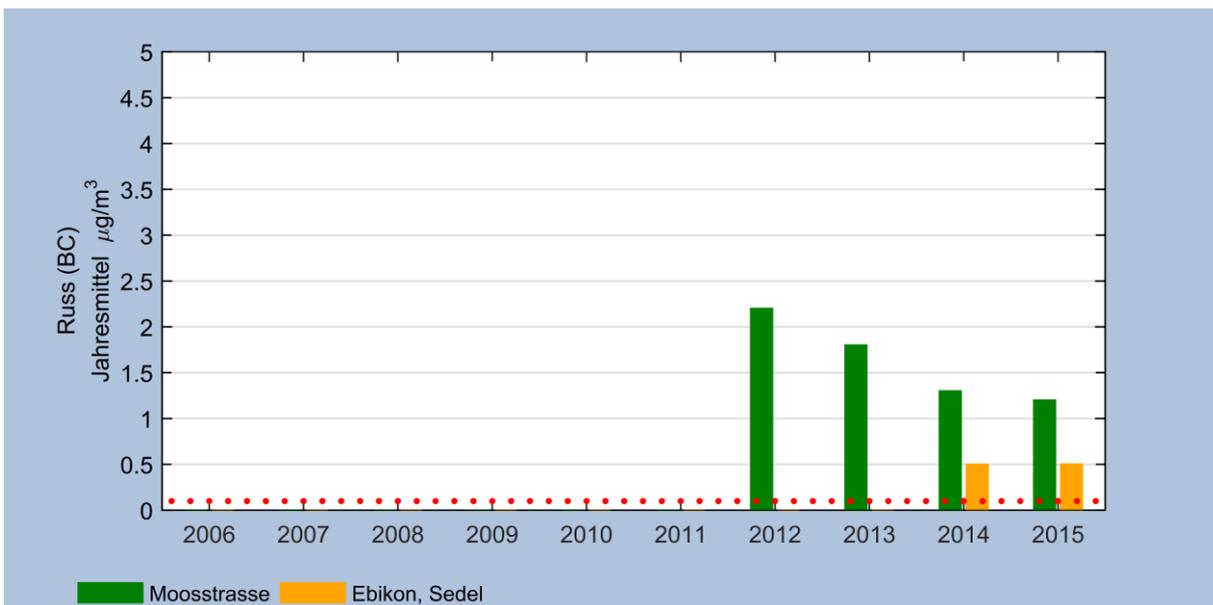


Grafik 6: Maximale Tagesmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2006 bis 2015)

