

**Die Luftqualität
in der Stadt Luzern
2019**



Inhalt

1	Einleitung	3
2	Messstandorte	4
3	Wetter-Charakteristik 2019	5
4	Messresultate 2019	6
4.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	6
4.2	Feinstaub (PM10 und PM2.5)	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 und PM2.5)	11
5.3	Russ (EBC)	12
5.4	Ozon (O ₃)	13
6	Diskussion der Messergebnisse	15
6.1	Allgemeine Informationen	15
6.2	Stickstoffdioxid (NO ₂)	15
6.3	Feinstaub (PM10 und PM2.5)	16
6.4	Russ (EBC)	17
6.5	Ozon (O ₃)	18
7	Glossar	19
8	Anhang	20
8.1	Grafiken	20
8.2	BAFU-Stationsblätter	27
8.3	Klimabulletin Jahr 2019, MeteoSchweiz	29

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

Titelbild: Peter Schmidli, Stadt Luzern, Umweltschutz

Luzern, April 2020

1 Einleitung

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

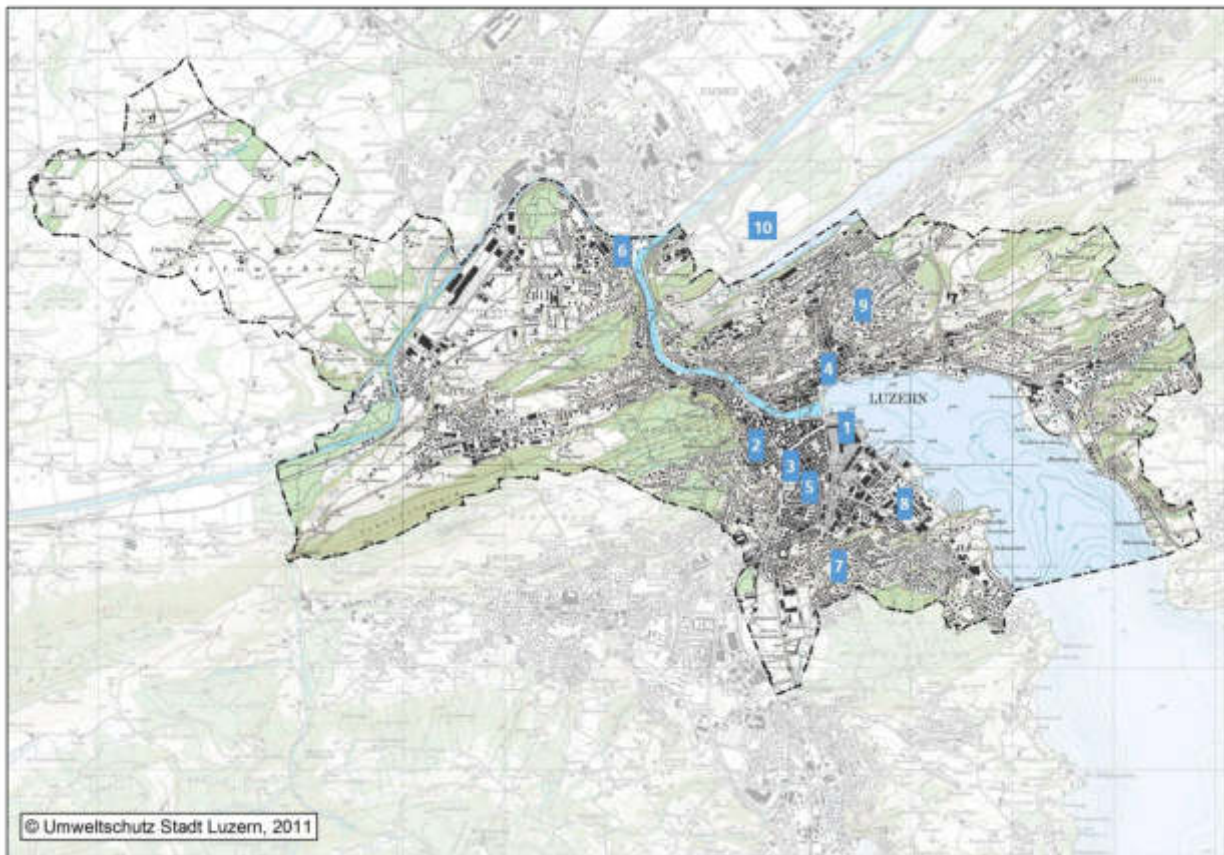
Die Stadt Luzern führt selber keine lufthygienischen Immissionsmessungen durch. Die in diesem Bericht dokumentierten Messresultate stammen aus dem gemeinsamen Luftmessnetz in-LUFT der Zentralschweizer Kantone. in-LUFT publiziert seine Messdaten jährlich in Form von detaillierten Messberichten. Alle Publikationen 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. Ende 2015 folgte ein neuer „Aktionsplan Luft, Energie, Klima 2015“. Die Umsetzung des neuen Aktionsplans mit 17 Massnahmen ist im Gang und soll bis 2021 abgeschlossen sein.

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 2019 wird an der Messstation Luzern Moosstrasse nebst PM10 auch PM2.5 erfasst. Für PM2.5 definiert die LRV seit Mitte 2018 einen neuen Jahresmittelgrenzwert von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Standorte und Überblick Messungen 2019							
Pos.	Standort	Art der Messung	NO ₂	PM10	PM2.5	O ₃	Russ
1	Bahnhofplatz	NO ₂ -Passivsammler	x				
2	Kasimir-Pfyffer-Strasse	NO ₂ -Passivsammler	x				
3	Moosstrasse	Monitoring-Station	x	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 2019

Da das Wettergeschehen einen grossen Einfluss auf die Schadstoffbelastung hat, lohnt sich ein Blick auf den Wetterverlauf des Jahres 2019, der im Klimabulletin 2019 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 2019 zu finden.

Das Jahr 2019 war erneut ein extrem warmes Jahr (fünftwärmstes Jahr seit Messbeginn 1864). Die landesweite Jahresmitteltemperatur erreichte 6.5°C und lag somit 1.1 Grad über der Norm von 1981-2010. In Luzern (SwissMetNet-Station auf der Allmend) lag die Jahresmitteltemperatur bei 10.9°C und damit, wie schon im Vorjahr, deutlich über dem Normwert 1981 – 2010. Die durchschnittliche Sonnenscheindauer war ebenfalls deutlich höher als im langjährigen Mittel. Die Jahresniederschlagsmenge lag im Bereich der Norm.

Meteo-Messungen SwissMetNet-Station Luzern 2019			
	Normwert 1981 - 2010	Jahresmittel 2019	Abweichung 2019 zur Norm
Temperatur	9.7 °C	10.9 °C	+1.2 °C
Niederschlag	1'173 mm	1'132 mm	-41 mm
Sonnenscheindauer	1'424 h	1'789 h	+365 h

Der Winter 2018/2019 bescherte der ganzen Schweiz eine überdurchschnittliche Sonnenscheindauer. Die Gebiete nördlich der Alpen registrierten 120 bis 150 % der Norm 1981-2010. Der Januar war in der Schweiz von extremen Niederschlagsunterschieden geprägt, regional erreichten die Niederschlagsmengen nur 20 bis 50 %, gebietsweise stiegen die Niederschlagsmengen aber auch auf 140 bis 230 % der Norm 1981-2010. Im Februar erreichten die Niederschlagsmengen mit anhaltend schönem Wetter nur 40 bis 70 %.

Die Frühlingstemperatur 2019 lag landesweit im Bereich der Norm 1981-2010. Der März und April lagen dabei über der Norm 1981-2010, der Mai zeigte sich anhaltend kühl. Es war der kühlsste Mai seit 1991.

Danach ging es wieder wärmer weiter, der Sommer 2019 war der drittwärmste seit Messbeginn. Vor allem die Monate Juni und Juli waren sehr warm, Ende Juni und im letzten Julidrittel entwickelten sich zwei Hitze-Wellen mit Temperaturen über 30 Grad. Eine Sommertrockenheit blieb allerdings aus, die Niederschlagssummen erreichten meist zwischen 80 und 100 % der Norm 1981-2010.

Die milden Temperaturen waren auch im Herbst ein Thema. Der September zeigte sich schon überdurchschnittlich mild und sonnig, sowie niederschlagsarm. Der Oktober trug dann aber sehr viel zur hohen Herbsttemperatur bei. Im landesweiten Mittel wurde der fünftwärmste Oktober seit Messbeginn 1864 verzeichnet. Die Niederschlagssummen waren im Herbst 2019 ebenfalls leicht überdurchschnittlich (knapp 110 % der Norm 1981-2010).

Die überaus sonnige und warme Witterung begünstigte die Ozonproduktion, auch über die Sommermonate hinaus. In den Wintermonaten wurden witterungsbedingt nur wenig langanhaltende Inversionslagen registriert, was sich positiv auf die Schadstoffbelastung auswirkte.

4 Messresultate 2019

4.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

4.1.1 Monitoring-Stationen

Stickstoffdioxid (NO ₂)	Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
2019	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
Januar	25.4	39.9	0	42.5	56.5	0
Februar	32.3	47.7	0	53.5	69.2	0
März	15.7	30.6	0	37.4	55.7	0
April	15.1	32.2	0	35.4	57.5	0
Mai	11.7	20.0	0	31.7	50.5	0
Juni	10.5	17.0	0	29.0	50.9	0
Juli	12.0	19.3	0	29.7	43.4	0
August	12.9	20.5	0	29.1	43.7	0
September	14.9	21.7	0	31.3	43.3	0
Oktober	18.3	23.9	0	32.5	43.6	0
November	22.0	32.0	0	35.8	46.1	0
Dezember	22.0	42.8	0	36.9	59.3	0
Jahr	17.5	47.7	0	35.3	69.2	0
Grenzwert LRV*	30.0	80.0	1	30.0	80.0	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

4.1.2 Passivsammler-Messungen

Periode		Standorte (Periodenmittel in µg/m ³ ; Grenzwert LRV* 30 µg/m ³)							
von	bis	Museggstrasse	Kasimir-Pfyffer-Strasse	Sternmatt	Bahnhofplatz	Wesemlin Kloster	Neustadt Bleicherpark	Tribtschen (VBL)	Reussbühl
02.01.2019	30.01.2019	29	24	-	39	22	29	-	27
30.01.2019	27.02.2019	36	31	34	50	30	41	32	34
27.02.2019	26.03.2019	25	17	19	-	13	25	17	21
26.03.2019	23.04.2019	29	19	22	37	15	25	19	21
23.04.2019	22.05.2019	25	15	18	32	10	20	13	17
22.05.2019	18.06.2019	21	12	11	33	9	15	10	12
18.06.2019	16.07.2019	23	13	11	34	9	17	11	15
16.07.2019	14.08.2019	21	13	12	35	9	16	11	13
14.08.2019	11.09.2019	-	14	15	31	11	19	14	16
11.09.2019	08.10.2019	23	16	14	34	12	20	14	16
08.10.2019	06.11.2019	24	20	21	35	16	-	19	-
06.11.2019	04.12.2019	27	23	26	37	21	28	25	24
04.12.2019	07.01.2020	26	24	26	35	18	27	24	24
Jahresmittel		25	19	20	36	15	24	18	20

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

4.2 Feinstaub (PM10 und PM2.5)

Feinstaub (PM10)	Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
2019	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	16.0	41.7	0	17.4	46.0	0
Februar	20.9	37.0	0	23.8	38.1	0
März	11.8	28.0	0	13.0	29.3	0
April	17.3	41.2	0	18.6	44.0	0
Mai	10.2	23.9	0	13.3	46.1	0
Juni	13.9	45.6	0	15.6	47.8	0
Juli	15.0	27.5	0	16.3	28.5	0
August	11.9	19.6	0	13.7	39.4	0
September	11.9	20.0	0	13.6	21.1	0
Oktober	11.7	29.2	0	11.9	28.1	0
November	13.2	33.8	0	13.7	28.8	0
Dezember	13.1	26.9	0	13.8	25.7	0
Jahr	13.8	45.6	0	15.3	47.8	0
Grenzwert LRV*	20.0	50.0	3**	20.0	50.0	3

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Mit der Revision der Schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung vom 1. Juni 2018 wurde die Anzahl erlaubter Tagesmittelüberschreitungen von einer auf drei erhöht.

