

**Stadt
Luzern**

**Die Luftqualität
in der Stadt Luzern
2017**



Inhalt

1	Einleitung	3
2	Messstandorte	4
3	Wetter-Charakteristik 2017	5
4	Messresultate 2017	6
4.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	6
4.2	Feinstaub (PM10)	7
4.3	Russ (EBC)	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 (EBC)	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 (EBC)	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 2017, MeteoSchweiz	27

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

Titelbild: Peter Schmidli, Stadt Luzern, Umweltschutz

Luzern, April 2018

1 Einleitung

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

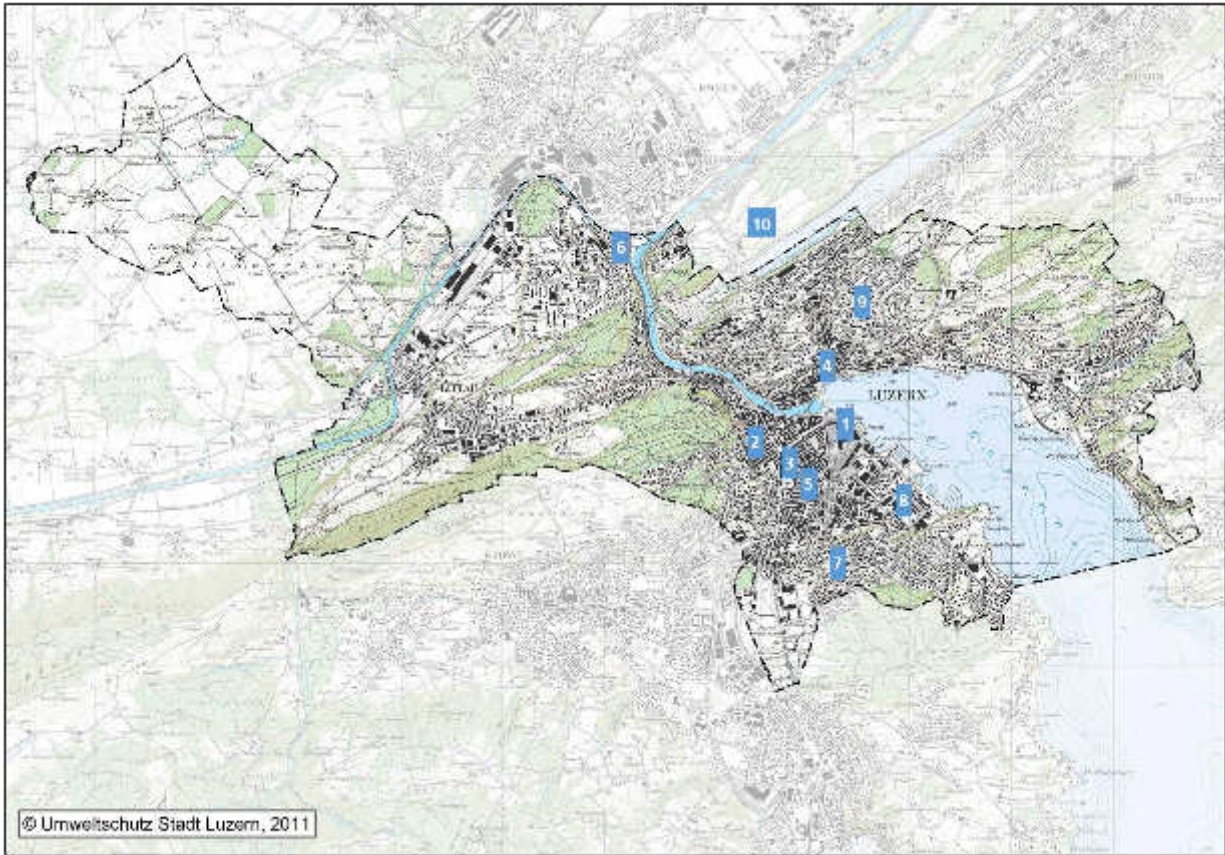
Die Stadt Luzern führt selber keine lufthygienischen Immissionsmessungen durch. Die in diesem Bericht dokumentierten Messresultate stammen aus dem gemeinsamen Luftmessnetz in-LUFT der Zentralschweizer Kantone. in-LUFT publiziert seine Messdaten jährlich in Form von detaillierten Messberichten. Alle Publikationen und Messdaten stehen online 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, deren 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 Luftreinhaltung 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 Messstandorte



Grafik 1: Messstandorte

Grafik 1 gibt einen Überblick über sämtliche aktuellen Messstandorte in der Stadt Luzern und die Messstation Sedel (10) 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 Messstandort 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 Equivalent Black Carbon [EBC]) durchgeführt. Seit Anfang 2014 wird auch an der Messstation Ebikon, Sedel Russ (EBC) mittels Aethalometer bestimmt.

Standorte und Überblick Messungen 2017						
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	Tribschen (VBL)	NO ₂ -Passivsammler	x			
9	Wesemlin Kloster	NO ₂ -Passivsammler	x			
10	Ebikon, Sedel	Monitoring-Station	x	x	x	x

3 Wetter-Charakteristik 2017

Da das Wettergeschehen einen grossen Einfluss auf die Schadstoffbelastung hat, lohnt sich ein Blick auf den Wetterverlauf des Jahres 2017, der im Klimabulletin 2017 von Meteo-Schweiz beschrieben wird. Letzteres befindet sich im Anhang zu diesem Bericht. Im Folgenden ist eine kurze Zusammenfassung des Wettergeschehens mit Fokus auf die Region Luzern sowie eine klimatologische Einordnung des Jahres 2017 zu finden.

Das Jahr 2017 wies den drittwärmsten Frühling und den drittwärmsten Sommer seit Messbeginn 1864 auf. Die Jahresmitteltemperatur 2017 lag in Luzern (SwissMetNet-Station auf der Allmend) bei 10.5 °C und damit, wie schon im Vorjahr, deutlich über dem Normwert 1981 – 2010. Die durchschnittliche Sonnenscheindauer war ebenfalls deutlich höher als im langjährigen Mittel. Nur die Jahresniederschläge lagen im Bereich der Norm.

Meteo-Messungen SwissMetNet-Station Luzern 2017			
	Normwert 1981 - 2010	Jahresmittel 2017	Abweichung 2017 zur Norm
Temperatur	9.6 °C	10.5 °C	+0.9 °C
Niederschlag	1'173 mm	1'245 mm	+72 mm
Sonnenscheindauer	1'424 h	1'706 h	+282 h

Das Jahr 2017 startete sehr kalt. Dies führte zum kältesten Januar seit 30 Jahren (Monatsmittelwert -2.9 °C). Stürmische Südwestwinde brachten dann Ende Februar extrem milde Luftmassen zur Schweiz und führten damit zu einer Rekordwärme. Der Winter von Dezember 2016 bis Februar 2017 war extrem trocken und schneearm, dafür auch überdurchschnittlich sonnig. Weiter ging es mit dem drittwärmsten Frühling seit Messbeginn 1864 (Mittelwert März bis Mai 1.7 °C über der Norm 1981-2010). Spät, Ende April, gab es, aufgrund von Kaltluft aus dem Norden, nochmals einen Wintereinbruch. Auf den drittwärmsten Frühling folgte der drittwärmste Sommer in der Schweiz seit Messbeginn. Heiss war vor allem der Sommerbeginn: der Juni war von anhaltend hoher Temperatur und einer fünftägigen Hitzewelle geprägt. Anfang August kam es häufig zu heftigen Gewittern.

Der Herbst zeigte einen sehr bewegten Witterungsverlauf. Der September war ausgesprochen kühl. Eine anhaltende Hochdrucklage zeigte sich Mitte Oktober. Wintereinzüge gab es bereits im November, es fiel mehrmals Schnee bis in tiefe Lagen. Viel Schnee gab es dann im Dezember.

Witterungsbedingt herrschten im Jahr 2017 relativ gute Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe. In den Wintermonaten wurden kaum langanhaltende Inversionslagen registriert. Die überaus sonnige Witterung begünstigte allerdings die Ozonproduktion, auch über die Sommermonate hinaus.

4 Messresultate 2017

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
2017						
Januar	32.8	56.2	0	53.6	80.7	1
Februar	28.8	48.9	0	49.2	71.3	0
März	21.1	33.4	0	44.9	63.8	0
April	15.8	27.5	0	38.9	53.3	0
Mai	13.2	20.1	0	37.4	52.0	0
Juni	11.8	19.4	0	35.1	51.7	0
Juli	10.7	17.3	0	31.0	52.4	0
August	13.3	21.5	0	35.2	53.4	0
September	16.8	25.7	0	37.3	47.4	0
Oktober	21.9	36.8	0	42.3	66.5	0
November	25.3	44.3	0	45.1	70.7	0
Dezember	26.6	46.6	0	45.2	62.5	0
Jahr	19.8	56.2	0	41.2	80.7	1
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
03.01.2017	31.01.2017	37	34	36	46	28	37	33	35
31.01.2017	28.02.2017	32	33	32	43	26	36	29	33
28.02.2017	28.03.2017	28	25	24	43	18	30	20	26
28.03.2017	25.04.2017	25	19	19	37	13	23	17	20
25.04.2017	23.05.2017	24	18	16	36	12	21	12	19
23.05.2017	20.06.2017	21	13	12	36	9	15	10	14
20.06.2017	18.07.2017	22	14	9	34	9	15	10	15
18.07.2017	15.08.2017	19	13	10	34	9	14	11	15
15.08.2017	13.09.2017	22	16	14	36	11	-	13	16
13.09.2017	10.10.2017	23	19	18	39	13	17	18	17
10.10.2017	07.11.2017	28	26	27	42	20	32	24	22
07.11.2017	05.12.2017	28	25	29	42	22	31	26	-
05.12.2017	02.01.2018	26	25	27	44	22	30	26	26
Jahresmittel		26	22	21	39	16	25	19	21

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2017						
Januar	26.1	64.8	4	40.7	93.8	12
Februar	18.0	43.5	0	26.7	64.0	2
März	14.2	32.1	0	19.1	45.8	0
April	14.8	27.1	0	18.1	35.5	0
Mai	10.0	16.5	0	12.6	21.0	0
Juni	13.1	29.0	0	15.8	36.0	0
Juli	10.7	20.7	0	12.4	23.6	0
August	14.5	34.9	0	17.1	39.0	0
September	10.2	22.3	0	12.2	27.0	0
Oktober	12.4	24.1	0	16.3	28.5	0
November	12.2	25.5	0	16.9	34.8	0
Dezember	12.2	23.3	0	16.6	33.7	0
Jahr	14.0	64.8	4	18.7	93.8	14
Grenzwert LRV*	20.0	50.0	1	20.0	50.0	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