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

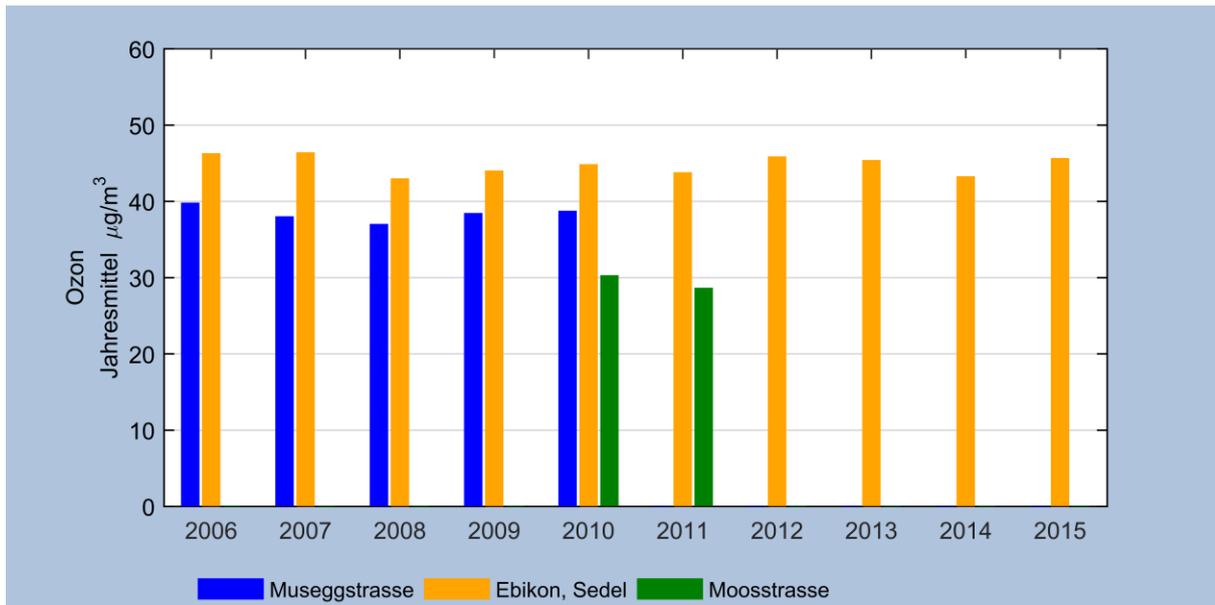


Grafik 7: Anzahl Tage mit Tagesmittelwerten der Feinstaubbelastung (PM10) über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (50 µg/m³) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2006 bis 2015). Maximal zulässig ist 1 Tag.

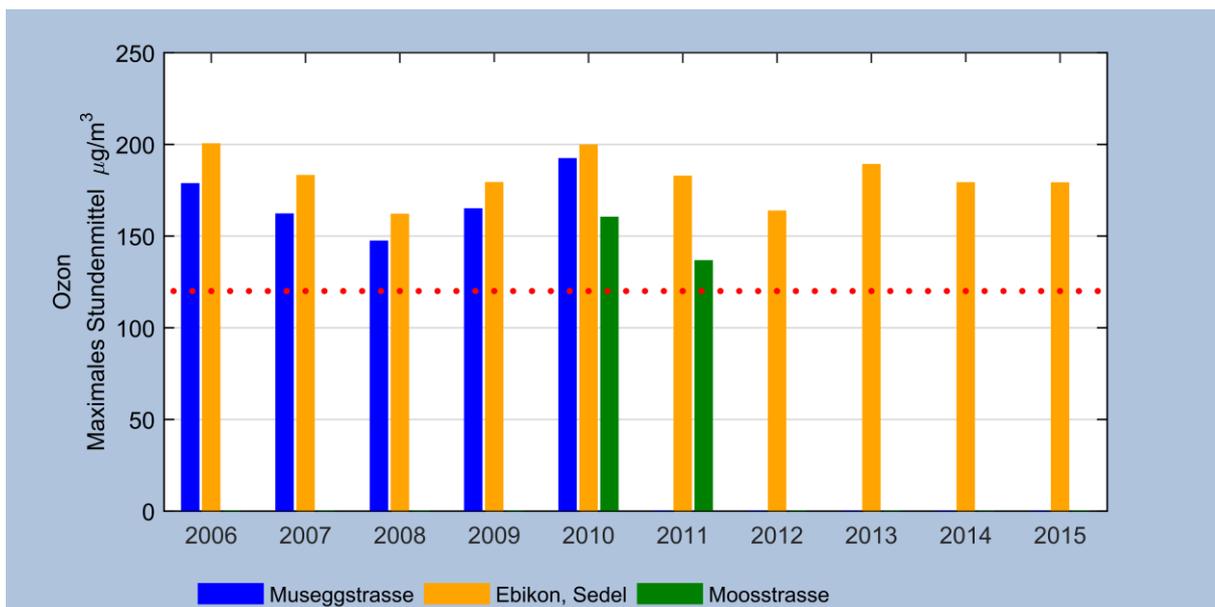


Grafik 8: Jahresmittelwerte der Russbelastung (BC) für die Standorte Moosstrasse und Ebikon, Sedel (Messungen am Standort Moosstrasse finden seit 2012 statt, am Standort Ebikon, Sedel seit 2014.)

••••• EKL-Schutzziel (kein Grenzwert)