Feinstaub (PM2.5)	Moosstrasse	
2019	Mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximales Tagesmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Januar	14.4	40.7
Februar	17.7	34.1
März	10.6	26.2
April	15.2	39.6
Mai	10.5	27.6
Juni	11.1	27.3
Juli	11.9	21.0
August	10.3	18.0
September	9.5	16.0
Oktober	9.1	23.3
November	11.4	25.3
Dezember	11.3	23.0
Jahr	11.9	40.7
Grenzwert LRV*	10.0	-

* 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2019				
Januar	0.6	1.7	0.8	1.6
Februar	0.8	1.2	1.0	1.4
März	0.4	0.8	0.6	1.0
April	0.5	1.2	0.7	1.3
Mai	0.4	1.1	0.6	1.3
Juni	0.4	0.8	0.6	1.1
Juli	0.4	0.8	0.6	1.0
August	0.4	0.7	0.7	1.1
September	0.4	0.8	0.7	1.1
Oktober	0.5	1.0	0.8	1.4
November	0.6	1.5	0.9	1.6
Dezember	0.7	2.2	0.9	2.3
Jahr	0.5	2.2	0.8	2.3
Schutzziel EKL*	0.1	-	0.1	-

* EKL, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene

4.4 Ozon (O_3)

Ozon (O_3)	Ebikon, Sedel				
	Mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Stundenmit- tel > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximales Stun- denmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	98%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	AOT 40 Wald $\text{ppm}\cdot\text{h}$
2019					
Januar	34.0	0	80.2	73.3	
Februar	32.5	0	104.1	82.6	
März	59.8	11	125.3	115.4	
April	61.5	24	142.2	127.3	
Mai	67.8	13	133.9	116.2	
Juni	79.6	105	189.3	162.5	
Juli	86.9	137	187.3	162.3	
August	61.0	38	143.5	130.5	
September	48.5	8	127.7	112.2	
Oktober	28.7	0	80.9	73.0	
November	21.5	0	81.1	65.4	
Dezember	30.3	0	89.7	81.2	
Jahr	51.1	336	189.3		14.9
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
2018				18	48	0	37	93	1
2019				17	48	0	35	69	0
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
2018			25	19	19	37	15	22	18	20
2019			25	19	20	36	15	24	18	20

* 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 und PM2.5)

Feinstaub PM10	Museggstrasse			Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
	Jahresmittel µg/m³	Maximales Tagesmittel µg/m³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m³	Jahresmittel µg/m³	Maximales Tagesmittel µg/m³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m³	Jahresmittel µg/m³	Maximales Tagesmittel µg/m³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m³
Jahr									
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
2018				15	56	1	19	59	3
2019				14	46	0	15	48	0
Grenzwert LRV*	20	50	3**	20	50	3	20	50	3

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Mit der Revision der Schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung vom 1. Juni 2018 wurde die Anzahl erlaubter Tagesmittelüberschreitungen von einer auf drei erhöht.

Feinstaub PM2.5	Moosstrasse	
	Jahresmittel µg/m³	Maximales Tagesmittel µg/m³
Jahr		
2019	12	41
Grenzwert LRV*	10	-

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

5.3 Russ (EBC)

Russ (BC, EBC)*	Ebikon, Sedel		Moosstrasse	
Jahr	Jahresmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximales Tagesmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jahresmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximales Tagesmittel $\mu\text{g}/\text{m}^3$
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
2018	0.6	1.8	0.9	2.3
2019	0.5	2.2	0.8	2.3
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
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			
Jahr	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
2018	52	181	418	19.3
2019	51	189	336	14.9
Grenzwert LRV*	-	120	1	5.0**

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Schwellenwert (kein Grenzwert)

Ozon O ₃	Moosstrasse			
Jahr	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 81'700 Einwohnerinnen und Einwohner und 81'500 Beschäftigte mit Wärme. Täglich fahren mehr als 100'000 Fahrzeuge auf der Autobahn A2 durch den Reussport-Tunnel und 34'500 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 2019

Im Jahr 2019 war die Stickstoffdioxidbelastung an den Monitoring-Stationen leicht geringer als im Vorjahr. Die Messstation Ebikon, Sedel wies einen Jahresmittelwert von 17 µg/m³ aus. Am verkehrsexponierten Standort Moosstrasse wurde ein Jahresmittelwert von 35 µg/m³ registriert. Dieser Wert liegt weiterhin über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung von 30 µg/m³. Erfreulicherweise wurde im Jahr 2019 an beiden Monitoring-Stationen Ebikon, Sedel und Moosstrasse der Grenzwert für das Tagesmittel (80 µg/m³) eingehalten. Erlaubt ist gemäss Luftreinhalteverordnung eine Überschreitung pro Jahr.

Bei den Passivsammler-Standorten auf Stadtgebiet wurden sehr ähnliche Jahresmittelwerte wie im Vorjahr 2018 ermittelt. Wie bereits letztes Jahr liegen sieben der acht Standorte unter dem LRV-Grenzwert für das Jahresmittel. Der Passivsammler am stark frequentierten Bahnhofplatz zeigte mit einem Jahresmittelwert von 36 µg/m³ weiterhin eine deutliche Überschreitung des LRV-Grenzwertes. Die Luftschadstoffsituation am Bahnhofplatz ist geprägt durch bedeutende Verkehrsemissionen, wobei Dieselmotoren und Reisecars an diesem Ort einen erheblichen Anteil zur Belastung beitragen (Bericht „Immissionsbelastung Luzern Bahnhofplatz“ vom 2. Februar 2015). Die Passivsammler Sternmatt und Neustadt zeigen im Gegensatz zu den anderen Passivsammler-Standorten einen höheren Wert als im Vorjahr. Am Standort Neustadt dürfte dies auf die lokale Bautätigkeit zurückzuführen sein.

Wie im Vorjahr blieb die Belastung mit Stickstoffdioxid relativ tief, auch dank günstigen meteorologischen 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 nach der Jahrtausendwende. Über die letzten 10 Jahre zeigen nun aber mehrere Passivsammler Standorte wieder statistisch signifikante Abnahmen der Stickstoffdioxid-Konzentration. Auch die Monitoring-Station Ebikon, Sedel zeigt eine statistisch signifikante, leicht rückläufige Tendenz. Die stark verkehrsbelastete Monitoring-Station Moosstrasse misst für die letzten zehn Jahre ebenfalls einen deutlichen Rückgang der Belastung mit Stickstoffdioxid. Auch dieser Rückgang ist statistisch signifikant. 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 dem Jahr 2010 regelmässig eine hohe Anzahl von Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes. Die Anzahl dieser Überschreitungen ist in den letzten Jahren jedoch kontinuierlich zurückgegangen. Im Jahr 2019 wurde keine einzige Überschreitung des Tagesgrenzwertes gemessen.

6.3 Feinstaub (PM10 und PM2.5)

6.3.1 Situation 2019

Die Konzentration von Feinstaub (PM10 und PM2.5) gilt als wichtiger Indikator für die gesundheitliche Beurteilung der Luftqualität.

Das PM10-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 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). An der Messstation Moosstrasse lag die Belastung mit $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel zum dritten Mal unter dem Grenzwert, die Abnahme zum Vorjahr 2018 ist hier deutlich. Die höchsten Tagesmittelwerte lagen mit $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ebikon, Sedel), beziehungsweise mit $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Moosstrasse) erstmals unter dem Tagesmittelgrenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Es kam somit an beiden Standorten zu keiner Überschreitung des Tagesgrenzwertes. Zulässig sind seit dem 1. Juni 2018 drei Überschreitungen pro Jahr.

Auch in dicht besiedelten Gebieten und entlang der Hauptverkehrsachsen lagen die PM10-Feinstaub-Immissionen unter dem Grenzwert für das Jahresmittel. Der Grenzwert für das Tagesmittel von PM10 wurde im dicht besiedelten Gemeindegebiet wohl mehrheitlich nicht erreicht, aber wahrscheinlich auch nicht deutlich unterschritten.

Für die gesundheitlich relevantere Feinstaubfraktion PM2.5 wurde am verkehrsexponierten Standort Moosstrasse hingegen ein Jahresmittelwert gemessen, der 20 % über dem Grenzwert liegt. Für PM2.5 gibt es in der LRV keinen Grenzwert für das Tagesmittel.

Für PM2.5 liegen nur sehr wenige Messungen vor, so dass keine übergeordnete Betrachtung gemacht werden kann. Als Referenz kann einzig die in-Luft-Messstation Schwyz hingezogen werden. Dort lag der PM2.5-Jahresmittelwert im Jahr 2019 bei deutlich tieferen $8.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Der PM2.5-Anteil im PM10 lag im Jahr 2019 bei 77 % und entspricht dem langjährigen Mittel von NABEL-Stationen.¹

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. Der Winter 2019 zeigte aber wenige Inversionslagen und war relativ mild, ausserdem war der Frühling eher niederschlagsreich. So blieben die Feinstaubwerte eher tief, insbesondere konnte das im März 2019 festgestellt werden.

¹ Feinstaub PM2.5, Fragen und Antworten zu Eigenschaften, Emissionen, Immissionen, Auswirkungen und Massnahmen, BAFU, 2019

6.3.2 Langjährige Entwicklung

Am Standort Ebikon, Sedel lagen die PM₁₀-Jahresmittelwerte der Jahre 2010 bis 2019 zwischen 14 und 23 µg/m³ und weisen einen statistisch signifikanten 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 15 und 32 µg/m³. Im Jahr 2019 wurde der tiefste Jahresmittelwert seit Messbeginn 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 PM₁₀-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 2010 bis 2019 zwischen 0 und 16, an der Station Moosstrasse von 2010 bis 2019 zwischen 0 und 48 Tagen. Im Jahr 2019 wurde erstmals kein einziger Tag mit Grenzwertüberschreitung gezählt.

Die PM_{2.5}-Feinstaubfraktion wird erst seit 2019 an der Messstation Luzern Moosstrasse erfasst, die langjährige Entwicklung wird sich erst in ein paar Jahren zeigen.

6.4 Russ (EBC)

6.4.1 Situation 2019

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 µg/m³ im Jahresmittel und empfiehlt als Zwischenziel, dass die Russbelastung von 2013 bis 2023 um 80 Prozent gesenkt werden soll. Der Jahresmittelwert 2019 betrug an der Messstation Luzern Moosstrasse 0.8 µg/m³ und lag somit leicht tiefer als im Vorjahr. Der Zielwert der EKL wurde weiterhin massiv (Faktor 8) überschritten.