4.3 Russ (EBC)

Russ (EBC)	Ebikon, Sedel		Moosstrasse	
	Mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximales Tagesmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximales Tagesmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2017				
Januar	0.6	1.6	1.2	2.4
Februar	0.7	1.5	1.2	1.9
März	0.5	0.9	0.9	1.7
April	0.4	0.7	0.8	1.1
Mai	0.3	0.6	0.7	1.1
Juni	0.4	0.7	0.8	1.4
Juli	0.3	0.6	0.7	1.0
August	0.5	1.0	0.9	1.3
September	0.5	0.9	0.9	1.4
Oktober	0.6	1.1	1.0	1.7
November	0.6	1.2	1.0	2.1
Dezember	0.5	1.4	0.8	1.4
Jahr	0.5	1.6	0.9	2.4
Schutzziel EKL*	0.1	-	0.1	-

* EKL, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene

4.4 Ozon (O₃)

Ozon (O ₃)	Ebikon, Sedel				
	Mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Stundenmittel > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximales Stundenmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	98%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AOT 40 Wald ppm·h
2017					
Januar	27.7	0	80.0	68.6	
Februar	27.0	0	97.4	83.5	
März	47.1	0	116.5	100.9	
April	63.1	7	130.0	115.9	
Mai	73.3	58	153.4	135.9	
Juni	78.1	65	156.2	139.9	
Juli	66.5	24	140.0	127.3	
August	60.1	32	143.4	130.4	
September	44.3	0	106.8	95.7	
Oktober	34.0	0	85.4	77.1	
November	25.4	0	82.5	69.5	
Dezember	29.4	0	98.2	77.5	
Jahr	48.1	186	156.2		11.8
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
2016				21	57	0	41	71	0
2017				20	56	0	41	81	1
Grenzwert LRV*	30	80	1	30	80	1	30	80	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

5.1.2 Passivsammler-Messungen (NO₂)

Jahr	Standorte (Jahresmittel in µg/m ³ ; Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung 30 µg/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
2016			28	23	22	43	18	27	21	25
2017			26	22	21	39	16	25	19	21

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

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
2016				15	57	2	20	61	4
2017				14	65	4	19	94	14
Grenzwert LRV*	20	50	1	20	50	1	20	50	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

5.3 Russ (EBC)

Russ (BC, EBC)*	Ebikon, Sedel		Moosstrasse	
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Ta- gesmittel 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
2016	0.5	2.3	1.0	2.5
2017	0.5	1.6	0.9	2.4
Schutzziel EKL**	0.1	-	0.1	-

* Die Russbelastung wurde bis 2015 anhand der BC-Methodik, ab 2016 anhand der EBC-Methodik (siehe 7 Glossar) ermittelt

** 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
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
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
2016	43	160	171	10.4
2017	48	156	186	11.8
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
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 81'500 Einwohnerinnen und Einwohner und 81'100 Beschäftigte mit Wärme. Täglich fahren mehr als 99'000 Fahrzeuge auf der Autobahn A2 durch den Reussport-Tunnel und 36'000 Fahrzeuge über die Seebrücke im Zentrum der Stadt. Auch die Bautätigkeit hat lokal Auswirkungen auf die Belastung der Luft mit unerwünschten Schadstoffen.

Die Witterungsverhältnisse bestimmen die Verdünnung der Luftschadstoffe und die Bildung von Sekundär-schadstoffen 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 2017

Im Jahr 2017 lag die Stickstoffdioxidbelastung an den Monitoring-Stationen im ähnlichen Bereich wie im Vorjahr. Die Messstation Ebikon, Sedel wies einen Jahresmittelwert von 20 µg/m³ aus. Am verkehrsexponierten Standort Moosstrasse wurde ein Jahresmittelwert von 41 µg/m³ registriert. Dieser Wert liegt weiterhin deutlich über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung von 30 µg/m³. Im Jahr 2017 wurde an der Monitoring-Station Ebikon, Sedel der Grenzwert für das Tagesmittel (80 µg/m³) eingehalten, die Station Moosstrasse wies eine einzige Überschreitung des Grenzwertes für das Tagesmittel auf. Erlaubt ist gemäss Luftreinhalteverordnung eine Überschreitung pro Jahr.

An allen Passivsammler-Standorten auf Stadtgebiet wurden die tiefsten Jahresmittelwerte seit Messbeginn ermittelt. Die NO₂-Konzentration lag an allen Standorten leicht tiefer als im 2016, dem bisher besten Jahr. Sieben der acht Standorte lagen 2017 unter dem LRV-Grenzwert für das Jahresmittel. Der Passivsammler am stark frequentierten Bahnhofplatz zeigte mit einem Jahresmittelwert von 39 µg/m³ weiterhin eine deutliche Überschreitung des LRV-Grenzwertes. Die Luftschadstoffsituation am Bahnhofplatz ist geprägt durch bedeutende Verkehrsemissionen, wobei Dieselse und Reisecars an diesem Ort einen erheblichen Anteil zur Belastung beitragen (Bericht „Immissionsbelastung Luzern Bahnhofplatz“ vom 2. Februar 2015).

Wie im Vorjahr blieb die Belastung mit Stickstoffdioxid relativ tief, dank günstiger meteorologischer Bedingungen. Entlang des Hauptverkehrsnetzes liegt die Schadstoff-Konzentration aber nach wie vor deutlich über dem Grenzwert für das Jahresmittel.

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

Nach einer starken Reduktion der Stickstoffdioxid-Belastung in den 1990er-Jahren stagnierte die Schadstoffkonzentration ab der Jahrtausendwende. Dank den letzten zwei Messjahren zeigen nun aber mehrere Passivsammler Standorte statistisch signifikante Abnahmen der Stickstoffdioxid-Konzentration über die letzten 10 Jahre. Auch die Monitoring-Station Ebikon, Sedel zeigt eine statistisch signifikante, leicht rückläufige Tendenz. Die stark verkehrsbelastete Monitoring-Station Moosstrasse misst für die letzten sieben Jahre ebenfalls einen Rückgang der Belastung mit Stickstoffdioxid. Die Zeitreihe ist hier aber noch zu kurz, um von gesicherten Erkenntnissen zu sprechen. Aufschlussreich sind die Messwerte vom Passivsammler-Standort Reussbühl. Mit der Verkehrsverlagerung auf die neue Reussbühlstrasse ist die Stickstoffdioxid-

Belastung an der Hauptstrasse um rund einen Drittel gesunken und liegt heute deutlich unter dem Jahresmittelgrenzwert der LRV.

Maximal einmal pro Jahr darf der Wert von $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemäss der schweizerischen Luftreinhalteverordnung im Tagesmittel überschritten werden. Die Station Ebikon, Sedel weist seit 1996 keine Überschreitungen des Tagesgrenzwertes mehr auf. Die Station Moosstrasse zeigte zu Beginn der Messungen ab Jahr 2010 regelmässig eine hohe Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes. Die Anzahl dieser Überschreitungen ist in den letzten Jahren jedoch kontinuierlich zurückgegangen. Im Jahr 2017 wurde eine Überschreitung des Tagesgrenzwertes gemessen. 2016 wurde der Tagesgrenzwert nie überschritten.

Die gesundheitlichen Anforderungen an die Luftqualität in Bezug auf NO_2 sind nach wie vor nicht erfüllt. Im Mittel der Jahre 2013 bis 2016 lebten rund 30 Prozent der stadtluzerner Bevölkerung in Gebieten mit überschrittenem Jahresgrenzwert. Eine wesentliche Ursache für diesen unbefriedigenden Zustand sind die Emissionen von leichten Dieselfahrzeugen, welche im realen Betrieb auf der Strasse teilweise drei- bis siebenmal höher sind als bei den Zulassungstests auf dem Rollenprüfstand.

6.3 Feinstaub (PM10)

6.3.1 Situation 2017

Die Konzentration von Feinstaub (PM10) gilt als wichtiger Indikator für die gesundheitliche Beurteilung der Luftqualität. Das Jahresmittel lag an der Station Ebikon, Sedel bei $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und somit deutlich unter dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (Grenzwert $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Auch an der Messstation Moosstrasse lag die Belastung mit $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel erstmals knapp unter dem Grenzwert. Die höchsten Tagesmittelwerte lagen mit $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ebikon, Sedel), beziehungsweise mit $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Moosstrasse) deutlich bis massiv über dem Tagesmittelgrenzwert 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 14 Tage mit einer Überschreitung des Tagesgrenzwertes auf. Zulässig ist eine Überschreitung pro Jahr.

In dicht besiedelten Gebieten und entlang der Hauptverkehrsachsen lagen die Feinstaub-Immissionen im Bereich des Grenzwertes für das Jahresmittel. Im restlichen Gemeindegebiet lag die Immissionsbelastung unterhalb des Jahresmittelgrenzwertes. Der Grenzwert für das Tagesmittel wurde wohl auf dem gesamten Gemeindegebiet mehrfach überschritten.

Im Winterhalbjahr ist die Belastung mit Feinstaub höher als im Sommerhalbjahr. Alle Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes waren im Januar und im Februar zu verzeichnen. 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 2017 wurden aber 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 2008 bis 2017 zwischen 14 und $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und weisen einen statistisch signifikanten geringen Rückgang auf. Während der Grenzwert in den Vorjahren mehrheitlich überschritten wurde, liegt die Belastung seit 2014 unter dem Grenzwert. An der Moosstrasse liegen die Jahresmittelwerte seit 2010 zwischen 19 und $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Jahr 2017 wurde der tiefste Jahresmittelwert in der noch kurzen Messreihe gemessen. Die Belastung am Standort Moosstrasse ist stark von lokalen Emissionen beeinflusst. Der statistisch signifikante Rückgang der Feinstaubkonzentration in den letzten Jahren 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

2008 bis 2017 zwischen 2 und 16, an der Station Moosstrasse von 2010 bis 2017 zwischen 4 und 48 Tagen. Im Jahr 2017 wurden im Vergleich zum Vorjahr wieder mehr Tage mit Grenzwertüberschreitungen gezählt. Diese traten im Januar und Mitte Februar während winterlichen Inversionslagen auf.

6.4 Russ (EBC)

6.4.1 Situation 2017

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 die Russbelastung von 2013 bis 2023 um 80 Prozent gesenkt werden soll. Der Jahresmittelwert 2017 betrug an der Messstation Luzern Moosstrasse $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und lag somit leicht tiefer als im Vorjahr ($1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Der Zielwert der EKL wurde aber weiterhin massiv (Faktor 9) überschritten.