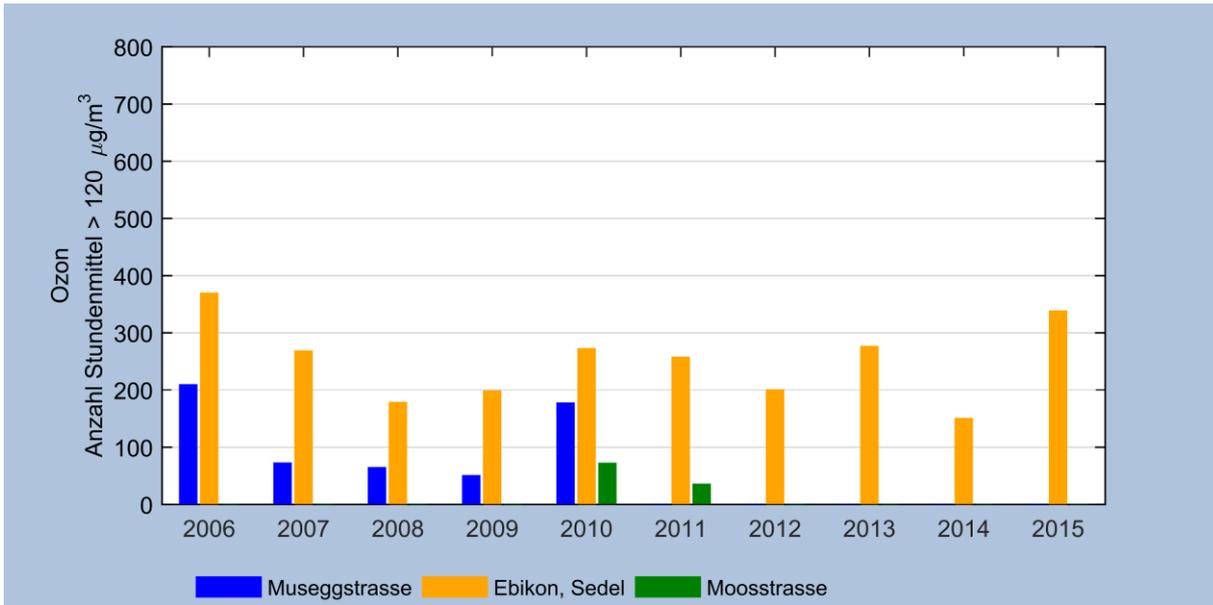


Grafik 9: Jahresmittelwerte der Ozonbelastung (O₃) für die Standorte Luzern Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2006 bis 2015)

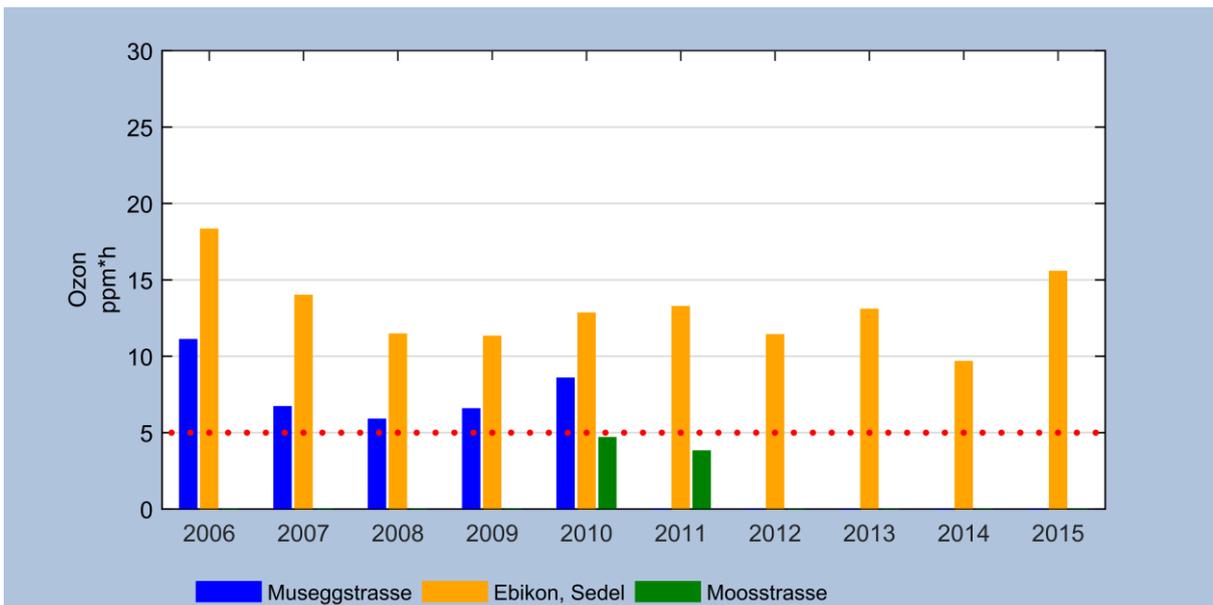


Grafik 10: Maximale Stundenmittelwerte der Ozonbelastung (O₃) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2006 bis 2015)

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



Grafik 11: Anzahl Stundenmittelwerte der Ozonbelastung (O₃) über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (120 µg/m³) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2006 bis 2015). Maximal zulässig ist 1 Stunde.