An der Messstation Ebikon, Sedel betrug der Jahresmittelwert 0.5 µg/m³ und lag somit leicht tiefer als im Vorjahr (0.6 µg/m³). Und auch hier liegt das Jahresmittel 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 acht Messjahren von 2012 bis 2019 ist die Russbelastung bei der Messstation Moosstrasse stark rückläufig. Der Rückgang hat sich aber seit 2017 abgeschwächt. Die Partikelfilterpflicht für Baumaschinen und Dieselfahrzeuge hat sich positiv auf die Russbelastung ausgewirkt.

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

6.5 Ozon (O₃)

6.5.1 Situation 2019

Bei der Station Ebikon, Sedel wurde der Grenzwert für das Stundenmittel 336 mal überschritten, und der Belastungswert für Wald lag mit 14.9 ppm*h dreifach über dem entsprechenden Schwellenwert. Der hohe Jahresmittelwert von 51 µg/m³ setzt den Trend des Vorjahres fort. Der maximale Stundenmittelwert als Mass für kurzfristige Spitzenbelastungen lag im Jahr 2019 bei 189 µg/m³.

Die Ozonbelastung bewegte sich 2019 flächendeckend massiv 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 µg/m³ ist stark von der Meteorologie abhängig. Zwischen 2010 und 2019 wurden von der Messstation Ebikon, Sedel jährlich 150 bis 418 Stunden über dem Grenzwert gemessen. Das Messjahr 2019 liegt mit 336 Stunden im oberen Bereich dieser Spanne.

In Bezug auf den kritischen Ozon-Schwellenwert AOT 40 für Wald (5 ppm h) lag das Jahr 2019 mit 14.9 ppm h im oberen Bereich seit Messbeginn.

Die höchsten Stundenmittel zeigen hingegen nur relativ kleine Schwankungen von Jahr zu Jahr. Von 2010 bis 2019 bewegten sich die von der Station Ebikon, Sedel gemessenen maximalen Stundenmittelwerte zwischen 156 µg/m³ und 200 µg/m³. Der maximale Stundenmittelwert im Jahr 2019 lag mit 189 µg/m³ ebenfalls im oberen Bereich dieser Spanne.

Die hohe Ozonbelastung im Sommer 2019 ist der sonnigen und warmen Witterung geschuldet. Mit dem Fortschreiten des Klimawandels ist auch zukünftig mit hohen Ozonbelastungen und folglich mit negativen gesundheitlichen Auswirkungen auf die Bevölkerung und auf die Vegetation zu rechnen.

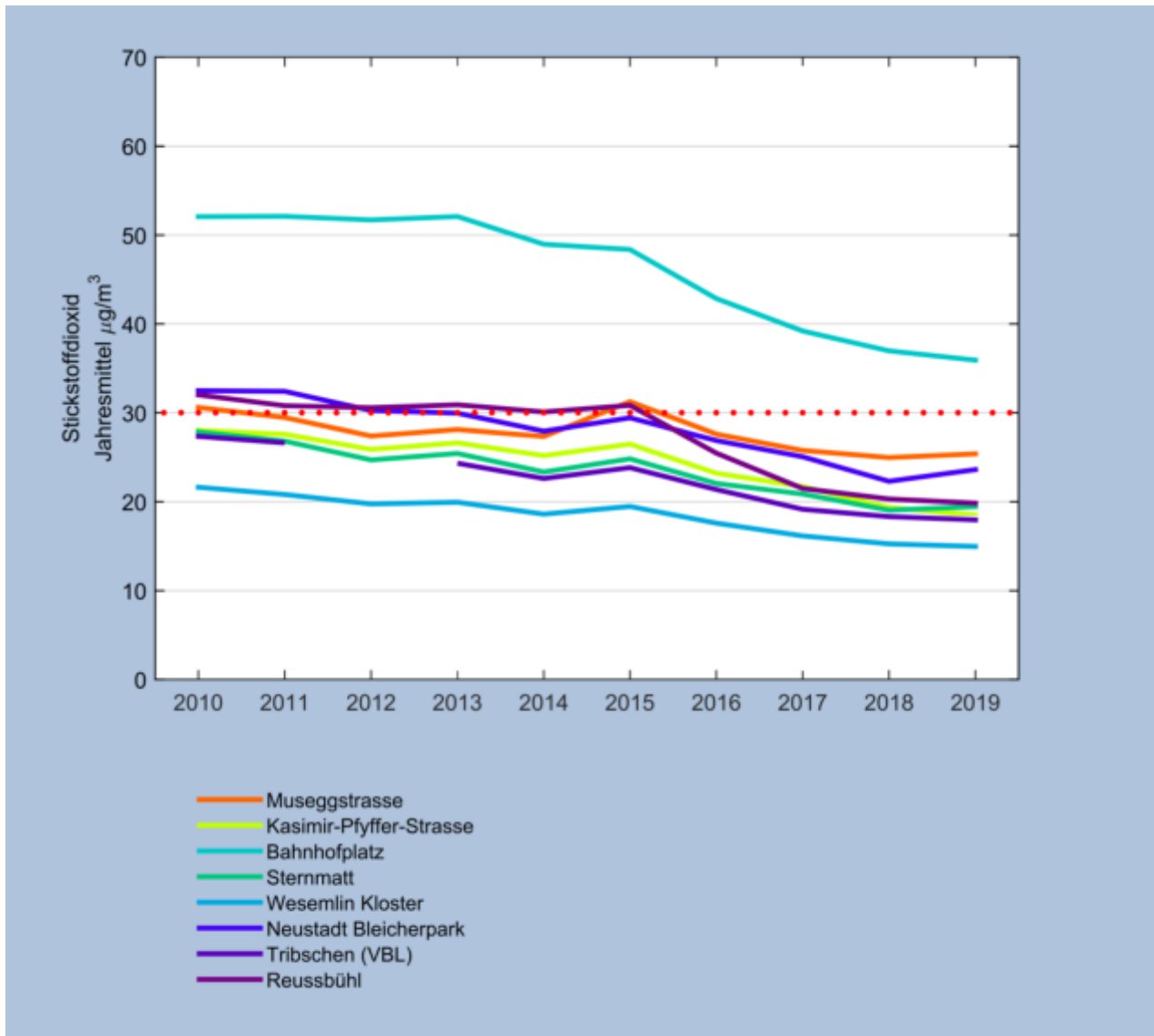
Im Vergleich zur Messstation Ebikon, Sedel ist die Ozonbelastung am Standort Moosstrasse deutlich geringer. Das vom Strassenverkehr emittierte Stickstoffmonoxid führt hier zu einem Ozonabbau. An der Moosstrasse wurde Ozon deshalb nur in den Jahren 2010 und 2011 gemessen.

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 $< 10 \mu\text{m}$
PM _{2.5}	Partikelförmige (PM = Particulate Matter), feindisperse Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser $< 2.5 \mu\text{m}$
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.

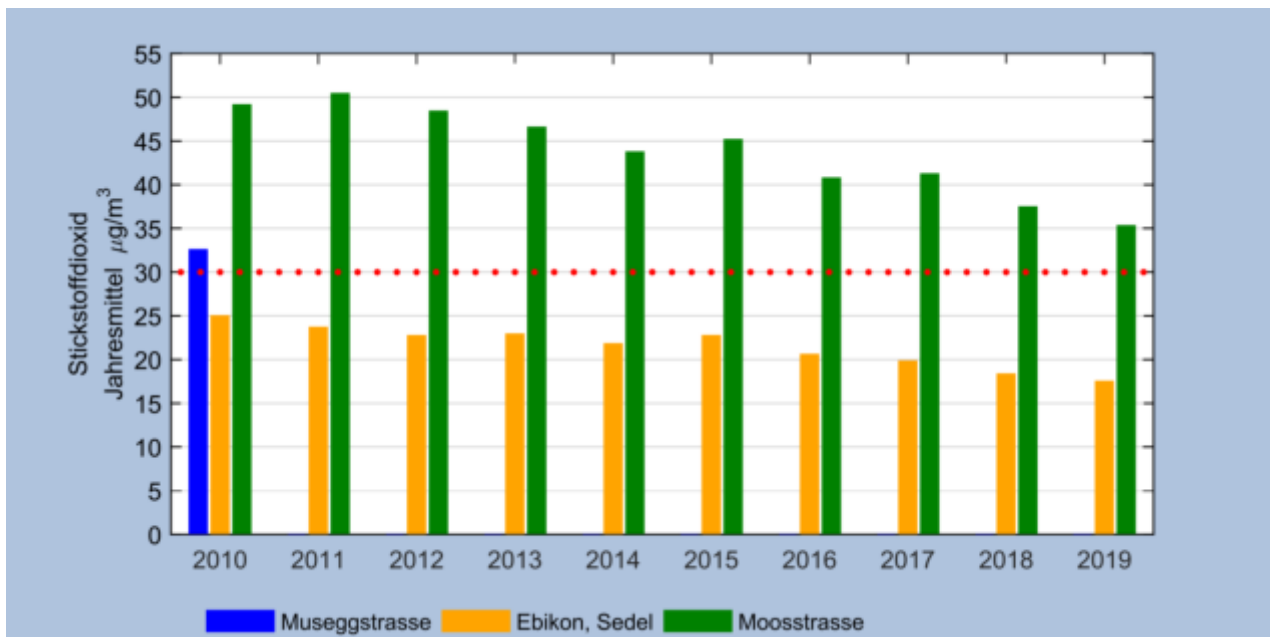
8 Anhang

8.1 Grafiken

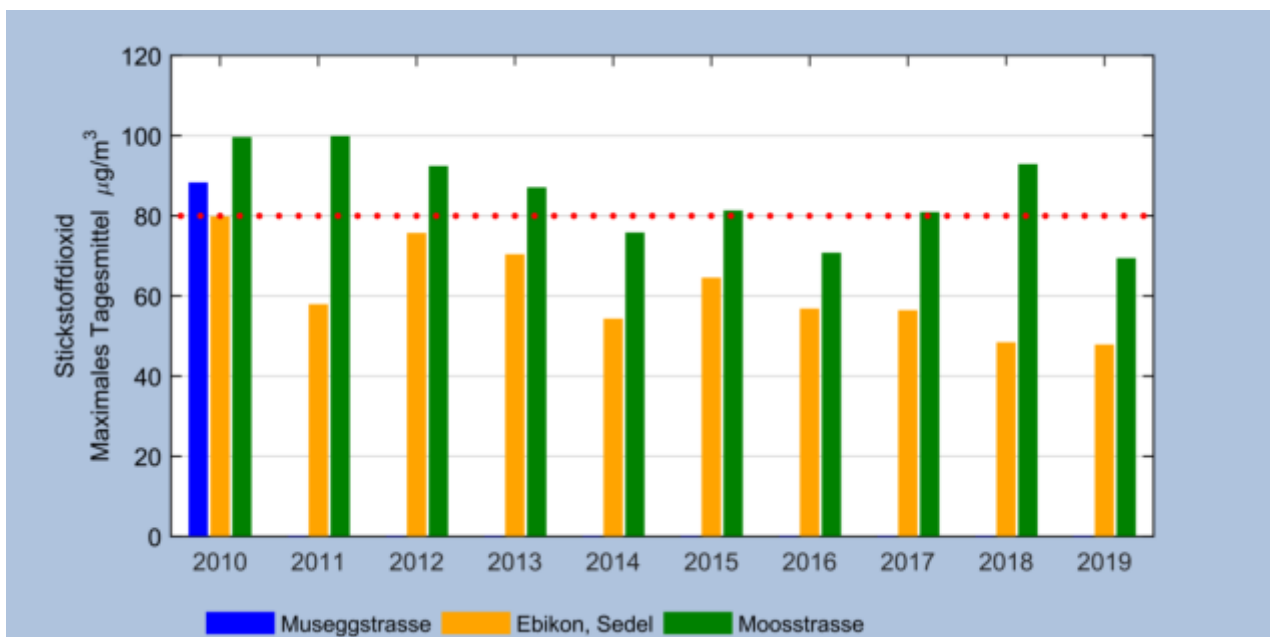


Grafik 2: Entwicklung der Stickstoffdioxid-Belastung (NO_2 -Jahresmittelwerte) an verschiedenen Standorten (2010 bis 2019).