Der Jahresmittelwert 2017 an der Messstation Ebikon, Sedel betrug, wie schon in den drei Vorjahren $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 den sechs Messjahren von 2012 bis 2017 ist die Russbelastung bei der Messstation Moosstrasse stark rückläufig. Auch hier machen sich die Partikelfilterpflicht für Baumaschinen und Dieselfahrzeuge sowie die emissionsmindernden Massnahmen bei Holzfeuerungen positiv bemerkbar.

Bei der Messstation Ebikon, Sedel wurde die letzten vier Jahre eine konstante Russbelastung gemessen, welche ungefähr der Hälfte der aktuellen Belastung an der Station Moosstrasse entspricht.

6.5 Ozon (O_3)

6.5.1 Situation 2017

Bei der Station Ebikon, Sedel wurde der Grenzwert für das Stundenmittel 186 mal überschritten, und der Belastungswert für Wald lag mit $11.8 \text{ ppm}\cdot\text{h}$ mehr als zweifach über dem entsprechenden Schwellenwert. Der Jahresmittelwert von $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ war der zweithöchste seit Messbeginn im Jahr 1991. Der maximale Stundenmittelwert als Mass für kurzfristige Spitzenbelastungen war 2017 mit $156 \mu\text{g}/\text{m}^3$ so tief wie nie seit 1991.

Die Ozonbelastung bewegt sich somit weiterhin deutlich und flächendeckend über den zulässigen Grenzwerten der schweizerischen 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 2008 und 2017 wurden von der Messstation Ebikon, Sedel jährlich 150 bis 338 Stunden über dem Grenzwert gemessen. Das Messjahr 2017 liegt mit 186 Stunden im unteren Bereich dieser Spanne.

Die höchsten Stundenmittel zeigen nur relativ kleine Schwankungen von Jahr zu Jahr. Von 2008 bis 2017 bewegten sich die von der Station Ebikon, Sedel gemessenen maximalen Stundenmittelwerte des betreffenden Jahres zwischen $156 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der maximale Stundenmittelwert im Jahr 2017 war damit der niedrigste nicht nur seit 2008 sondern sogar seit Messbeginn im Jahr 1991.

Der kritische Ozon-Schwellenwert AOT 40 für Wald ($5 \text{ ppm}\cdot\text{h}$) wurde an der Station Ebikon, Sedel in den letzten 10 Jahren jährlich um 93 % bis 211 % überschritten. Die Belastung im 2017 lag im mittleren Bereich dieser Spanne.

Betrachtet man die letzten zehn Jahre, ist bei der Ozonbelastung am Standort Ebikon, Sedel kein Trend ersichtlich. Seit Messbeginn im Jahr 1991 zeigt sich aber eine interessante, gegenläufige Entwicklung: Während die Höhe und die Anzahl der jährlichen Belastungsspitzen abnehmen, ist bei den Jahresmittelwerten keine Tendenz auszumachen.

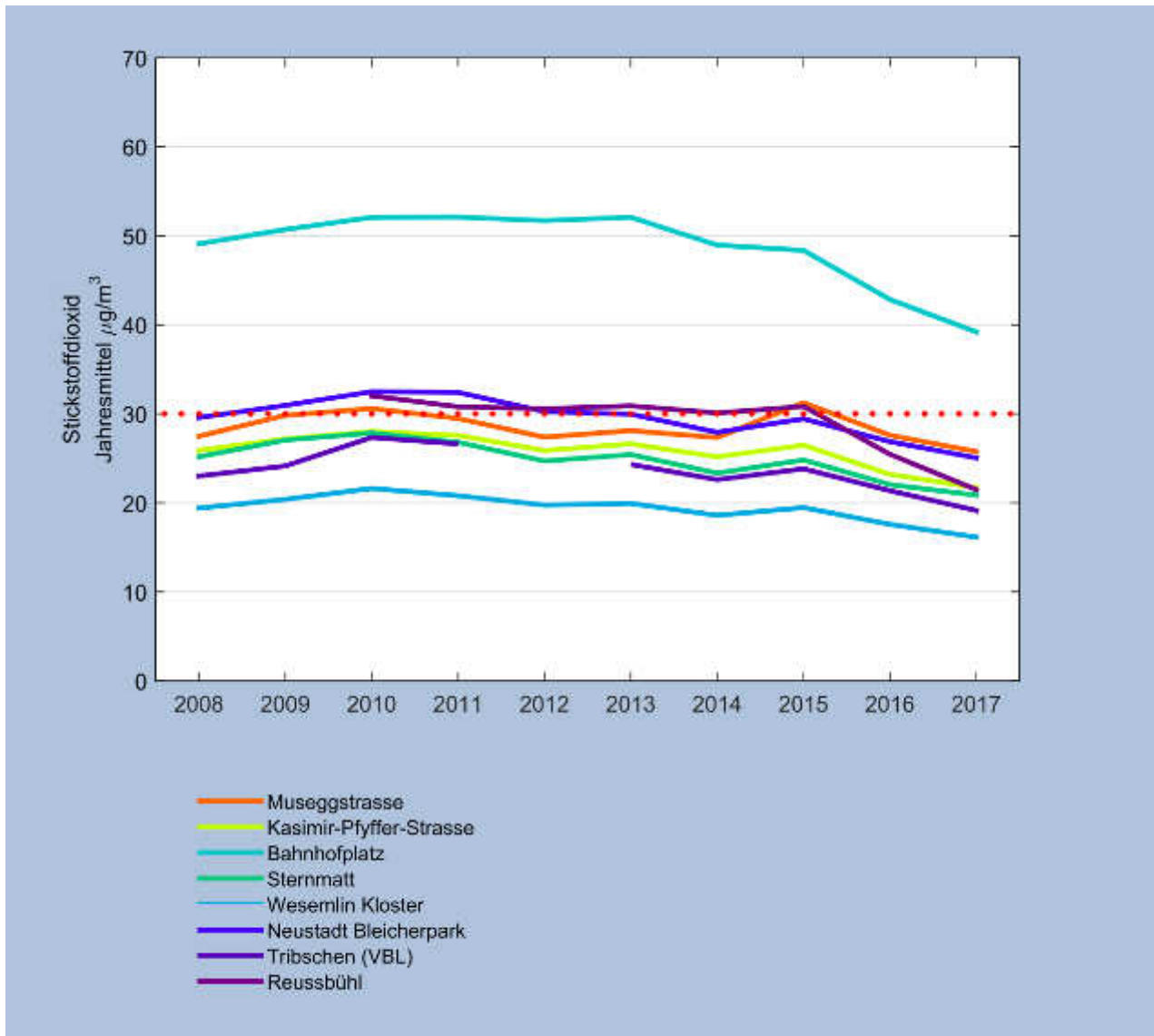
Im Vergleich zur Messstation Ebikon, Sedel ist die Ozonbelastung am Standort Moosstrasse deutlich geringer. Das vom Strassenverkehr emittierte Stickstoffmonoxid führt hier zu einem Ozonabbau. An der Moosstrasse wurde Ozon deshalb nur in den Jahren 2010 und 2011 gemessen.

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 (Lichtabsorption).
EBC	Equivalent Black Carbon, Russ gemessen mittels Aethalometer und umgerechnet in EC. Der Umrechnungsfaktor ergibt sich aus Parallelmessungen von BC und EC.
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
PM ₁₀	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.