Grafik 12: AOT40 ist ein Mass für die Belastung der Wälder durch Ozon. Über dem kritischen Schwellenwert von 5 ppm·h muss mit Wachstumseinbussen in Wäldern gerechnet werden. Die Grafik zeigt die Werte für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2006 bis 2015).
 •••••Schwellenwert

8.2 BAFU-Stationsblätter

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort

Jahr

Messinstanz

Nord in m

Höhe

m über Meer

Kontaktperson/Tel.

Ost in m

m von Strasse

m über Boden

Umrechnung von ppb in µg/m³ bei

Koordinaten

°C / hPa

Probenahme

Zonentyp

Städtisch

Vorstädtisch

Ländlich

Hochgebirge

Stationstyp

Industrie

Verkehr

Hintergrund

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 > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte		Messgerät / Messmethode
					Jahr	Tag	
SO ₂	µg/m ³				30	100	
NO ₂	µg/m ³	45.1	83.4	81.1	30	80	Thermo 42i / Chemilumineszenz
NO _x	ppb	51.2	129.5	145.9			Thermo 42i / Chemilumineszenz
CO	mg/m ³					8	
TSP	µg/m ³						
PM10	µg/m ³	23.2	48.9	66.2	20	50	TEOM 1400AB FDMS
PM2.5	µg/m ³						
PM1	µg/m ³						
Partikelanzahl	1/cm ³						
EC / Russ	µg/m ³	1.2	2.6	2.7			EBC; Aethalometer AE16 / AE33
Pb in PM10	ng/m ³						
Cd in PM10	ng/m ³						
Staubniederschlag	mg/(m ² -d)						
Pb im SN	µg/(m ² -d)						
Cd im SN	µg/(m ² -d)						
Zn im SN	µg/(m ² -d)						
Tl im SN	µg/(m ² -d)						
Benzol	µg/m ³						
Toluol	µg/m ³						
NM VOC	µg CH ₄ /m ³						
Ammoniak	µg/m ³						

Ozon

Jahresmittel

Einheit

Messgerät

höchster 98%-Wert

maximales Stundenmittel

98%-Wert

Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³

Anzahl 1h-Mittel

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

> 240 µg/m³

Dosis AOT40f in ppm·h

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort **Jahr**

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

Koordinaten Ost in m Nord in m Höhe
 Probenahme m von Strasse m über Meer
 m über Boden

Zonentyp
 Städtisch
 Vorstädtisch
 Ländlich
 Hochgebirge

Stationstyp
 Industrie
 Verkehr
 Hintergrund

Bebauung
 keine
 offen
 einseitig
 geschlossen

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

Meteoparam.
 Ja
 Nein

Substanz	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte		Messgerät / Messmethode
						Jahr	Tag	
SO ₂	µg/m ³					30	100	
NO ₂	µg/m ³	22.7	56.3	64.4	0	30	80	T421 / ML9841A / Chemilumineszenz
NO _x	ppb	20.8	74.3	94.3				T421 / ML9841A / Chemilumineszenz
CO	mg/m ³						8	
TSP	µg/m ³							
PM10	µg/m ³	17.2	38.5	57.8	4	20	50	TEOM 1400AB FDMS
PM2.5	µg/m ³							
PM1	µg/m ³							
Partikelanzahl	1/cm ³							
EC / Russ	µg/m ³	0.5	1.4	2.1				Aethalometer AE16
Pb in PM10	ng/m ³					500		
Cd in PM10	ng/m ³					1.5		
Staubniederschlag	mg/(m ² -d)					200		
Pb im SN	µg/(m ² -d)					100		
Cd im SN	µg/(m ² -d)					2		
Zn im SN	µg/(m ² -d)					400		
Tl im SN	µg/(m ² -d)					2		
Benzol	µg/m ³							
Toluol	µg/m ³							
NMVOC	µg CH ₄ /m ³							
Ammoniak	µg/m ³							