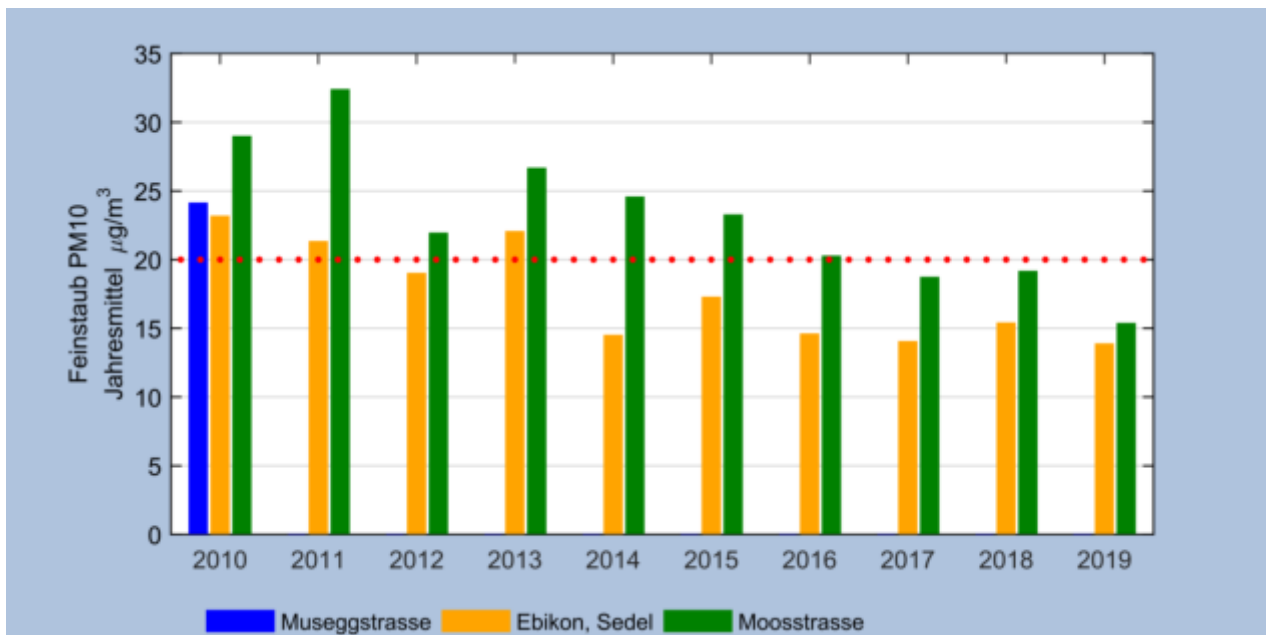
..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



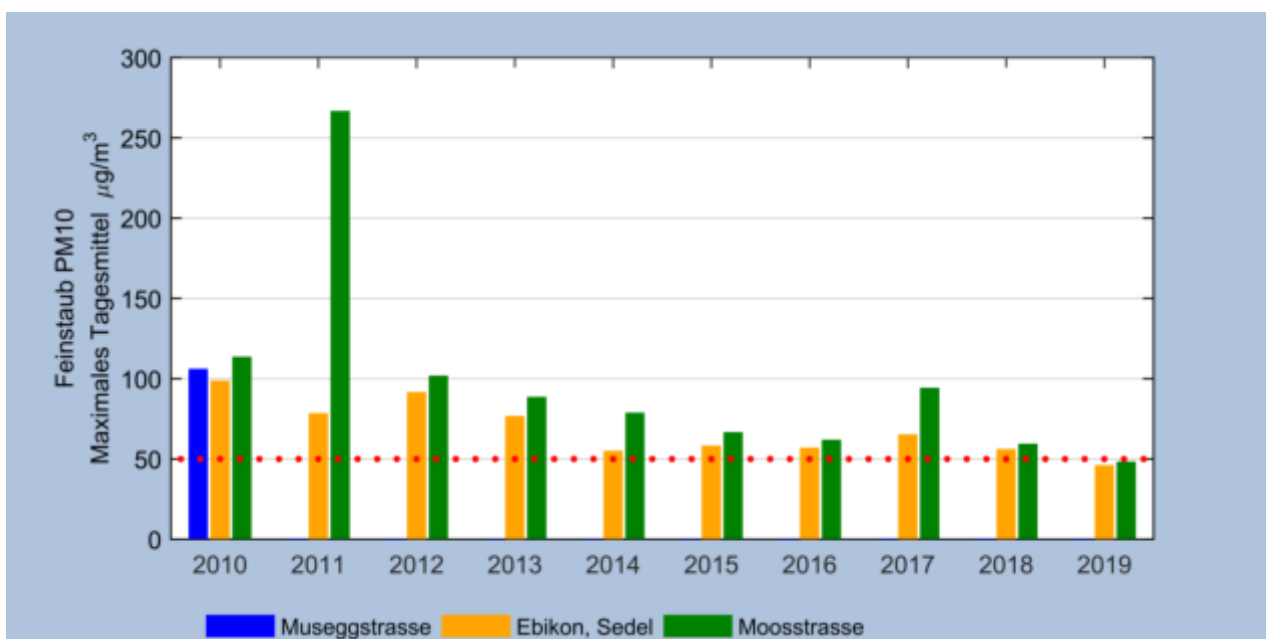
Grafik 3: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastung (NO_2) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2010 bis 2019)
 Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



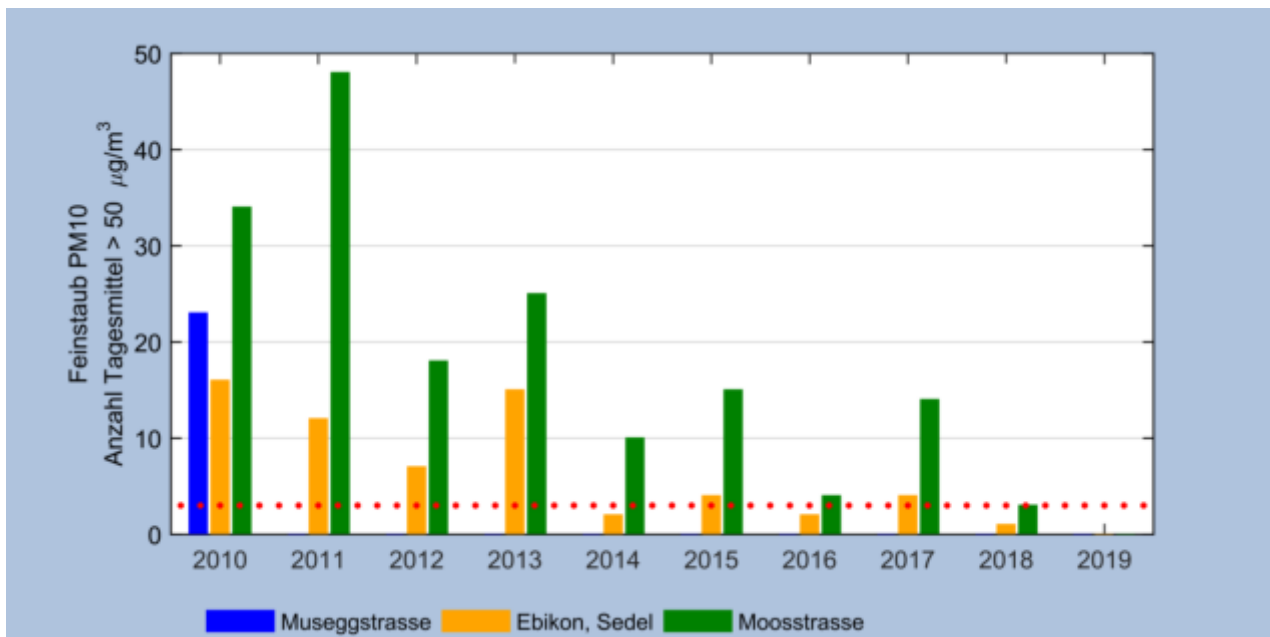
Grafik 4: Maximale Tagesmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastung (NO_2) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2010 bis 2019)
 Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



Grafik 5: Jahresmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2010 bis 2019)
 Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

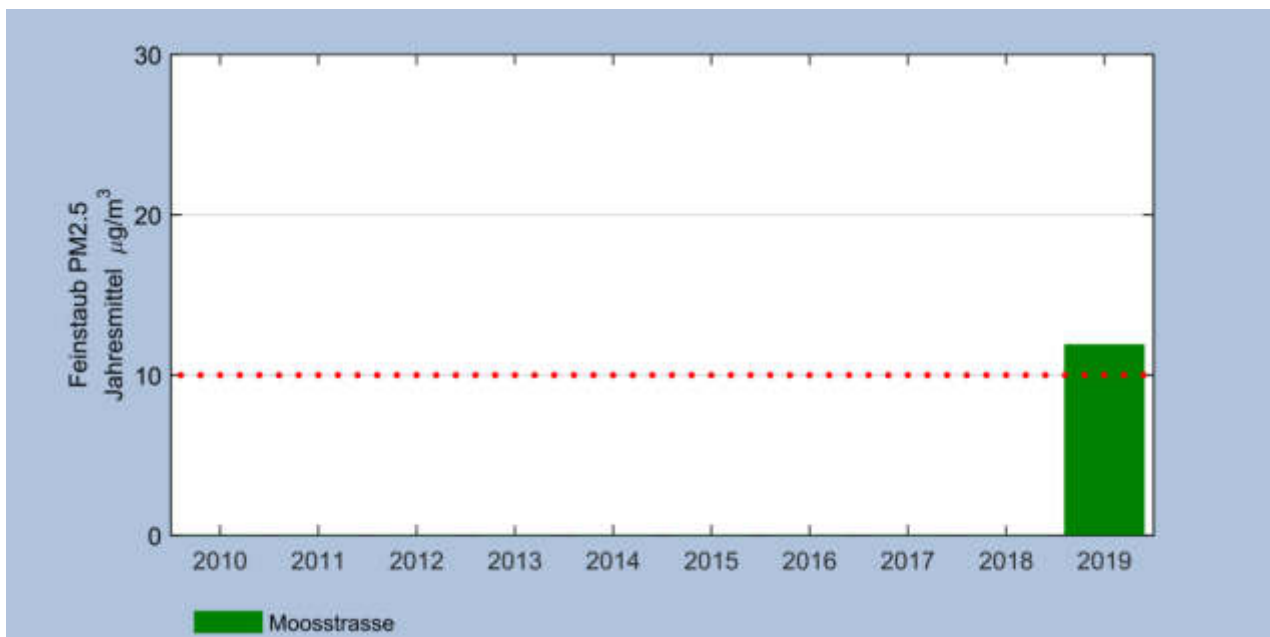


Grafik 6: Maximale Tagesmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2010 bis 2019)
 Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