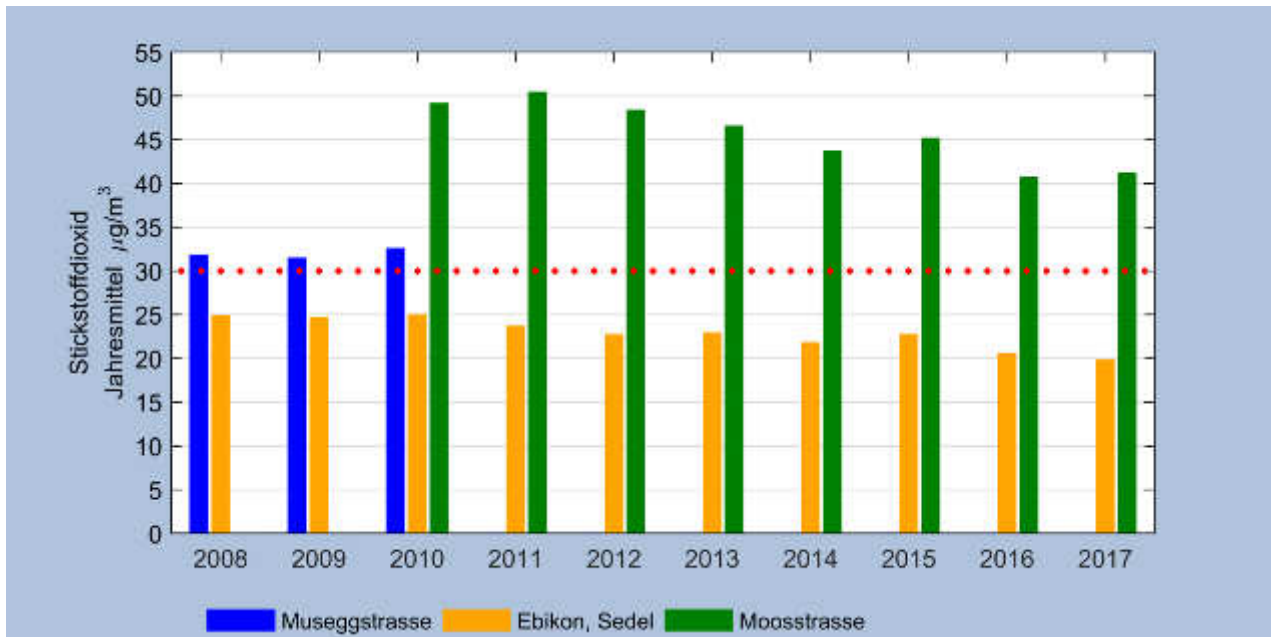
8 Anhang

8.1 Grafiken

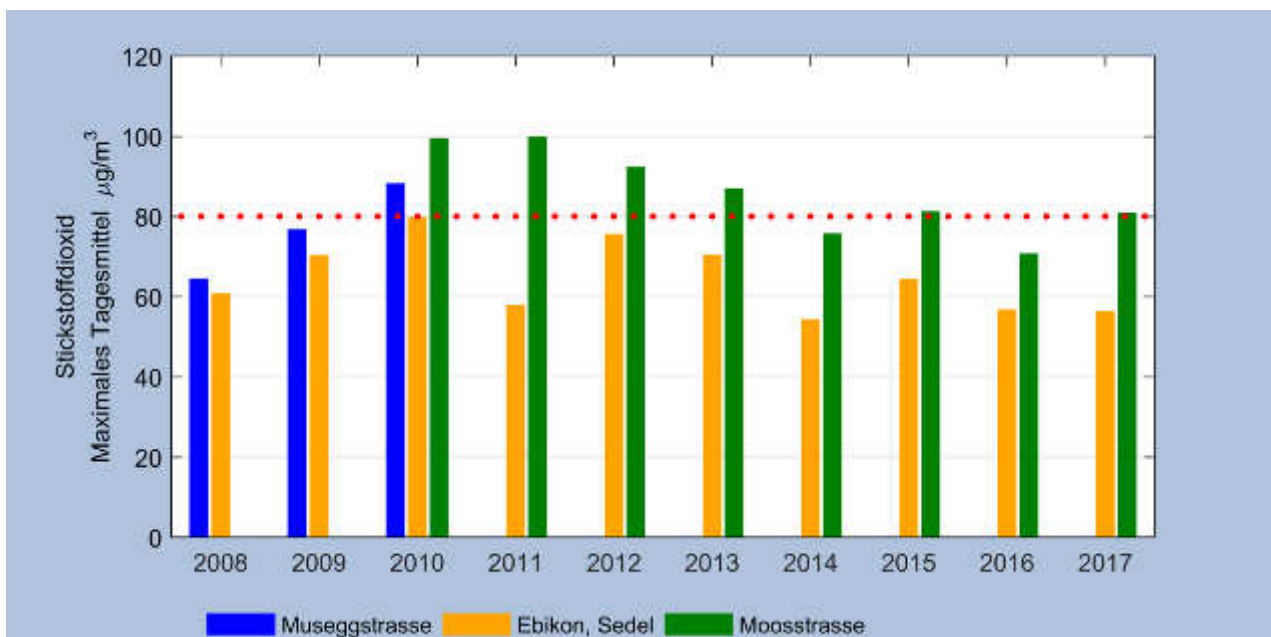


Grafik 2: Entwicklung der Stickstoffdioxid-Belastung (NO_2 -Jahresmittelwerte) an verschiedenen Standorten (2008 bis 2017).

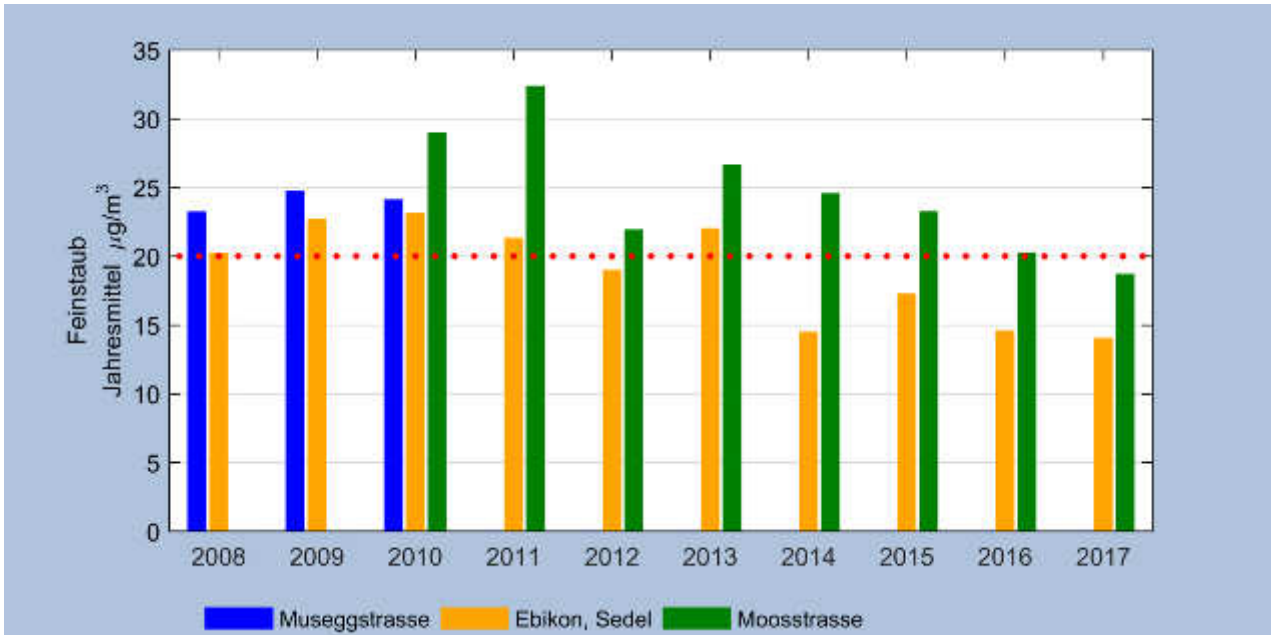
..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



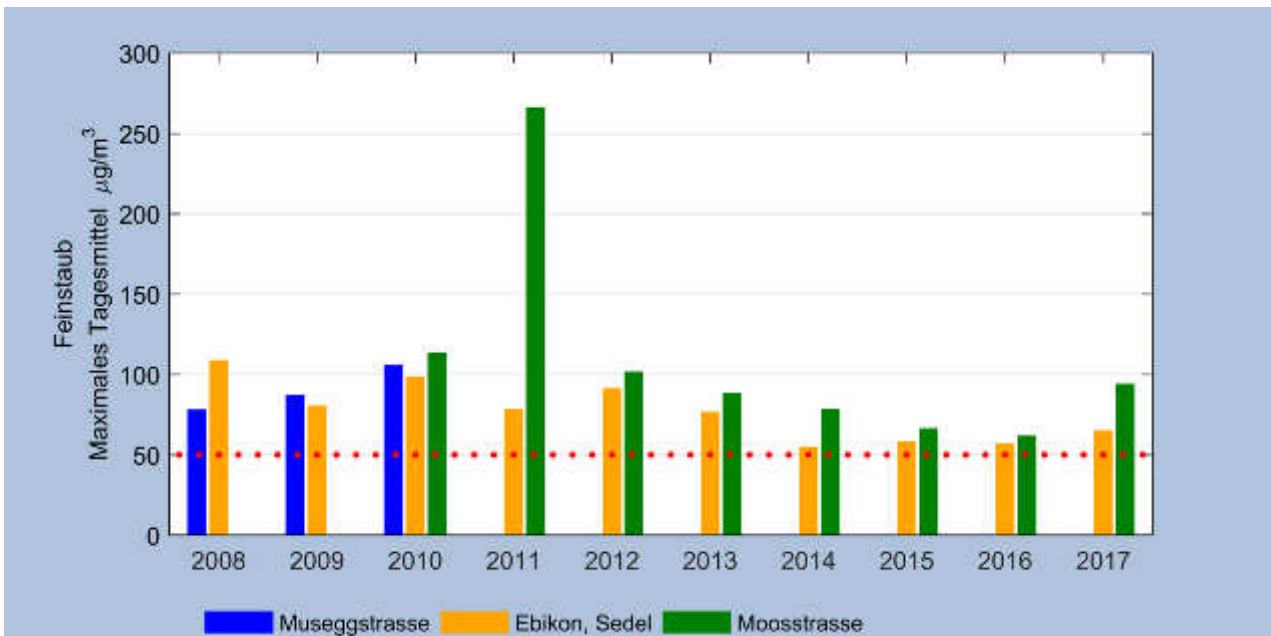
Grafik 3: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastung (NO_2) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2008 bis 2017)
 Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



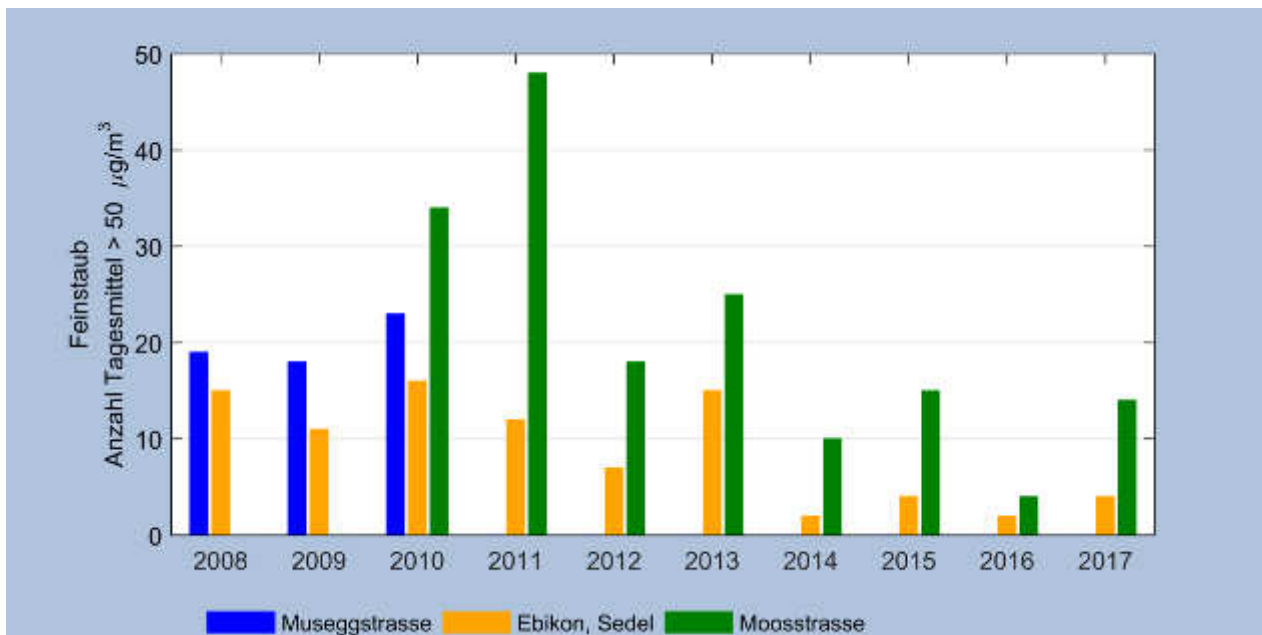
Grafik 4: Maximale Tagesmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastung (NO_2) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2008 bis 2017)
 Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