Einheit	Jahresmittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m ³	Anzahl 1h-Mittel	Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m ³		Dosis AOT40f in ppm-h	
						h	d	h	d
µg/m ³	45.6	163.2	178.9	5	8760	338	53	0	0

8.3 Klimabulletin Jahr 2015, MeteoSchweiz



MeteoSchweiz

Klimabulletin Jahr 2015

13. Januar 2016

Schon wieder: Die Jahrestemperatur 2015 erreichte mit einem Überschuss von 1.29 Grad gegenüber der Norm 1981-2010 einen neuen Rekordwert. Zusammen mit den bisherigen Rekordüberschüssen von 1.25 Grad und 1.21 Grad aus den Jahren 2014 und 2011 liegen damit drei Jahre in kurzer Folge in praktisch demselben Extrembereich. Das Jahr 2015 lieferte zudem auf der Alpensüdseite und im Engadin den zweitwärmsten Winter, und landesweit den zweit heissesten Sommer sowie den dritt wärmsten November seit Messbeginn 1864. Auf der Alpensüdseite brachten schliesslich die beiden Monate November und Dezember eine Rekord-Niederschlagsarmut.

Extrem milder Jahresbeginn

In der ersten Januarhälfte wurde die Witterung in der Schweiz vor allem durch milde West- und Südwest-Strömungen bestimmt. Extrem mild wurde es am 10. Januar mit Tagesmitteltemperaturen zwischen 6 und mehr als 14 Grad über der Norm 1981–2010. Die Innerschweiz erlebte den mildesten Wintertag seit Messbeginn. In Luzern erreichte die Tagesmitteltemperatur 15.1 Grad, was bisher in der seit 1871 verfügbaren Messreihe in keinem Wintermonat (Dezember bis Februar) registriert wurde. Das Tagesmaximum kletterte auf 19.3 Grad. Nur im Winter 1992/93 gab es hier mit 19.5 Grad ein ähnlich hohes Tagesmaximum. Auf der Alpensüdseite erreichten die Tagesmaxima 20 bis knapp 23 Grad. Die Winterrekorde liegen hier allerdings über 24 Grad.

Winterlich ab Mitte Januar

Nordwest- und Nordströmungen brachten in der zweiten Januarhälfte den Winter zurück in die Schweiz. Beidseits der Alpen fiel Schnee bis ins tiefe Lagen. Der Februar zeigte sich winterlich mit verbreitet unterdurchschnittlichen Temperaturen und Schneefällen bis in tiefe Lagen beidseits der Alpen. Kräftig waren die Schneefälle vor allem auf der Alpensüdseite. Mitte Februar erhielt Locarno-Monti 16 cm Neuschnee innerhalb von zwei Tagen. In Airolo (1100 m ü.M.) und San Bernardino (1640 m ü.M.) fielen derweil 63 cm, in Bosco-Gurin (1500 m ü.M.) gar 96 cm Neuschnee. Eine Woche später hüllte ein Kaltluftvorstoss aus Nordwesten fast die ganze Schweiz in eine Neuschneedecke. Im Flachland der Alpennordseite blieben die Mengen unter 10 cm. Die Alpensüdseite erhielt auch in tiefen Lagen 10 bis 20 cm Neuschnee, und in höheren Lagen fiel regional über ein halber Meter.



Extreme Winterwärme auf der Alpensüdseite und im Engadin

Trotz kaltem Februar war der Winter in der Schweiz insgesamt zu mild mit einem Überschuss von 0.7 Grad im Vergleich zur Norm 1981–2010. Extrem milde Winterverhältnisse herrschten auf der Alpensüdseite und im Engadin. An den Messstandorten Lugano, Locarno-Monti und Samedan war es der zweitwärmste Winter seit Messbeginn. Auf der Alpensüdseite bewegten sich die Überschüsse zwischen 1.5 und 1.8 Grad. In Samedan lag die Wintertemperatur gar 2.4 Grad, im übrigen Engadin 1.0 bis 1.4 Grad über der Norm 1981–2010. In Gipfellagen der Alpen blieb die Wintertemperatur hingegen leicht unter der Norm.