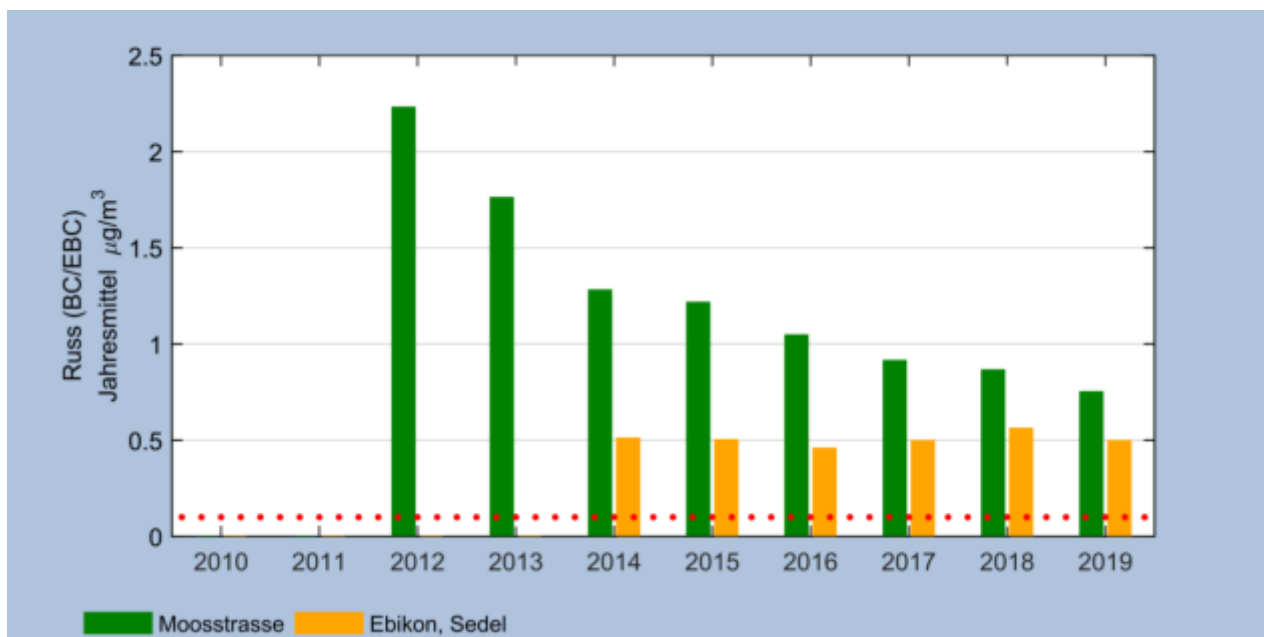
Grafik 7: Anzahl Tage mit Tagesmittelwerten der Feinstaubbelastung (PM10) über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (50 µg/m³) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2010 bis 2019).

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung (seit 1. Juni 2018 3 Tage, früher 1 Tag)



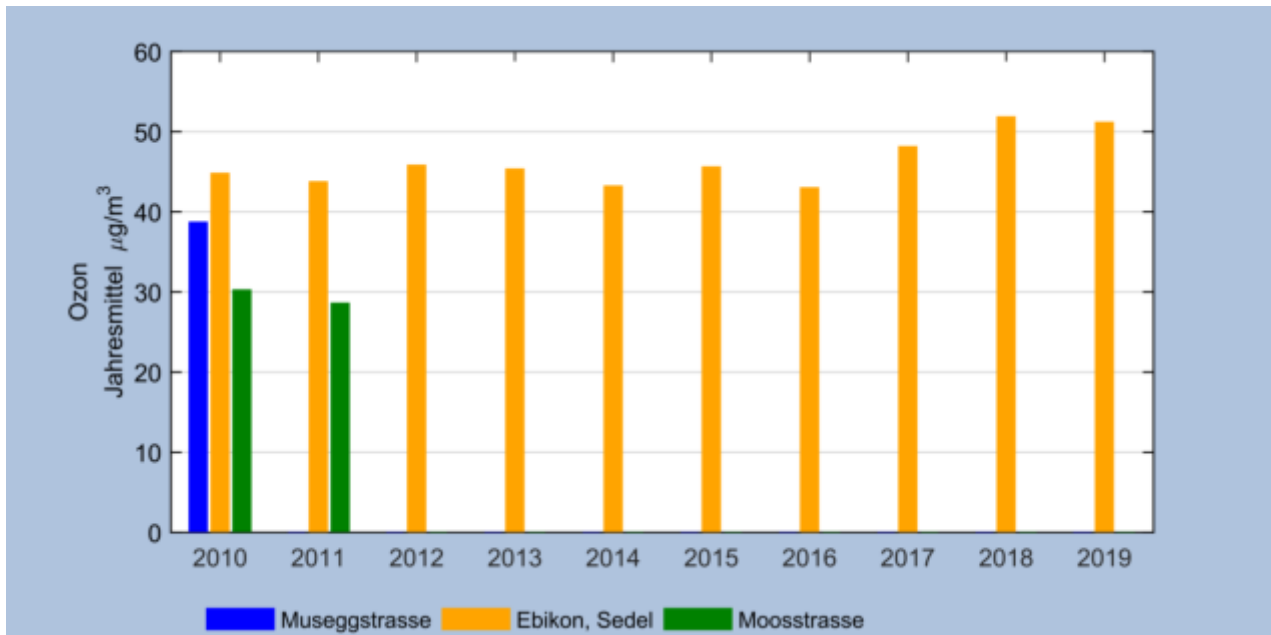
Grafik 8: Jahresmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM2.5) für den Standort Moosstrasse (2010 bis 2019). Messungen am Standort Moosstrasse finden seit 2019 statt.

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung (seit 1. Juni 2018)

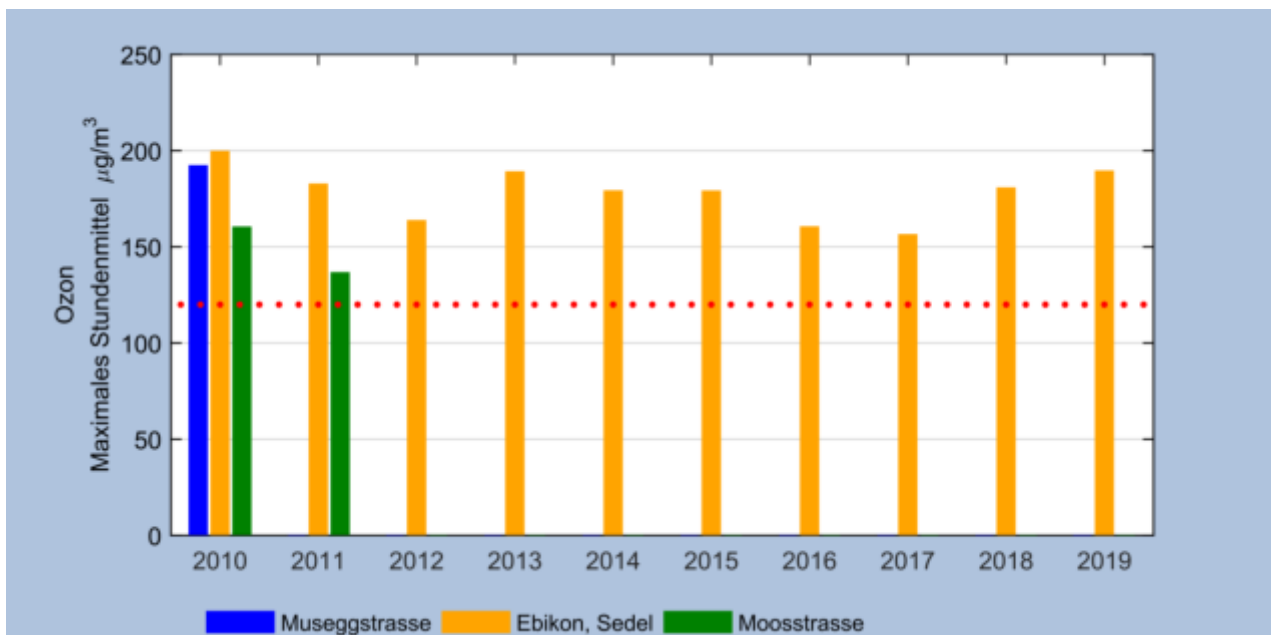


Grafik 9: Jahresmittelwerte der Russbelastung (BC/EBC) für die Standorte Moosstrasse und Ebikon, Sedel (Messungen am Standort Moosstrasse finden seit 2012 statt, am Standort Ebikon, Sedel seit 2014.)

..... Schutzziel Eidgenössische Kommission für Lufthygiene

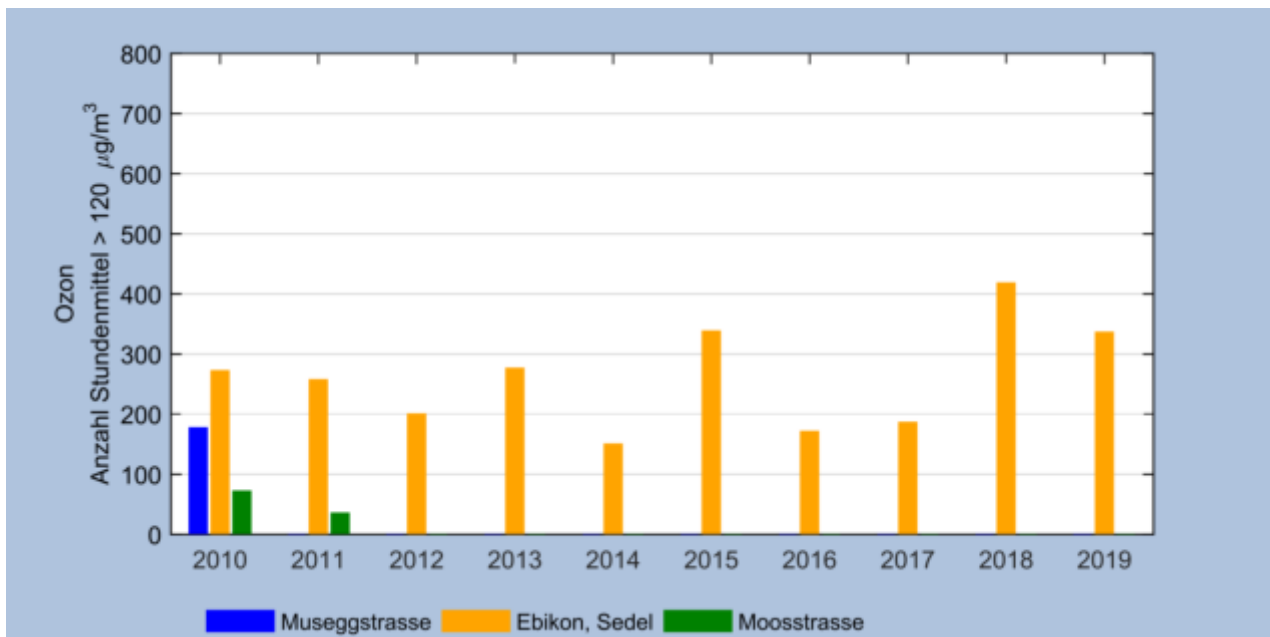


Grafik 10: Jahresmittelwerte der Ozonbelastung (O_3) für die Standorte Luzern Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2010 bis 2019)