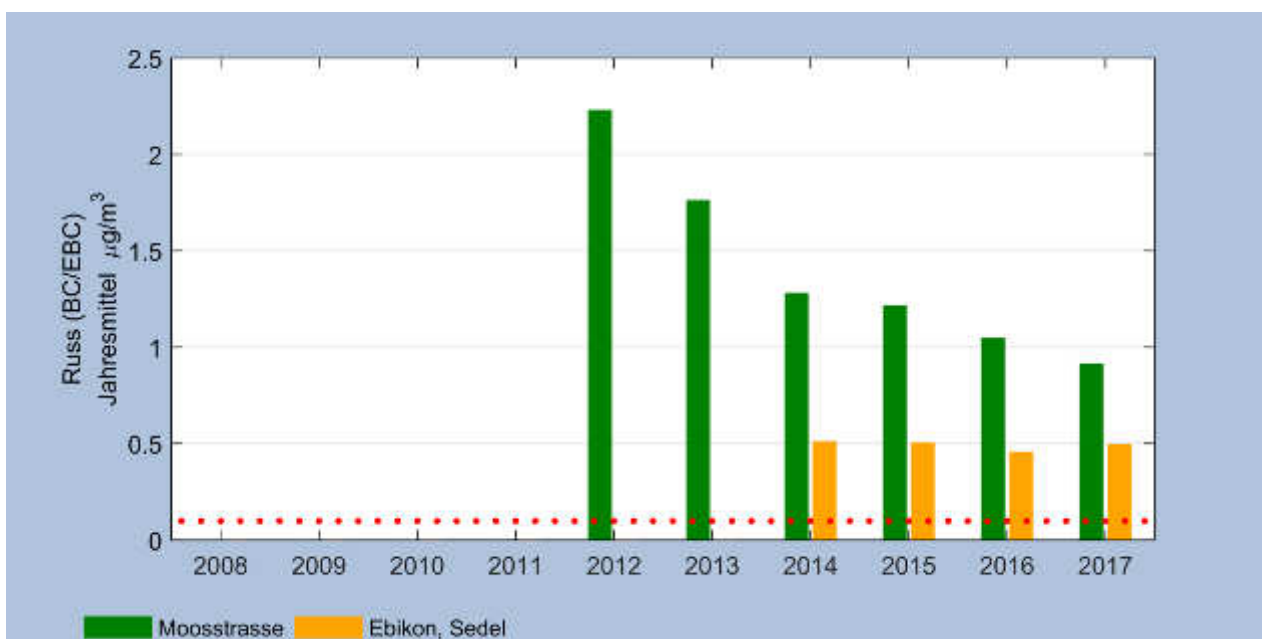
Grafik 5: Jahresmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2008 bis 2017)
 Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



Grafik 6: Maximale Tagesmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2008 bis 2017)
 Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

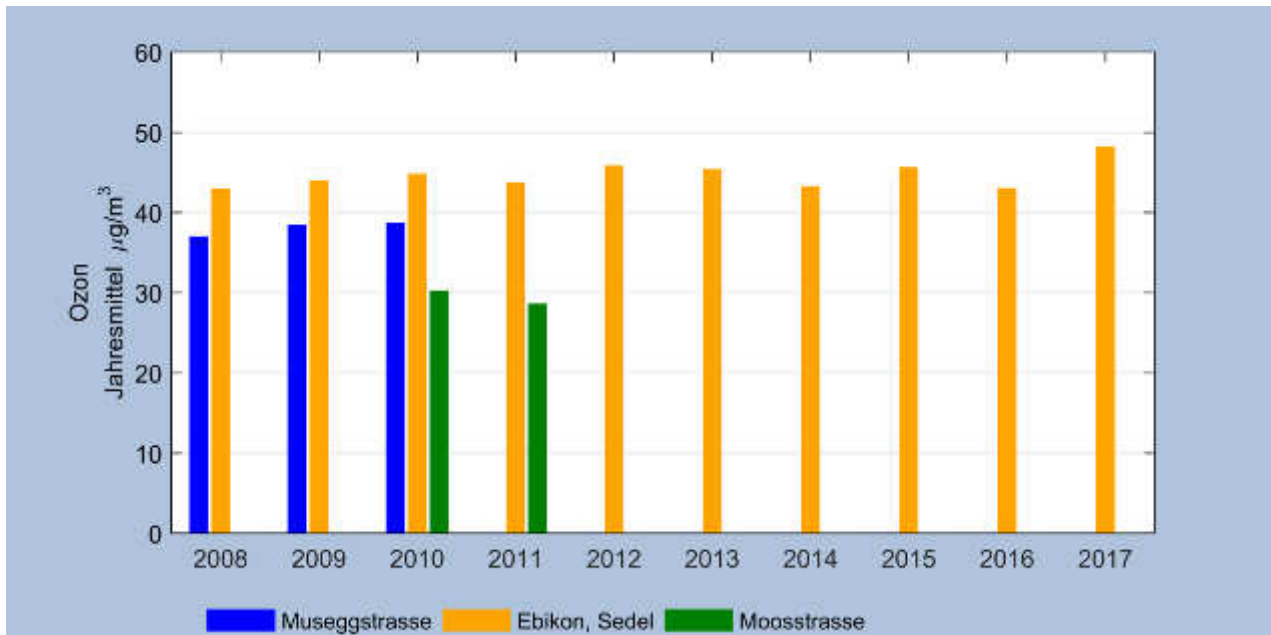


Grafik 7: Anzahl Tage mit Tagesmittelwerten der Feinstaubbelastung (PM10) über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (50 µg/m³) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2008 bis 2017). Maximal zulässig ist 1 Tag.

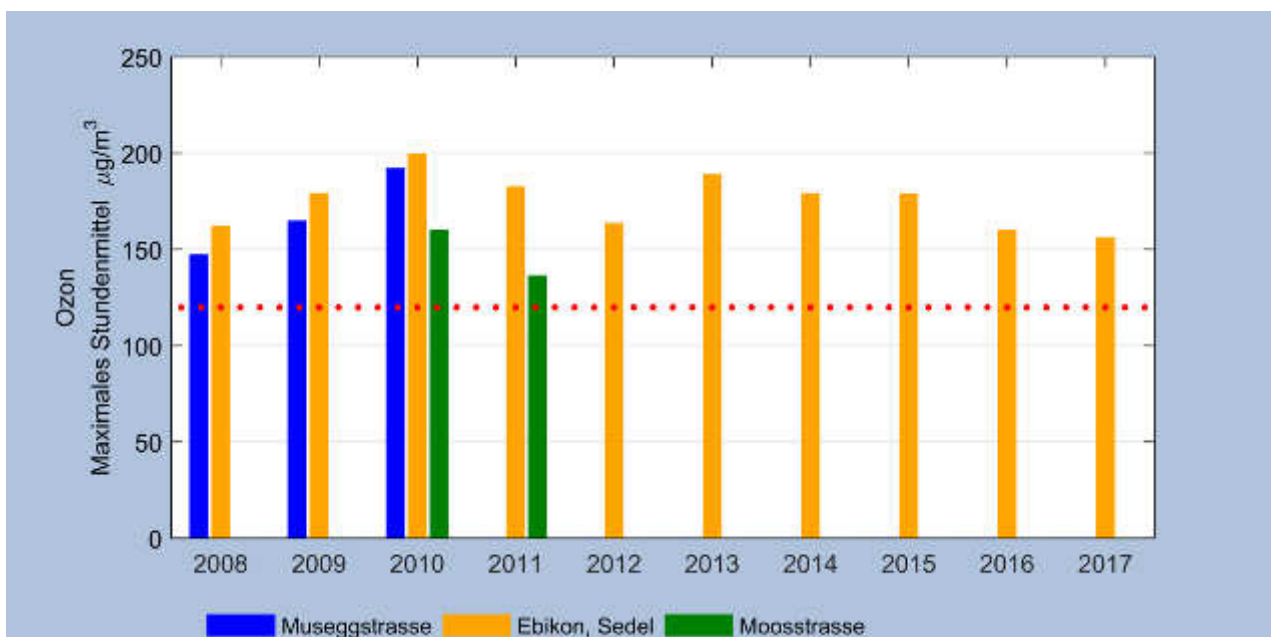


Grafik 8: Jahresmittelwerte der Russbelastung (BC/EBC) für die Standorte Moosstrasse und Ebikon, Sedel (Messungen am Standort Moosstrasse finden seit 2012 statt, am Standort Ebikon, Sedel seit 2014.)

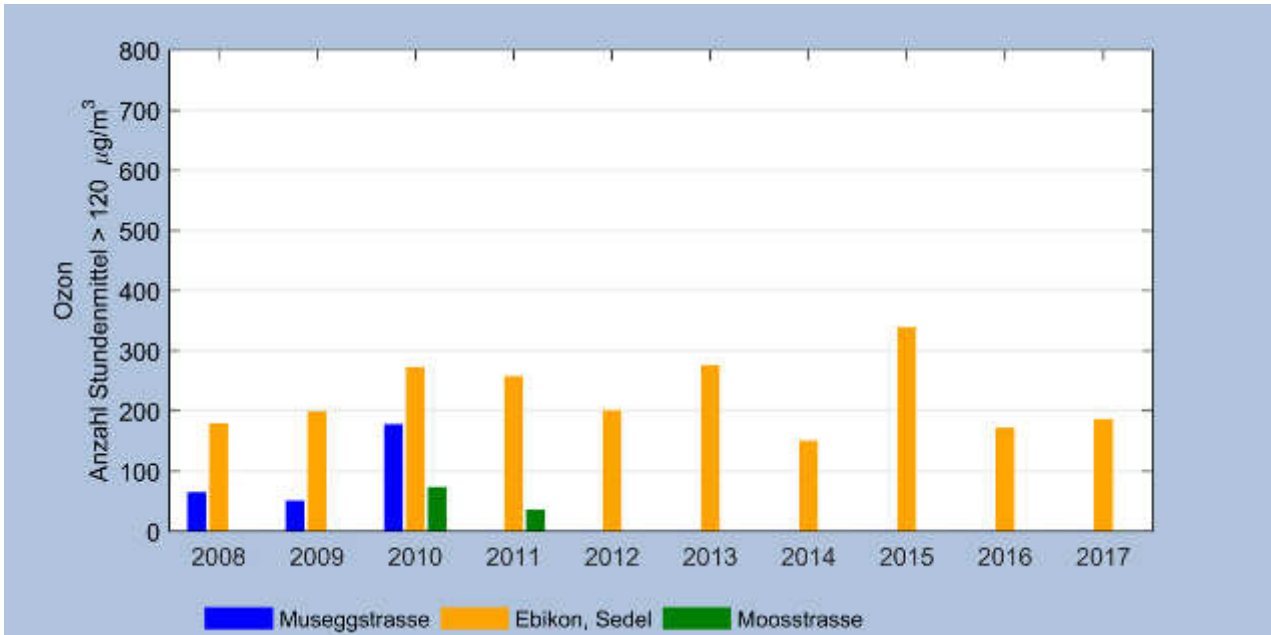
••••• Schutzziel Eidgenössische Kommission für Lufthygiene