Sonniger Start in den Frühling

Nach einigen trüben und nassen Tagen zum Monatsbeginn lieferte der März bis gegen Monatsmitte prächtiges Hochdruckwetter. Vom 6. bis am 13. März wurden in der ganzen Schweiz überwiegend zwischen 80 und 100 Prozent der täglich möglichen Sonnenscheindauer registriert. Die Tagesmitteltemperaturen stiegen in Berglagen verbreitet 4 bis 7 Grad, auf dem Jungfrauoch sogar 5 bis 9 Grad über die Norm 1981–2010. Die Tageshöchstwerte erreichten im nördlichen Flachland 14 bis 17 Grad. Auf der Alpensüdseite wurde am 11. März in den Niederungen mit kräftigem Nordföhn die 20 Grad Marke überschritten.

Schönwetter zur Sonnenfinsternis

Vom 18. bis zum 20. März installierte sich ein Hochdruckband von England bis nach Russland. Genau zur richtigen Zeit hinsichtlich der partiellen Sonnenfinsternis am 20. März, welche in vielen Teilen der Schweiz bei optimalem Wetter beobachtet werden konnte. Benachteiligt war die Alpensüdseite, erhielt sie doch ausgerechnet am 20. März von einem Höhentief über dem südwestlichen Frankreich eine kompakte Wolkendecke.

Der März endete spätwinterlich mit Schnee bis auf 600 m hinunter und stürmischen Verhältnissen beidseits der Alpen. Während kräftigem Nordföhn am 27. März stiegen auf der Alpensüdseite die Windspitzen auf über 90 km/h. Am 31. brachte Sturm Niklas im Mittelland Windspitzen über 100 km/h und in Gipfellagen über 160 km/h.

Sonnige und milde Frühlingmitte

Der April bescherte der Schweiz vorwiegend ruhiges, sonniges und mildes Frühlingwetter. Das anhaltend warme und praktisch niederschlagsfreie Hochdruckwetter führte in Graubünden und auf der Alpensüdseite vorübergehend zu akuter Waldbrandgefahr.

Frühlingsende mit Rekordniederschlag

Mit der Umstellung zu vorwiegend tiefdruckbestimmter Witterung setzte am Übergang vom April zu Mai eine sehr niederschlagsreiche Periode ein. Innerhalb von sechs Tagen fielen im Mittel über die ganze Schweiz rund 100 mm Regen. Die grössten Mengen gingen im Unterwallis, in den Waadtländer Alpen sowie im angrenzenden Berner Oberland nieder. Höhere Lagen erhielten hier 200 mm Niederschlag und mehr. Der grösste Teil des Niederschlags fiel innerhalb von drei Tagen. An einzelnen Messstandorten mit über 100jährigen Messreihen wurde die zweithöchste Dreitagessumme seit Messbeginn registriert. Die grossen Niederschlagsmengen führten vor allem in der Westhälfte der Schweiz zu Hochwassersituationen und Schäden durch über die Ufer tretende Wildbäche. Mit weiteren kräftigen Niederschlägen zur Monatsmitte ergab sich schliesslich an mehreren Messstandorten mit längeren Messreihen der niederschlagsreichste Mai seit Messbeginn, vor allem in den Westalpen und im Berner Oberland. An zahlreichen Messstandorten mit längeren Messreihen wurde zudem der zweit oder dritt nasseste Mai registriert.

Extrem heisser Sommer

Der Schweizer Sommer 2015 geht als Zweitwärmster in die 152 jährige Mess-Geschichte ein. Im Mittel über die ganze Schweiz brachte er einen Wärmeüberschuss von 2.4 Grad im Vergleich zur Norm 1981–2010. Damit liegt der Sommer 2015 mehr als ein Grad über allen bisherigen Rekordsommern, mit Ausnahme des legendären Hitzesommers 2003. Dieser lag nochmals rund ein Grad über dem Sommer 2015.

Der sommerliche Wärmeüberschuss lag in den meisten Gebieten 2.0 bis 2.5 Grad über der Norm 1981–2010. Auf der Alpensüdseite bewegte er sich zwischen 1.6 und 2.3 Grad. Die grosse Wärme setzte bereits zum Sommerbeginn ein. Mit einem Überschuss von 1.8 Grad gegenüber der Norm 1981–2010 wurde der viertwärmste Juni seit Messbeginn 1864 aufgezeichnet. Der Juli war auf der Alpensüdseite, im Engadin, im Wallis und in der Westschweiz verbreitet der heisseste Monat seit Messbeginn. In den übrigen Gebieten gehörte er meist zu den drei heissesten Monaten in den 152 jährigen Aufzeichnungen. Die Julitemperaturen lagen 3 bis 4 Grad über der Norm 1981–2010. Und zum Abschluss lieferte der Sommer 2015 den fünft wärmsten August seit Messbeginn. Über die ganze Schweiz gemittelt stieg die Augusttemperatur 1.8 Grad über die Norm 1981–2010.