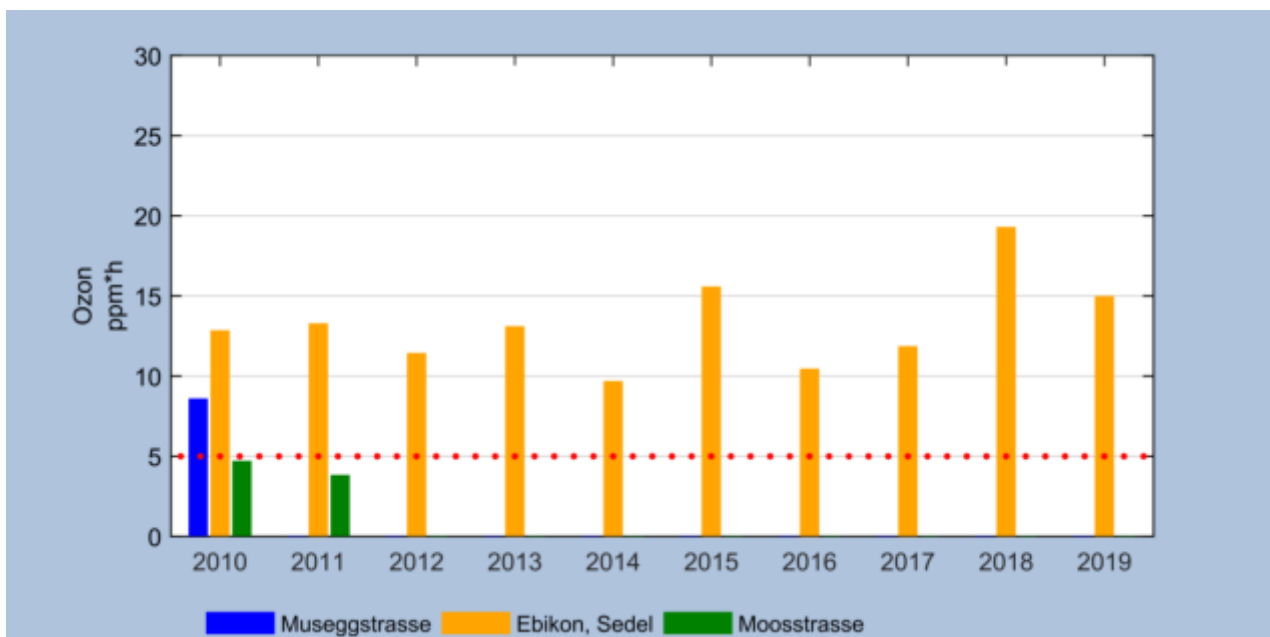


Grafik 11: Maximale Stundenmittelwerte der Ozonbelastung (O_3) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2010 bis 2019)

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



Grafik 12: Anzahl Stundenmittelwerte der Ozonbelastung (O_3) über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) für die Standorte Museggstrasse, Moosstrasse und Ebikon, Sedel (2010 bis 2019). Maximal zulässig ist 1 Stunde.



Grafik 13: 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 (2010 bis 2019).

..... Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

8.2 BAFU-Stationsblätter

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort		Ebkön-Sedel		Jahr		2019	
Messinstanz		Amt für Umwelt, St. Antonistr. 4, 6061 / Samen/OW		Höhe		484	
Kontaktperson/Tel.		Marco Dusi / 041 666 63 02		Nord in m		1213325	
Umrechnung von ppb in µg/m³ bei		20		Ost in m		2665480	
		1013 °C / hPa		m von Strasse		4	
Koordinaten		Probenahme		m über Meer		m über Boden	

Zonentyp		Stationstyp		Bebauung		Verkehr (DTV)		Meteoparam.	
☒ Städtisch	☐ Vorstädtisch	☐ Industrie	☐ Verkehr	☒ keine	☐ offen	☐ < 5'000	☐ 5'000 - 20'000	☒ Ja	☐ Nein
☐ Ländlich	☐ Hochgebirge	☐ Hintergrund	☐ Hintergrund	☐ einseitig	☐ offen	☐ 20'001 - 50'000	☐ > 50'000		
				☐ geschlossen					

Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte			Messgerät / Messmethode
					Jahr	Tag	95%	
SO ₂	µg/m³	17.49	45.02	47.67	30	100	100	APNA-370 / Chemilumineszenz
NO ₂	µg/m³	13.59	43.48	83.77	30	80	100	APNA-370 / Chemilumineszenz
NO _x	ppb					8		
CO	mg/m³							
TSP	µg/m³							
PM ₁₀	µg/m³	13.84		45.63	20	50		FIDAS200 / light-scat
PM _{2.5}	µg/m³							
PM ₁	µg/m³							
Partikelanzahl	1/cm³							
EC / Russ	µg/m³	0.5		2.18				AE33 Aethalometer / light-abs
Pb in PM ₁₀	ng/m³				500			
Cd in PM ₁₀	ng/m³				1.5			
Staubniederschlag	mg/(m²·d)				200			
Pb im SN	µg/(m²·d)				100			
Cd im SN	µg/(m²·d)				2			
Zn im SN	µg/(m²·d)				400			
TI im SN	µg/(m²·d)				2			
Benzol	µg/m³							
Toluol	µg/m³							
NM VOC	µg CH ₄ /m³							
Ammoniak	µg/m³							

Ozon		Messgerät		ML9810 / UV-P	
Jahresmittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³	Anzahl 1h-Mittel	
51.14	162.49	189.29	7	87/60	

Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m³		Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 240 µg/m³		Dosis AOT40f in ppm·h	
h	d	h	d	h	d
396	52	4	2	0	0
				14.95	

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort	Luzern-Moosstrasse		Jahr	2019
Messinstanz	Amt für Umwelt, St. Antonistr. 4, 6061 / Samen/OW			
Kontaktperson/Tel.	Marco Dusi / 041 666 63 02			
Umrechnung von ppb in µg/m³ bei	20	1013	°C / hPa	
Koordinaten	2665789		Ost in m	5
Probenahme	1210898		Nord in m	441
			m von Strasse	2
			Höhe	m über Meer
				m über Boden

Zonentyp	Stationstyp	Bebauung	Verkehr (DTV)	Meteoparam.	Immissionsgrenzwerte				Messgerät / Messmethode
					Jahr	Tag	95%	95%	
☒ Städtisch	☐ Industrie	☐ keine	☐ < 5'000	☒ Ja	30	100	100	100	Thermo 42i / Chemilumineszenz
☐ Vorstädtisch	☒ Verkehr	☐ offen	☐ 5'000 - 20'000	☐ Nein	30	80	100	100	Thermo 42i / Chemilumineszenz
☐ Ländlich	☐ Hintergrund	☒ einseitig offen	☒ 20'001 - 50'000			8			
☐ Hochgebirge		☐ geschlossen	☐ > 50'000						
SO₂	µg/m³				30	100	100	100	FIDAS200 / light-scat
NO₂	µg/m³				30	80	100	100	FIDAS200 / light-scat
NO_x	ppb								AE33 Aethalometer / light-abs
CO	mg/m³								
TSP	µg/m³								
PM10	µg/m³				20	50			
PM2.5	µg/m³								
PM1	µg/m³								
Partikelanzahl	1/cm³								
EC / Russ	µg/m³								
Pb in PM10	ng/m³								
Cd in PM10	ng/m³								
Staubniederschlag	mg/(m²·d)								
Pb im SN	µg/(m²·d)								
Cd im SN	µg/(m²·d)								
Zn im SN	µg/(m²·d)								
Tl im SN	µg/(m²·d)								
Benzol	µg/m³								
Toluol	µg/m³								
NM VOC	µg CH ₄ /m³								
Ammoniak	µg/m³								

Ozon	Messgerät	Stunden (h) und Tage (d) mit Stundennittel		Dosis
Einheit	Jahresmittel	maximales	98%-Wert	AOT40f
µg/m³	höchster	Stundenmittel	1h-Mittel	in ppm·h
	98%-Wert	> 120 µg/m³	> 180 µg/m³	> 240 µg/m³
		h d	h d	h d

8.3 Klimabulletin Jahr 2019, MeteoSchweiz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

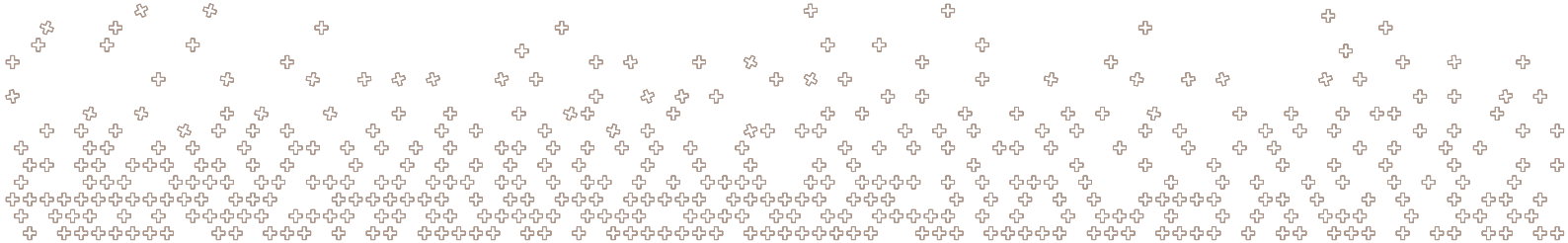
Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz