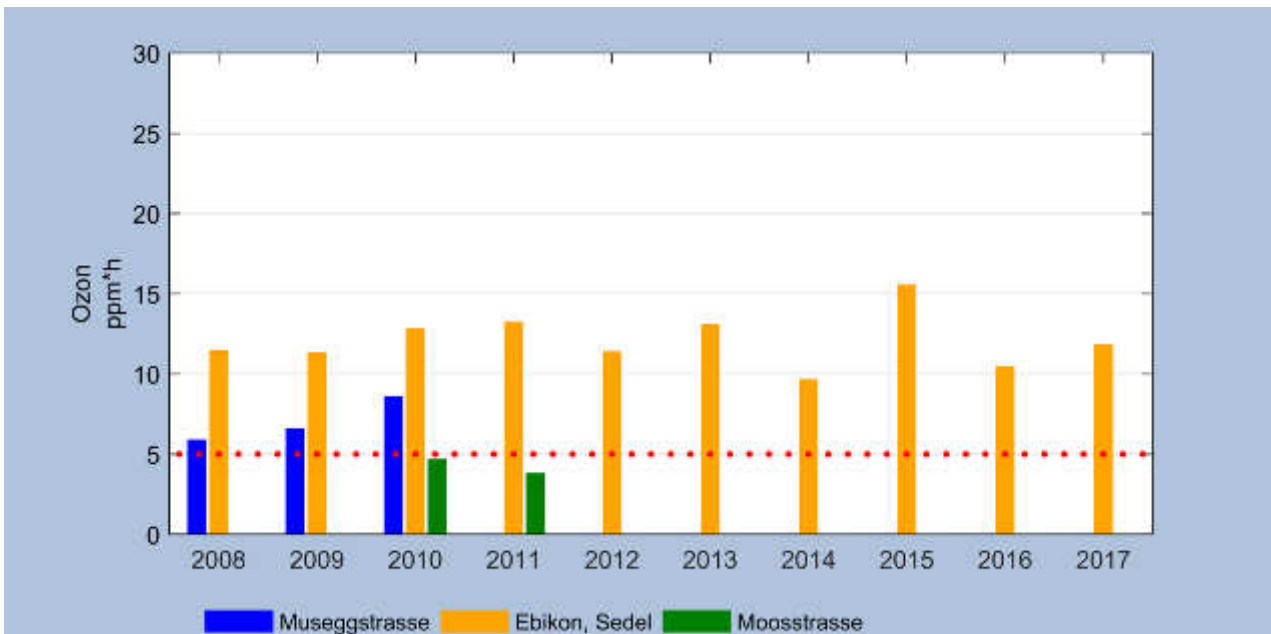
Grafik 9: Jahresmittelwerte der Ozonbelastung (O₃) für die Standorte Luzern Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2008 bis 2017)



Grafik 10: Maximale Stundenmittelwerte der Ozonbelastung (O₃) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2008 bis 2017)
 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 (2008 bis 2017). 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 (2008 bis 2017).

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

8.2 BAFU-Stationsblätter

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 m über Meer
 Probenahme m von Strasse m über Boden

Zonentyp Städtisch Industrie Verkehr Hintergrund Ländlich Hochgebirge

Stationstyp keine Immissionsgrenzwerte offen einseitig offen geschlossen

Bebauung keine Immissionsgrenzwerte offen einseitig offen geschlossen

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

Meteorparam. Ja Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte			Messgerät / Messmethode
						Jahr	Tag	95%	
SO ₂	µg/m ³					30	100	100	
NO ₂	µg/m ³	19.8	49.5	56.2	0	30	80	100	Thermo 42i / Chemilumineszenz
NO _x	ppb	16.1	50.7	61.7					Thermo 42i / Chemilumineszenz
CO	mg/m ³						8		
TSP	µg/m ³								
PM10	µg/m ³	14.0	32.0	64.8	4	20	50		FIDAS-200
PM2.5	µg/m ³								
PM1	µg/m ³								
Partikelanzahl	1/cm ³								
EC / Russ	µg/m ³	0.5	1.3	1.6					Aethalometer AE16 / AE33 (EBC)
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	Messgerät	ML9810 / UV-Photometer							
Jahresmittel	48.1								
höchster 98%-Wert	139.9								
maximales Stundenmittel	156.2								
Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m ³	6								
Anzahl 1h-Mittel	8760								
Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m ³	186	39							
> 160 µg/m ³	0	0							
> 240 µg/m ³	0	0							
Dosis AOT40f in ppm·h									12

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort **Jahr**

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

Stationstyp Industrie Verkehr Hintergrund

Zonentyp Städtisch Vorstädtisch Ländlich Hochgebirge

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

Bebauung keine offen einseitig offen geschlossen

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

Meteorparam. Ja Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > [GW (Anz.)]	Immissionsgrenzwerte			Messgerät / Messmethode
						Jahr	Tag	95%	
SO ₂	µg/m ³					30	100	100	
NO ₂	µg/m ³	41.2	76.7	80.7	1	30	80	100	Thermo 42i / Chemilumineszenz
NO _x	ppb	42.9	106.4	128.2					Thermo 42i / Chemilumineszenz
CO	mg/m ³						8		
TSP	µg/m ³								
PM10	µg/m ³	18.7	46.6	93.8	14	20	50		FIDAS-200
PM2.5	µg/m ³								
PM1	µg/m ³								
Partikelanzahl	1/cm ³								
EC / Russ	µg/m ³	0.9	2.0	2.4					Aethalometer AE33 (EBC)
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			
TI im SN	µg/(m ² ·d)					2			
Benzol	µg/m ³								
Toluol	µg/m ³								
NMVOC	µg C ₆ H ₆ /m ³								
Ammoniak	µg/m ³								

Ozon Messgerät

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

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

> 180 µg/m³ h d

> 240 µg/m³ h d

Dosis AOT40f in ppm·h

8.3 Klimabulletin Jahr 2017, MeteoSchweiz



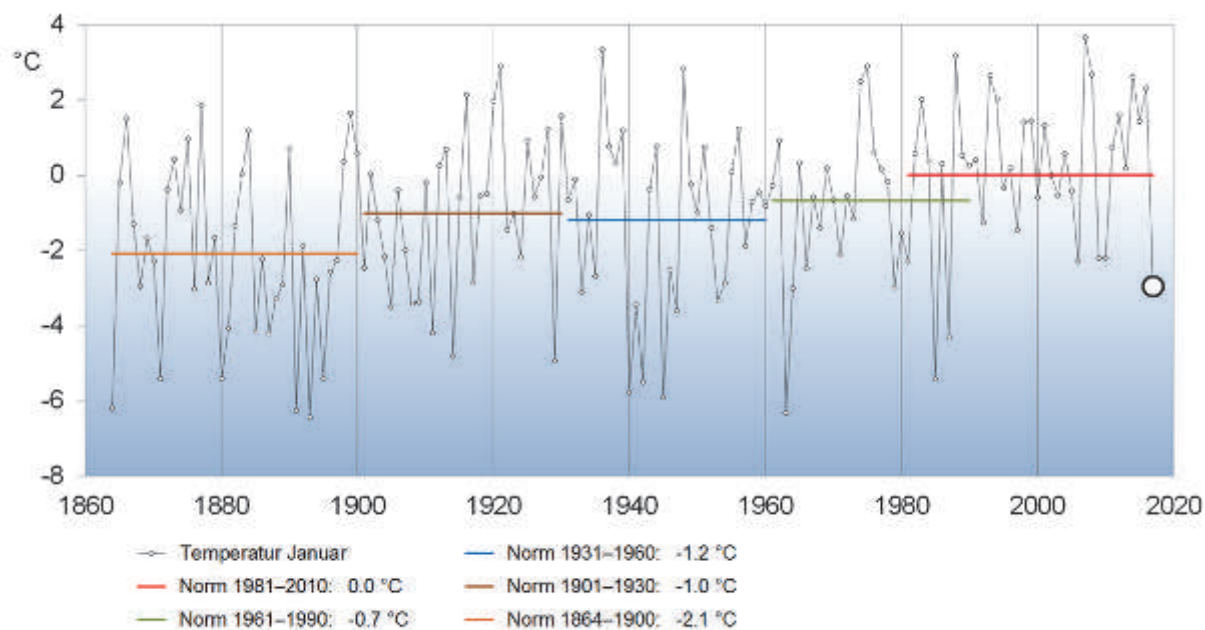
Klimabulletin Jahr 2017

Das Jahr 2017 brachte der Schweiz den drittwärmsten Frühling und den drittwärmsten Sommer seit Messbeginn 1864. Kräftige Wärmeschübe lieferten auch die Monate Februar und Oktober. So blickt die Schweiz auf das sechst wärmste Jahr in der 154-jährigen Messperiode zurück. Das landesweite Jahresmittel stieg 0.8 Grad über die Norm 1981–2010. Zur extremen Wärme gesellte sich einer der schneeärmsten Winter sowie eine extrem trockene Herbstmitte. Einige Regionen der Schweiz registrierten schliesslich das dritt- oder viertsonnigste Jahr, die Alpensüdseite sogar das sonnigste Jahr in den über 50-jährigen homogenen Messreihen. Landesweit sehr sonnig waren vor allem in die Monate April bis Juni und der Oktober.



Im Norden kältester Januar seit 30 Jahren

In den letzten drei Jahrzehnten schwankte die Januartemperatur auf der Alpennordseite unterhalb von 1000 m meist zwischen -2 Grad und +3 Grad. Im Vergleich dazu liefert der Januar 2017 mit -2.9 Grad einen ungewöhnlich tiefen Monatswert. Kälter war der nordalpine Januar letztmals in den Jahren 1987 mit -4.3 Grad und und 1985 mit -5.4 Grad. In tieferen Lagen der Alpennordseite gehört der Januar 2017 selbst innerhalb der letzten 60 Jahre zur Eis-Elite. Vergleichbar kalt zeigte sich der Januar 1979 mit -3.0 Grad. Massiv kälter war der Seegfrörni-Januar 1963 mit einem Monatsmittel von -6.3 Grad.