Hitzewellen in Rekordnähe

Vom 01. bis zum 07. Juli 2015 erlebte die Schweiz eine der extremsten Hitzewochen seit dem Messbeginn vor über 150 Jahren. Die durchschnittliche Tagesmaximum-Temperatur erreichte im Flachland der Alpennordseite 33 bis über 36 Grad. Am Messstandort Genf war es mit 36.3 Grad praktisch gleich heiss wie während der Rekordwoche im Sommer 2003, welche 36.7 Grad brachte. An anderen Messstandorten lieferten die Sommer 2003, 1952 und 1947 heissere Wochen.

Zum Abschluss der Hitzewoche registrierte Genf am 7. Juli 2015 mit 39.7 Grad die höchste je auf der Alpennordseite gemessene Temperatur. Sie liegt fast 1 Grad über dem bisherigen Rekord von 38.9 Grad vom 28. Juli 1921, gemessen ebenfalls in Genf.

Auf der Alpensüdseite folgte die grosse Hitze ab Julimitte. Die heisseste Woche erstreckte sich vom 17. bis am 23. Juli. In Locarno-Monti stieg die durchschnittliche Tagesmaximum-Temperatur auf 34.7 Grad. Auch hier war es praktisch gleich heiss wie während der Rekordwoche vom August 2003, welche 35.0 Grad zeigte. Die höchste südalpine Temperatur wurde am 22. Juli mit 36.8 Grad am Messstandort Locarno- Monti gemessen. Das ist der dritthöchste Messwert in der seit 1935 verfügbaren Messreihe von Locarno-Monti.

Regional sehr viel Sommer-Sonne

Vor allem dank des sehr sonnigen Monats Juli reichte es auf der Alpennordseite regional für den zweit sonnigsten Sommer in den seit 1959 homogen verfügbaren Messreihen, so an den Messstandorten Neuchâtel, Luzern, Altdorf, Zürich-Fluntern, St. Gallen und Säntis. In Bern wurde der dritt-, in Basel und Genf der viert sonnigste Sommer registriert.

Kühler Herbstbeginn

In den beiden Herbstmonaten September und Oktober dominierten kühle Nord- und Nordwestströmungen sowie Bisenlagen das Temperaturregime. Die September-Temperatur lag im landesweiten Mittel 0.9 Grad, die Oktober-Temperatur 0.6 Grad unter der Norm 1981–2010. Mit dem Zustrom feuchter Kaltluft fiel in den Bergen mehrmals Neuschnee.

Extreme Wärme und viel Sonne zum Herbstende

Dank anhaltendem Hochdruckwetter mit Warmluftzufuhr aus Südwesten und Westen wurde in der Schweiz der dritt wärmste November seit Messbeginn 1864 registriert. Im landesweiten Mittel stieg die Novembertemperatur 2.7 Grad über die Norm 1981–2010. Bereits im letzten Jahr zeigte sich der November extrem mild mit einem Überschuss von 3.1 Grad. Letztmals ähnlich mild war der Rekord-November 1994 mit 3.3 Grad über der Norm.

An zahlreichen, vor allem höher gelegenen Messstandorten gab es bei der Tagesmaximum-Temperatur neue November-Rekorde. Extrem hoch im Vergleich mit der 152 jährigen Messreihe lag das Tagesmaximum am 12. November auf dem 2470 m hohen Grossen St. Bernhard. Gemessen wurden 11.9 Grad, mehr als 2 Grad über den 9.7 Grad des bisherigen November-Rekords vom 11.11.1977.

Neben grosser Wärme lieferten die ersten drei Novemberwochen auch viel Sonne. In Luzern, Altdorf und Lugano war es der sonnigste, an weiteren Messstandorten der zweit oder dritt sonnigste November in den seit 1959 homogen verfügbaren Messreihen.