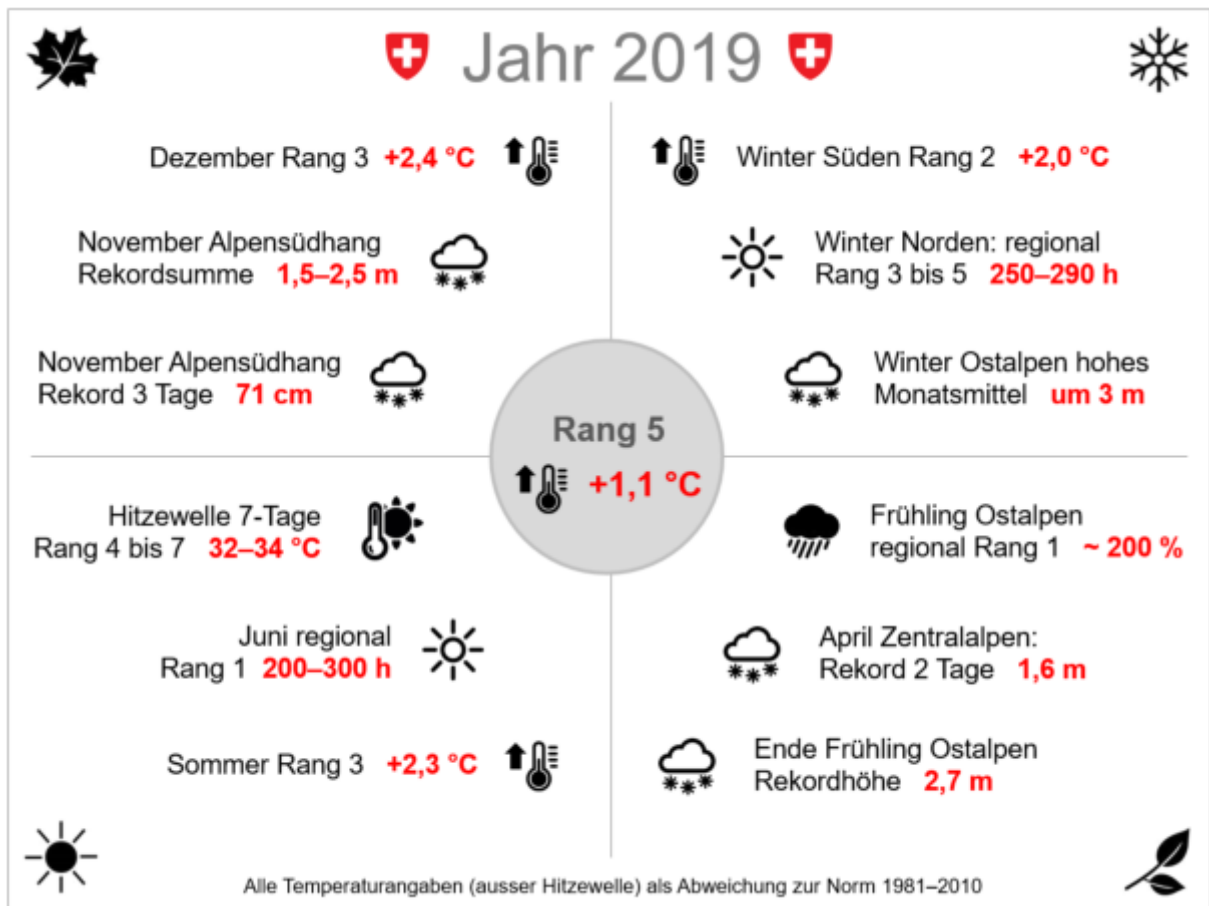
MeteoSchweiz



Klimabulletin Jahr 2019

Die Schweiz registrierte das fünftwärmste Jahr seit Messbeginn 1864. Zehn Monate waren wärmer als die Norm 1981–2010, drei davon erreichten Werte im extremen Bereich. Der Sommer war landesweit der drittwärmste, der Herbst der sechswärmste seit Messbeginn. Eine deutlich unterdurchschnittliche Monatstemperatur brachten der Januar und der Mai. Dank des sehr sonnigen Sommers gehört das Jahr 2019 auf der Alpennordseite regional zu den fünf sonnigsten seit Messbeginn vor über 100 Jahren.





Wieder ein extrem warmes Jahr

Die landesweite Jahrestemperatur erreichte mit 6,5 °C den fünft höchsten Wert seit Messbeginn 1864. Die fünf wärmsten Jahre wurden alle nach dem Jahr 2010 registriert. Es waren neben dem aktuellen Jahr die Jahre 2011 mit 6,6 °C, 2014 mit 6,5 °C, 2015 mit 6,6 °C und 2018 mit dem Rekordwert von 6,9 °C.

Diese fünf extremen Jahre liegen 1 °C oder mehr über den Wärmerekorden vor 1980. Der massive Wärmeschub ab 2010 ist der zweite seiner Art in den letzten 30 Jahren. Den ersten erlebte die Schweiz während der 1990-er Jahre. Von der vorindustriellen Periode 1871–1900 bis zur jüngsten 30-Jahresperiode 1990–2019 stieg die Jahrestemperatur im schweizweiten Mittel um rund 2 °C an (Abb. 2).

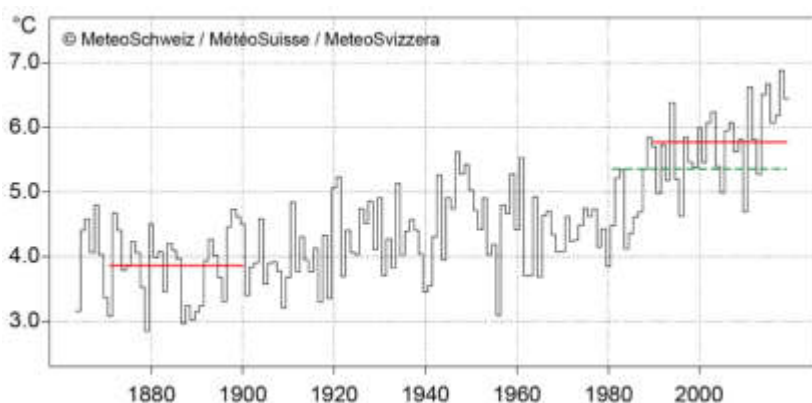


Abb. 2:
Landesweit gemittelte
Jahrestemperatur (Januar bis
Dezember) seit Messbeginn 1864.
Das Jahr 2019 erreichte 6,5 Grad.
Die roten Linien zeigen die
30-jährigen Perioden 1871–1900
(3,9 °C, vorindustriell) sowie
1990–2019 (5,8 °C).

Extrem milder Winter 2018/19 im Süden

Die Alpensüdseite registrierte in den Tieflagen den zweitmildesten Winter seit Messbeginn 1864. Die Wintertemperatur von Dezember bis Februar stieg 2 °C über die Norm 1981–2010. Der Rekordwinter 2007 erreichte mit 2,2 °C über der Norm nur geringfügig mildere Werte. Vor allem der Januar und der Februar 2019 waren massiv milder als die Norm. Lugano verzeichnete mit knapp 2 °C über der Norm den viertmildesten Januar, Locarno-Monti mit knapp 3 °C über der Norm den drittmildesten Februar seit Messbeginn.

Einen wesentlichen Beitrag zur grosser Winterwärme auf der Alpensüdseite leistete der häufige Nordföhn. Der Winter blieb auf der Alpensüdseite als Folge des häufigen Nordföhns auch ausgesprochen niederschlagsarm. In einigen Gebieten erreichten die Niederschlagssummen nur 30 bis 40 % der Norm.

Kalt und warm in den Bergen

In den übrigen Gebieten der Schweiz gehörte der Winter 2018/19 meist nicht zu den zehn mildesten seit Messbeginn. In den Bergen brachte der Winter massive Temperaturwechsel. Nach einem milden Dezember registrierten die Berglagen oberhalb 1000 m den kältesten Januar seit mehr als 30 Jahren. Anschliessend sprang die Bergtemperatur gebietsweise auf den zweit- bis fünftmildesten Februarwert seit Messbeginn.

Viel Schnee in den Ostalpen

Ein lebhaftes Westwindregime brachte, abgesehen vom Süden, verbreitet überdurchschnittliche winterliche Niederschlagsmengen. Die grössten Niederschlagsüberschüsse mit entsprechend guten Schneesverhältnissen verzeichneten die Ostalpen mit 170 bis 200 % der Norm 1981–2010. Als Folge der grossen Neuschneemengen herrschte im Januar regional grosse Lawinengefahr und die Zugänge zu einzelnen Alpentälern waren vorübergehend unterbrochen.

Sonniger Winter

Der Winter 2018/19 bescherte der ganzen Schweiz eine überdurchschnittliche Sonnenscheindauer. Sehr sonnig zeigte sich vor allem der Februar mit anhaltendem Schönwetter in der zweiten Monatshälfte. Basel und Genf registrierten den sonnigsten Februar seit Messbeginn. Damit wurde der Winter nördlich der Alpen gebietsweise zum dritt- bis fünftsonnigsten seit Messbeginn vor über 100 Jahren.

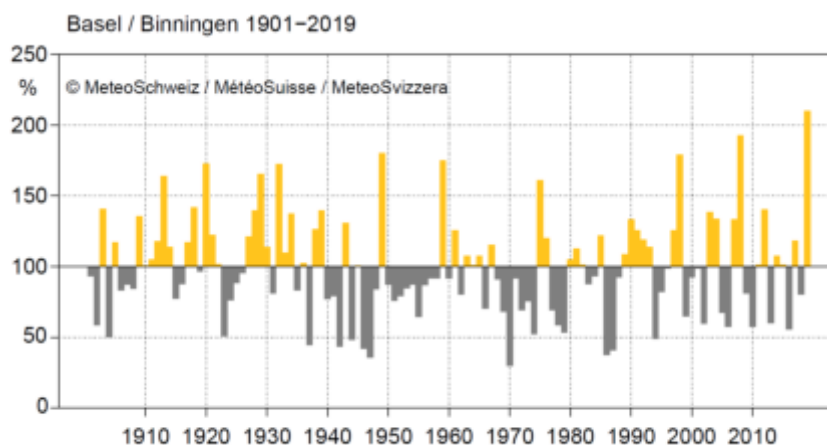


Abb. 3:
Sonnenscheindauer im
Februar im Verhältnis zur
Norm 1981–2010 (100 %)
am Messstandort
Basel/Binningen 1901–2019.

Durchschnittliche Frühlingstemperatur

Die Frühlingstemperatur 2019 lag im landesweiten Mittel im Bereich der Norm 1981–2010. Auf der Alpensüdseite wurde die Norm um rund ein halbes Grad überschritten, während in den Bergen regional leicht unterdurchschnittliche Werte registriert wurden. So wie die Temperatur bewegte sich auch die Sonnenscheindauer verbreitet im Bereich der Norm 1981–2010.

Regional nasser Frühling

Der Frühling lieferte in weiten Teilen der Schweiz unterdurchschnittliche Niederschlagssummen. Regional fielen hingegen grosse Mengen. Die Zentral- und Ostalpen erhielten gebietsweise 150 bis 200 % der Norm 1981–2010. Lokal wurde einer der niederschlagsreichsten Frühlinge seit Messbeginn registriert. Auf dem Weissfluhjoch fiel mit 577 mm knapp 100 mm mehr Niederschlag als im bisherigen Rekordfrühling 1978. Die Messreihe Weissfluhjoch reicht bis 1959 zurück.

Grosse Niederschlagsmengen gab es vor allem im April auf der Alpensüdseite, in Graubünden, in den Zentralalpen und im Oberwallis mit verbreitet 130 bis 200 %, lokal auch mit über 200 % der Norm 1981–2010. Lokal fielen dabei Rekordschneemengen für den Monat April.

Bergwinter im Sommer

Regelmässige Neuschneefälle und ein ungewöhnlich kühler Mai konservierte die alpine Schneedecke auf hochwinterlichem Niveau. Am Übergang vom meteorologischen Frühling zum meteorologischen Sommer lagen auf dem Weissfluhjoch in 2540 m Höhe rund 2,7 m Schnee, ein neuer Rekord für die Jahreszeit. Die Sommerwärme liess die Schneedecke anschliessend rasch schmelzen. Im ersten Julidrittel war das Weissfluhjoch schneefrei, was etwa der Norm entspricht.

Obligate extreme Sommerwärme

Extrem warme Sommer sind in der Schweiz in den letzten paar Jahren zum Standard geworden. Der Sommer 2019 machte hier als drittwärmster seit Messbeginn 1864 keine Ausnahme. Er lieferte im landesweiten Mittel eine Temperatur von 15,5 °C. Die Sommerwärme 2019 ist in guter Gesellschaft mit den letzten ähnlich warmen Sommern 2018, 2017 und 2015, welche landesweit zwischen 15,2 °C und 15,6 °C brachten. Wesentlich wärmer zeigte sich bisher nur der legendäre Hitzesommer 2003 mit einem landesweiten Mittel von 16,9 °C. Von der vorindustriellen Periode 1871–1900 bis zur jüngsten 30-Jahresperiode 1990–2019 stieg die Sommertemperatur im schweizweiten Mittel um rund 2 °C an.