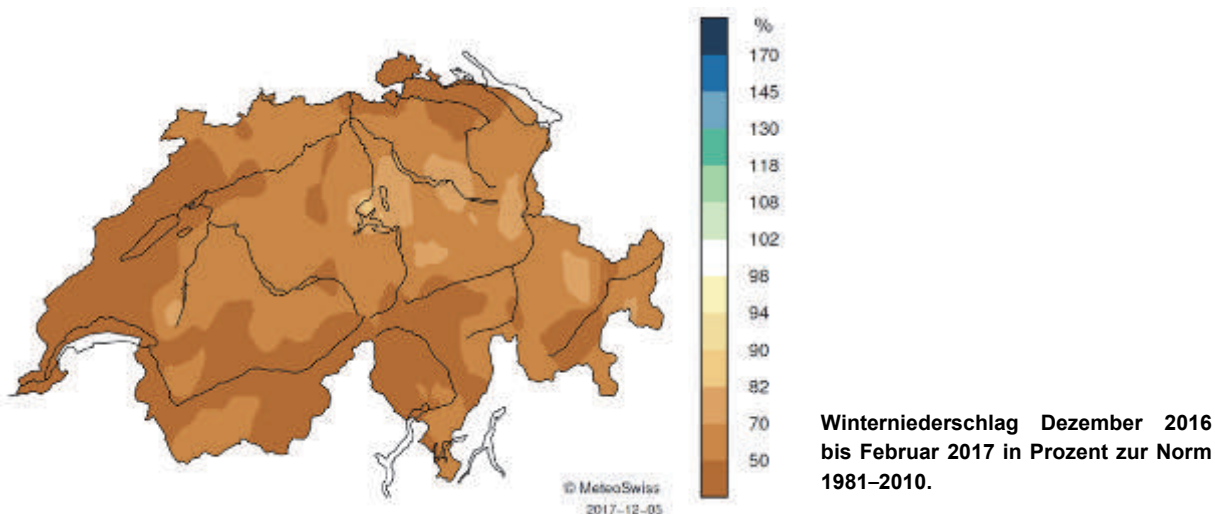
Januartemperatur Alpennordseite 1864–2017 unterhalb von 1000 m. Der grosse schwarze Kreis mit weisser Füllung zeigt den Januar 2017 (-2.9 °C).

Februar bringt Rekordwärme

Am 23. Februar schwappten mit stürmischen Südwestwinden extrem milde Luftmassen in die Schweiz. Mehrere Regionen registrierten eine Tagesmaximum-Temperatur von über 20 Grad. Am wärmsten wurde es in Sion im Zentralwallis mit 21.4 Grad. An 17 Messstandorten gab es neue Februarrekorde. Zwölf dieser Messreihen reichen mindestens 50 Jahre zurück. An Standorten mit über 100-jährigen Messreihen wurden die bisherigen Rekorde um mehr als 1 Grad übertroffen: Bern registrierte als neuen Rekordwert 18.5 Grad, Zürich 18.8 Grad und Luzern 19.9 Grad.

Extrem trockener und schneeärmer Winter

Die winterlichen Niederschlagsmengen von Dezember 2016 bis Februar 2017 erreichten im landesweiten Mittel nur die Hälfte der Norm 1981–2010. In der Westschweiz und im Wallis fielen nur 30 bis 50 Prozent der Norm. Die Westschweiz verzeichnete regional den niederschlagsärmsten Winter seit 45 bis 55 Jahren. Im Wallis liegt eine vergleichbare Wintertrockenheit 40 Jahre zurück.

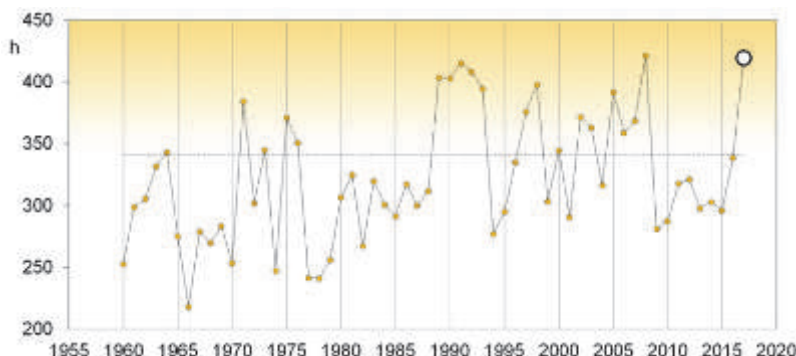


Wenig Niederschlag heisst auch wenig Schnee. Die Alpensüdseite registrierte lokal die dünnste Winterschneedecke seit Messbeginn vor 55 Jahren. In Bosco-Gurin in den Tessiner Bergen lagen im Durchschnitt der drei Wintermonate Dezember 2016 bis Februar 2017 nur 14 cm Schnee. Eine so dünne Winterschneedecke ist einmalig in der seit 1962 verfügbaren Messreihe von Bosco-Gurin. Im langjährigen Mittel liegen hier im Winter knapp 70 cm Schnee.

Auch in anderen Bergregionen bewegte sich die dünne Winterschneedecke 2016/17 im rekordnahen Bereich. Davos brachte es auf 27 cm, was nur 1 bis 3 cm über den bisher schneeärmsten Wintern 2006/07, 1995/96 und 1989/90 liegt. In Arosa lagen im Durchschnitt von Dezember 2016 bis Februar 2017 nur 31 cm Schnee, in Segl-Maria waren es sogar nur 12 cm. An beiden Messstandorten gab es bisher nur einen Winter mit einer noch dünneren winterlichen Schneedecke. In Arosa war es der Winter 1989/90 mit 28 cm und in Segl-Maria der Winter 2001/02 mit nur 7 cm durchschnittlicher Schneehöhe.

Rekordnahe Wintersonne in den Bergen

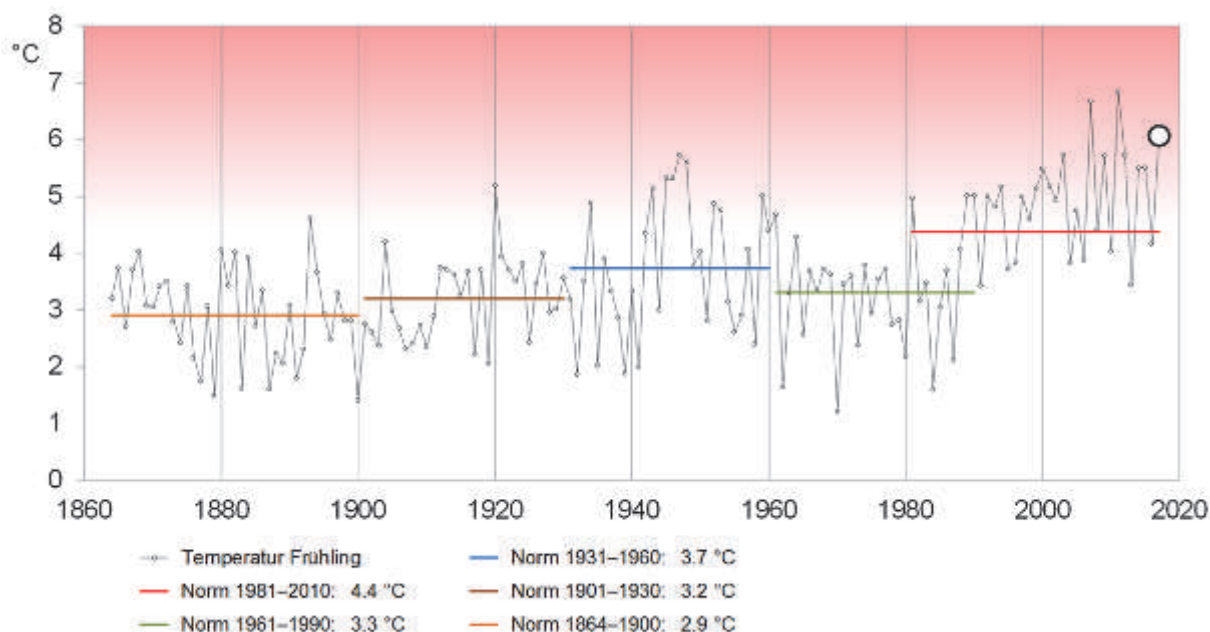
Die winterliche Sonnenscheindauer erreichte verbreitet 110 bis 145 Prozent der Norm 1981–2010. In Berglagen beendete der überdurchschnittlich sonnige Winter 2016/17 eine mehrjährige Periode mit überwiegend unterdurchschnittlicher Sonnenscheindauer. Samedan registrierte mit 419 Sonnenstunden und Davos mit 409 Sonnenstunden den zweitsonnigsten Winter seit Beginn der homogenen Datenreihen 1959. Der Hauptbeitrag kam vom Sonnenscheinrekord des Dezembers 2016. Überdurchschnittlich sonnig war auch der Januar 2017. An beiden Messstandorten lag der Winter 2016/17 nur wenige Sonnenstunden hinter dem bisherigen Rekord.



Summe der Sonnenstunden Dezember bis Februar in Samedan 1959/60 bis 2016/17. Der grosse schwarze Kreis mit weisser Füllung zeigt den Winter 2016/17 (419 h). Die gestrichelte Linie zeigt Norm 1981–2010.

Drittwärmster Frühling

Die Schweiz erlebte den drittwärmsten Frühling seit Messbeginn im Jahr 1864. Im landesweiten Mittel lag er 1.7 Grad über der Norm 1981–2010. Wärmer waren nur der Frühling 2007 mit 2.3 Grad und der Frühling 2011 mit 2.5 Grad über der Norm. Die Frühlingmonate waren durchwegs zu mild. Der März als zweitwärmster seit Messbeginn stieg landesweit gemittelt 3.3 Grad, der April 0.5 Grad und der Mai 1.1 Grad über die Norm 1981–2010.



Landesweit gemittelte Frühlingstemperatur 1864–2017. Der grosse schwarze Kreis mit weisser Füllung zeigt den Frühling 2017 (6.1 °C).

Scharfer Nachtfrost verursacht grosse Schäden

Die milde Temperatur im März und anfangs April gab der Vegetation einen kräftigen Entwicklungsschub. Die Obstbäume blühten rund 16 bis 18 Tage früher als im Durchschnitt der Vergleichsperiode 1981–2010. Es war eine der frühesten Obstblüten in den Messreihen. Scharfe Nachtfroste vom 20. und 21. April machten dann Vieles zunichte. Grosse Schäden gab es vor allem an den blühenden Obstbäumen und an den austreibenden Weinreben.