Anhaltende Niederschlagsarmut

Bereits der Sommer lieferte verbreitet deutlich unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen. Im Herbst setzte sich die Niederschlagsarmut fort. Überdurchschnittliche Niederschlagsmengen in grösseren Gebieten lieferte nur der September, dies ganz im Westen sowie im Tessin und in Graubünden. Im Oktober fielen verbreitet unterdurchschnittliche Mengen, und die ersten drei Novemberwochen blieben in der ganzen Schweiz weitgehend niederschlagsfrei. Über alle drei Herbstmonate erreichten die Niederschlagsmengen im östlichen Mittelland nur 50 bis 70 Prozent der Norm 1981–2010. In den übrigen Gebieten waren es meist 70 bis 90 Prozent. Nur in Graubünden gab es regional um 100 Prozent der Norm.

Die Alpensüdseite erlebte schliesslich eine Rekord-Niederschlagsarmut für die Periode November-Dezember. In Lugano und Locarno-Monti fielen nur 0.8 mm Niederschlag, normal wären 200 bis 250 mm. Es waren die geringsten November-Dezember Mengen in diesen weit über 100jährigen Messreihen.

Und wie bereits im Vorjahr . . . warten auf den Winter

Die extreme Wärme des Novembers setzt sich auch im Dezember fort. Im landesweiten Mittel verzeichnete der Dezember einen Rekordüberschuss von 3.2 Grad. Der bisherige Dezemberrekord aus dem Jahr 1868 lag bei 3.0 Grad. Das anhaltend extrem milde und praktisch niederschlagsfreie Hochdruckwetter führte schweizweit zu einer ausgeprägten frühwinterlichen Schneearmut. Mit dem beharrlichen Schönwetter gab es vor allem in der Deutschschweiz und in Graubünden regional den sonnigsten Dezember in den seit 1959 homogen verfügbaren Messreihen.

Jahresbilanz

Die Jahrestemperatur 2015 lag in den meisten Gebieten der Schweiz 1.0 bis 1.4 Grad über der Norm 1981–2010. Im landesweiten Mittel erreichte der Überschuss 1.29 Grad, womit der bisherige Rekordwert von 1.25 Grad aus dem Vorjahr 2014 minim übertroffen wurde.

Der Jahresniederschlag erreichte auf der Alpennordseite meist nur 60 bis 85 Prozent der Norm 1981–2010. In den Alpen gab es verbreitet 80 bis 100 Prozent, während die Alpensüdseite 70 bis 95 Prozent der Norm erhielt.

Die Sonnenscheindauer bewegte sich verbreitet zwischen 110 und 120 Prozent der Norm 1981–2010. Im Mittelland und in der Nordwestschweiz wurden auch Werte um 125 Prozent der Norm aufgezeichnet. An einigen Messstandorten war es das dritt sonnigste Jahr in den homogen verfügbaren Messperioden, so in Neuchâtel, Bern, Zürich und St. Gallen. Homogene Messreihen zur Sonnenscheindauer liegen seit 1959 vor. Einzig für den Messstandort Zürich gibt es eine Bearbeitung bis zurück zum Messbeginn 1884.

Jahreswerte an ausgewählten MeteoSchweiz-Messstationen im Vergleich zur Norm 1981–2010.

Station	Höhe m ü.M	Temperatur (°C)			Sonnenscheindauer (h)			Niederschlag (mm)		
		Mittel	Norm	Abw.	Summe	Norm	%	Summe	Norm	%
Bern	553	10.0	8.8	1.2	2077	1682	123	768	1059	73
Zürich	556	10.6	9.4	1.2	1946	1544	126	918	1134	81
Genève	420	11.6	10.6	1.0	1996	1828	109	686	1005	68
Basel	316	11.7	10.5	1.2	1945	1637	119	645	842	77
Engelberg	1036	7.8	6.4	1.4	1500	1350	111	1435	1559	92
Sion	482	11.5	10.2	1.3	2249	2093	107	500	603	83
Lugano	273	13.8	12.5	1.3	2302	2069	111	1232	1559	79
Samedan	1709	3.4	2.0	1.4	1957	1733	113	626	713	88

Norm Langjähriger Durchschnitt 1981–2010
Abw. Abweichung der Temperatur zur Norm
% Prozent im Verhältnis zu Norm (Norm = 100%)