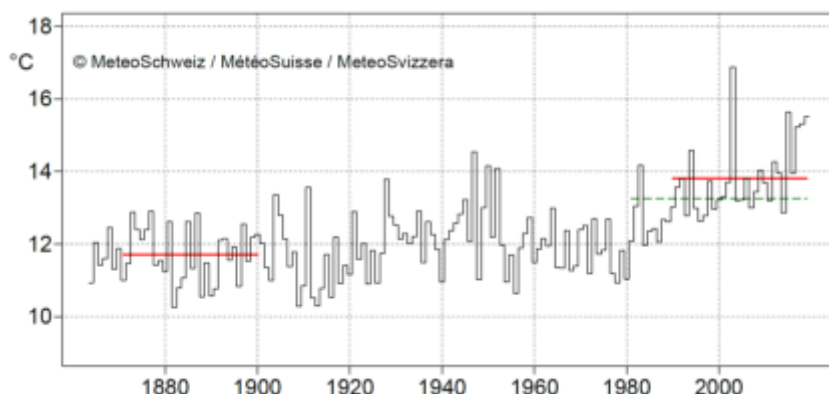


Abb. 4:
Die Sommertemperatur (Mittel Juni–August) in der Schweiz seit Messbeginn 1864. Die roten Linien zeigen die 30-jährigen Mittel 1871–1900 (11,7 °C, vorindustriell) und 1990–2019 (13,8 °C). Die grüne unterbrochene Linie zeigt die Norm 1981–2010 (13,3 °C).

Die sommerliche Wärme kulminierte in den Monaten Juni und im Juli. Mit einem landesweiten Mittel von 15,2 °C war es der zweitwärmste Juni seit Messbeginn 1864, zusammen mit dem Juni 2017. Massiv mehr Wärme lieferte einzig der Juni 2003 mit 17,3 °C.

Auf den zweitwärmsten Juni folgte der sechswärmste Juli seit Messbeginn. Im landesweiten Mittel stieg er auf 16,2 °C. Gleich warm war auch der Juli 2018, unwesentlich wärmer zeigte sich der Juli 1994. Mehr Wärme brachten nur die Julimonate 2015, 2006 und 1983 mit Werten zwischen 17,4 °C und 17,8 °C.

Mehr lange Hitzewellen

Die anhaltende Wärme im Juni und Juli mündete in zwei längere Hitzewellen mit einem täglichen Temperaturmaximum von mindestens 30 °C. Auf der Alpennordseite dauerte die Hitzewelle gegen Ende Juni sieben bis acht Tage, auf der Alpensüdseite neun bis zehn Tage. Die Hitzewelle gegen Ende Juli dauerte in der Nordwest- und Nordostschweiz fünf Tage oder weniger, in der Westschweiz sieben bis acht Tage. Auf der Alpensüdseite waren es sechs Tage.

Lange Hitzewellen mit einem täglichen Temperaturmaximum von mindestens 30 °C sind in der Schweiz häufiger geworden. Besonders markant kommt dies auf der Alpensüdseite zum Ausdruck. Am Messstandort Lugano sind Hitzewellen von neun oder mehr Tagen in den letzten 20 Jahren alle vier bis fünf Jahre aufgetreten. Vor dem Jahr 2000 gab es in Lugano über Jahrzehnte hinweg keine derartige Dauerhitze.

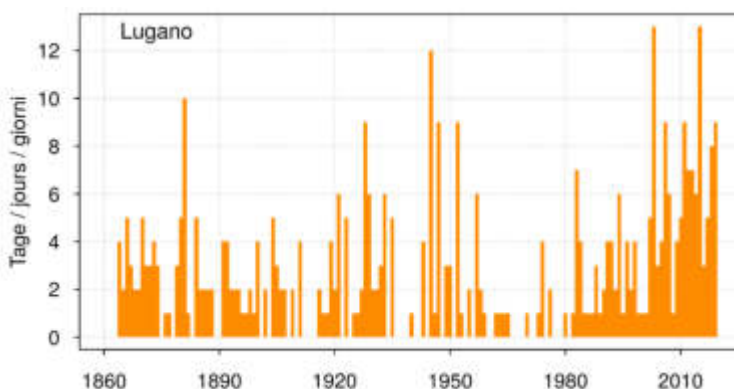


Abb. 5:
Längste Hitzeperiode pro Jahr mit einem täglichen Maximum von 30 °C oder mehr am Messstandort Lugano 1864–2019.

Viel Sonnenschein und ausreichend Niederschlag

Extreme Sommerwärme und viel Sonnenschein gehen Hand in Hand. Die sommerliche Sonnenscheindauer erreichte in den meisten Regionen über 120 % der Norm 1981–2010. Sehr sonnig präsentierte sich der extrem warme Juni. Nördlich der Alpen gab es Werte bis 150 %, in den Alpen bis 180 % und auf der Alpensüdseite bis 130 % der Norm 1981–2010. In einzelnen Regionen der Schweiz war es der sonnigste Juni in den seit 1959 homogen verfügbaren Messreihen. Scuol im Unterengadin verzeichnete mit dem Juni 2019 den sonnigsten Monat überhaupt in der 60-jährigen Messreihe.

Im Gegensatz zum extrem warmen und extrem trockenen Sommer des Vorjahres erhielten in diesem Sommer viele Gebiete der Schweiz ausreichend Niederschlag. Die Mengen bewegten sich meist zwischen 80 und 100 % der Norm 1981–2010. Im Wallis und im Tessin gab es lokal auch Werte zwischen 120 und 140 % der Norm.

Sehr milder Herbst

Nach dem drittwärmsten Sommer registrierte die Schweiz den sechstwärmsten Herbst seit Messbeginn 1864. Im landesweiten Mittel lag die Herbsttemperatur bei 7,1 °C oder 1,1 °C über der Norm 1981–2010. Zur hohen Herbsttemperatur hat insbesondere der extrem milde Oktober beigetragen. Im landesweiten Mittel war es der fünftwärmste Oktober seit Messbeginn 1864. In einzelnen Föhntälern der Alpennordseite wurde der mildeste oder zweitmildeste Oktober seit Messbeginn aufgezeichnet.

Nasser Herbst im Süden

In der Schweiz zeigte sich der September generell niederschlagsarm und der Oktober generell niederschlagsreich. Viel Niederschlag in kurzer Zeit fiel auf der Alpensüdseite kurz nach der Oktobermitte. Bei hoch liegender Schneefallgrenze liess das viele Wasser den Lago Maggiore schnell ansteigen. Der Seepegel blieb aber unter der Hochwassergrenze. Im November erhielt die Alpensüdseite erneut grosse Niederschlagsmengen. Alle drei Herbstmonate zusammen lieferten hier knapp 150 % der Norm 1981–2010. Nördlich der Alpen lagen die Herbstniederschläge im normalen Bereich.

Fulminanter Winterbeginn am Alpensüdhang

Mit dem vielen Niederschlag und sinkender Schneefallgrenze im November gab es in höheren Lagen des Alpensüdhangs erhebliche Neuschneemengen. Regional summierte sich der Neuschnee zu neuen Novemberrekorden.

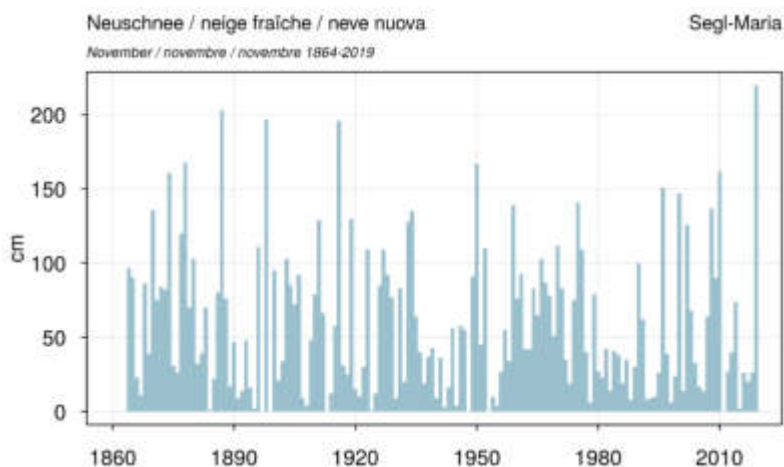


Abb. 6:
November Neuschneesumme
1864–2019 am Engadiner Mess-
standort Segl-Maria auf 1804 m
Höhe.

Am Messstandort Segl-Maria mit der längsten Schneemessreihe am Alpensüdhang, Messbeginn war hier 1864, gab es die Rekordsumme von 220 cm. In den letzten 100 Jahren lagen die November Neuschneesummen in Segl-Maria mindestens 40 cm tiefer als aktuell (Abb. 6). Vor 1920 verzeichneten drei November Neuschneesummen um 200 cm.

Gegen Mitte Dezember 2019 lagen im Alpenraum in mittleren Höhenlagen verbreitet überdurchschnittliche Schneehöhen. Am östlichen Alpennordhang und in Mittelbünden bewegten sich die Werte im durchschnittlichen oder leicht unterdurchschnittlichen Bereich (Quelle: WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF).

Extrem mildes Jahresende

Ab Dezembermitte brachte der häufige Südföhn am Alpennordhang extrem mildes Tauwetter. Auf das Jahresende hin sanken die Schneehöhen am ganzen Alpennordhang auf 60 bis 90 % im Vergleich zum langjährigen Mittel. Im südlichen Wallis, im nördlichen Tessin und in Teilen Graubündens lagen die Werte mit 110 bis 140 % über dem Durchschnitt (Quelle: WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF).

Mit einem landesweiten Mittel von 2,5 °C über der Norm 1981–2010 endete der Dezember als Drittwärmster seit Messbeginn 1864. Einzelne Föhntäler der Alpennordseite registrierten gar den mildesten oder zweitmildesten Dezember seit Messbeginn. Massiv war der Dezemberrekord von 4,4 °C über der Norm am Föhnstandort Meiringen mit Messbeginn 1889. Die bisher mildesten Dezembermonate waren hier mehr als 1 °C kühler.

Jahresbilanz

Die Jahrestemperatur 2019 stieg in den meisten Gebieten der Schweiz 0,8 bis 1,2 °C über die Norm 1981–2010. Im Engadin lagen die Werte 0,5 bis 0,7 °C und im mittleren und südlichen Tessin lokal 1,3 bis 1,4 °C über der Norm. Im landesweiten Mittel registrierte die Schweiz eine Jahrestemperatur von 1,1 Grad über der Norm 1981–2010 und damit das fünftwärmste Jahr seit Messbeginn 1864.

Die Jahresniederschläge 2019 erreichten verbreitet 80 bis 100 % der Norm 1981–2010. Vom Oberwallis über das Nordtessin und das Gotthardgebiet bis nach Graubünden sowie am östlichen Alpennordhang lagen die Niederschlagsmengen meist zwischen 110 und 130 % der Norm.

Die Jahressumme 2019 der Sonnenscheindauer bewegte sich nördlich der Alpen zwischen 110 und 120 % der Norm 1981–2010. In den Alpen und auf der Alpensüdseite gab es 100 bis 110 % der Norm. In Genf und Basel gehört das Jahr 2019 zu den fünf sonnigsten seit Messbeginn vor über 100 Jahren.

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	10.1	8.8	1.3	1985	1883	118	999	1059	94
Zürich	556	10.6	9.4	1.2	1878	1590	118	1041	1134	92
Genève	420	11.8	10.6	1.2	2113	1768	120	842	1005	84
Basel	316	11.6	10.5	1.1	1934	1590	122	788	842	93
Engelberg	1036	7.7	6.4	1.3	1438	1350	106	1495	1559	96
Sion	482	11.8	10.2	1.6	2174	2093	104	608	603	101
Lugano	273	13.9	12.5	1.4	1956	2067	95	1675	1559	107
Samodan	1709	2.8	2.0	0.8	1710	1733	99	615	713	114

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