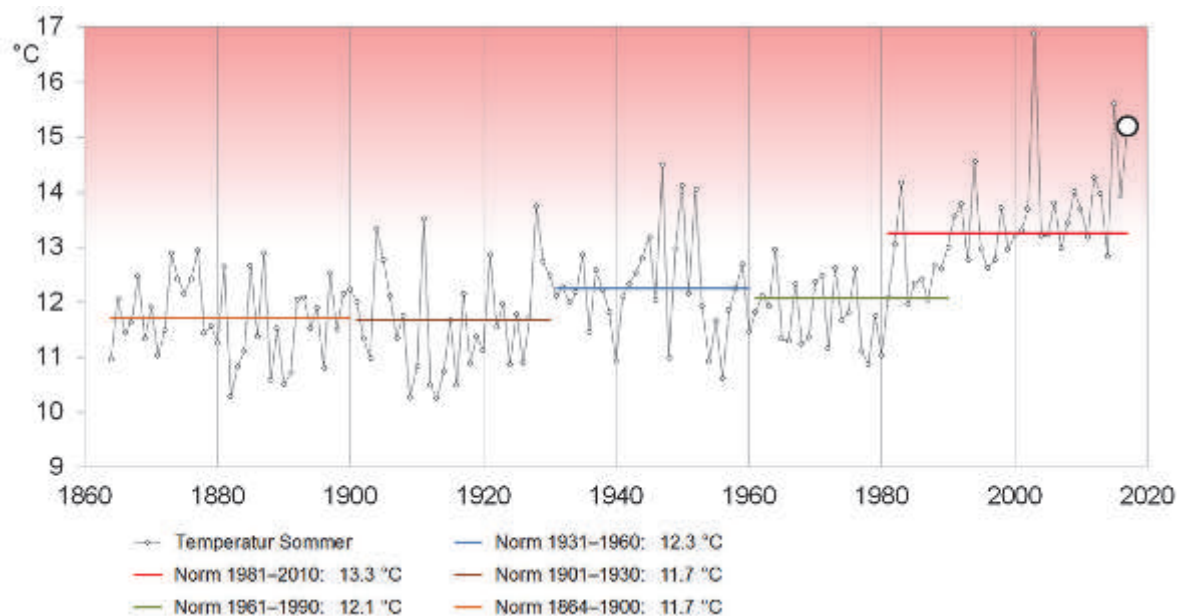
Später Schnee im Flachland

Kaltluft aus Norden brachte am 26. April auf der Alpennordseite winterliche Verhältnisse. In Basel lagen 2 cm Neuschnee. Es war der zweitspäteste Termin mit Neuschnee an diesem Messstandort. Ein späterer Neuschneefall ist in der Basler Neuschnee-Messreihe nur am 28. April 1985 zu finden, ebenfalls mit 2 cm. Die Messreihe reicht bis in den Winter 1930/31 zurück.

Grössere Neuschneemengen fielen vom 27. bis am 29. April entlang des Alpennordhangs und in den Alpen. Die Neuschneehöhen erreichten verbreitet 30 bis 50 cm, lokal auch 60 bis 70 cm.

Drittwärmster Sommer

Auf den drittwärmsten Frühling folgte der drittwärmste Sommer seit Messbeginn im Jahr 1864. Im landesweiten Mittel stieg die Sommertemperatur 1.9 Grad über die Norm 1981–2010. Heisser waren bisher nur der Sommer 2015 mit 2.3 Grad und der legendäre Hitzesommer Sommer 2003 mit 3.6 Grad über der Norm. Heiss war vor allem der Sommerbeginn. Der Juni als zweitwärmster seit Messbeginn stieg landesweit gemittelt 3.3 Grad über die Norm. Der Monat zeichnete sich durch eine anhaltend hohe Temperatur und eine fünftägige Hitzewelle in der zweiten Monatshälfte aus.



Landesweit gemittelte Sommertemperatur 1864–2017. Der grosse schwarze Kreis mit weisser Füllung zeigt den Sommer 2017 (15.2 °C).

Extrem warme Augustnächte

Der Juli, leicht wärmer als die Norm, verlief ohne massive Hitze. Im August kehrte das heisse Sommerwetter zurück. In vielen Gebieten war es einer der zehn wärmsten Augustmonate seit Messbeginn im Jahr 1864. Die Wärme blieb auch nachts erhalten. Einige Messstandorte registrierten die höchste August-Minimumtemperatur seit Messbeginn: In Lugano sank die Temperatur am 5. August nicht unter 23.5 Grad, in Neuchâtel am 4. nicht unter 23 Grad. In Genf fiel das Minimum am 4. und in Basel am 3. nicht unter 21.8 Grad. Locarno-Monti verzeichnete am 5. mit 23.9 Grad das zweithöchste Augustminimum. Alle fünf Messreihen reichen über 100 Jahre zurück.

Neuer Schweizer Regenrekord

Am Abend des 1. und in der Nacht zum 2. August entluden sich auf der Alpennordseite heftige Gewitter mit Hagel und kräftigen Sturmböen. Am Nordrand der Schweiz erreichten die Windspitzen 90 bis 135 km/h, lokal sogar gegen 190 km/h. Der heftige Gewitterzug am frühen Morgen des 2. August am Nordrand der Schweiz brachte einen neuen Schweizer Regenrekord. Am Messstandort Eschenz fiel zwischen 02.40 Uhr und 02.50 Uhr eine Zehnminutensumme von 36.1 mm. Der bisherige Zehnminuten-Rekord lag bei 33.6 mm, gefallen am 29. August 2003 in Locarno-Monti. Vergleichbar hoch war auch die Zehnminutensumme von 33.5 mm, registriert am 25. Juni

2017 am Tessiner Messstandort Crana-Torricella. Auf der Alpennordseite erreichte die bisher höchste Zehnminutensumme 32.8 mm, erfasst am 02. Mai 2013 in Schaffhausen.

Kühler Herbstbeginn

Der Herbst zeigte einen sehr bewegten Witterungsverlauf. Der September war ausgesprochen kühl, vor allem in den Bergen. In Gipfellagen grüsste der Winter mit zahlreichen Neuschneetagen. Das Weissfluhjoch in 2540 m Höhe registrierte mit 15 Neuschneetagen einen neuen Septemberrekord. Das frühwinterliche Wetter hielt auch in den ersten Oktobertagen an. Auf der Alpennordseite fiel Schnee bis auf 1200 m hinab.

Ungewöhnlich sonniger Altweibersommer

Die Oktobermitte war dann während 10 Tagen fest in der Hand von Hochdrucklagen. Die Herbstsonne lachte häufig von einem wolkenlosen stahlblauen Himmel. In den Tieflagen stieg die Tagesmaximumtemperatur verbreitet auf 22 bis 25 Grad. Das anhaltende Schönwetter bescherte dem Mittelland und der Südschweiz regional den sonnigsten Oktober in den mindesten 50-jährigen homogenen Messreihen. An weiteren Messstandorten mit mindestens 50-jährigen homogenen Messreihen war es der zweit- oder drittsonnigste Oktober.

Extrem trockene Alpensüdseite

Auf der Alpensüdseite dauerte die Schönwetterperiode 20 Tage. Während des ganzen Oktobers fiel kaum Niederschlag. Die Niederschlags-Monatssummen bewegten sich im Tessin verbreitet nur zwischen 0.5 und 5.0 mm und in Südbünden zwischen 10 und 17 mm. Der häufige Nordföhn trug zusätzlich zur Austrocknung bei. Im Tessin gehört der Oktober 2017 zu den fünf trockensten Oktobermonaten in den über 100-jährigen Messreihen. Gar keinen Oktoberniederschlag auf der Alpensüdseite gab es bisher nur im Jahr 1969.

Wintereinzug im November

Im November fiel auf der Alpennordseite mehrmals Schnee bis in tiefere Lagen. Einsiedeln auf 910 m und Elm auf 938 m Höhe registrierten 20 Tage mit einer Schneedecke. In Davos auf 1600 m und Arosa auf knapp 1880 m war es ab dem 6. November weiss. Dank guter Neuschneeverhältnisse starteten einige Wintersportorte mit dem Skibetrieb.

Viel Schnee im Dezember

Auf die ersten Dezembertage hin, präzise zum meteorologischen Winterbeginn, gab es auch in tiefen Lagen der Alpennordseite vorübergehend eine Schneedecke von wenigen Zentimetern. Am 08. und am 17./18. Dezember wurde es auf der Alpennordseite abermals verbreitet weiss bis in tiefste Lagen.

Am 10./11. überzogen sich auch die tiefsten Lagen der Alpensüdseite mit einer Schneedecke von wenigen Zentimetern. In den Niederungen des Zentralwallis fielen derweil Rekordschneemengen. Sion registrierte den Extremwert von 60 cm innerhalb eines Tages. Er liegt weit über dem bisherigen Höchstwert von 43 cm, gefallen im November 1971. Selbst die bisher höchsten 2-Tagessummen erreichten in Sion nur knapp über 50 cm.

Viel Schnee fiel im Dezember in den Bergen. Kurz nach Monatsmitte lagen in den Alpen verbreitet über 170 Prozent der normalen Schneemengen (Daten SLF, Davos). Im ganzen Alpenraum der Schweiz herrschten ideale Voraussetzungen für den weihnachtlichen Skitourismus.

Jahresbilanz

Die Jahrestemperatur 2017 lag verbreitet 0.7 bis 1.2 Grad über der Norm 1981–2010. Das landesweite Jahresmittel stieg 0.8 Grad über die Norm 1981–2010. Damit blickt die Schweiz auf das sechst wärmste Jahr seit Messbeginn 1864 zurück. Fünf der sechs wärmsten Jahre wurden nach dem Jahr 2000 registriert. Auf dem Grossen St. Bernhard und in Sion war es das dritt wärmste Jahr, in Locarno-Monti und auf dem Jungfrauoch das viert wärmste Jahr seit Messbeginn.

Die Jahresniederschläge erreichten nördlich der Alpen verbreitet 70 bis 90 Prozent, lokal auch 100 bis 110 Prozent der Norm 1981–2010. Die Alpen erhielten meist 90 bis 115 Prozent, die Walliser Südtäler jedoch nur 60 bis 80 Prozent der Norm. Auf der Alpensüdseite fielen vielerorts 80 bis 95 Prozent, regional auch um 100 Prozent des normalen Jahresniederschlags.

Die Jahressumme der Sonnenscheindauer bewegte sich nördlich der Alpen und im Tessin zwischen 110 und 120 Prozent der Norm 1981–2010. In den übrigen Gebieten der Schweiz gab es meist 100 bis 110 Prozent der Norm. Lugano und Locarno-Monti registrierten das sonnigste Jahr in den über 50-jährigen homogenen Messreihen. In einigen weiteren Regionen der Schweiz war es das dritt- oder viertsonnigste Jahr in den über 50-jährigen Aufzeichnungen.

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

Station	Höhe m ü. d. M.	Temperatur (°C)			Sonnenschein (h)			Niederschlag (mm)		
		Mittel	Norm	Abw.	Somme	Norm	%	Somme	Norm	%
Bern	553	9.7	8.8	0.9	2006	1663	119	254	1059	81
Chamonix	1667	7.4	7.4	0.0	1771	1743	101	1127	1134	99
Genève	420	11.3	10.6	0.7	2990	1788	118	893	1003	89
Locarno-Monti	352	13.1	12.3	0.8	2465	1536	118	769	1041	93
Engelberg	1038	7.2	6.4	0.8	1491	1350	110	1727	1559	111
Sion	1083	7.1	6.7	0.4	2271	1938	107	837	685	84
Lugano	273	13.5	12.6	1.0	2416	2067	117	1509	1599	97
St. Moritz	776	8.7	7.8	0.9	1871	1723	108	710	773	92

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