

**Stadt
Luzern**

**Die Luftqualität
in der Stadt Luzern
2021**

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Messtandorte	4
3	Wetter-Charakteristik 2021	5
4	Messresultate 2021	7
4.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	7
4.2	Feinstaub (PM10 und PM2.5)	9
4.3	Russ (EBC)	10
4.4	Ozon (O ₃)	10
5	Messresultate seit Messbeginn	11
5.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	11
5.2	Feinstaub (PM10 und PM2.5)	14
5.3	Russ (EBC)	15
5.4	Ozon (O ₃)	16
6	Diskussion der Messergebnisse	18
6.1	Allgemeine Informationen	18
6.2	Stickstoffdioxid (NO ₂)	18
6.3	Feinstaub (PM10 und PM2.5)	19
6.4	Russ (EBC)	21
6.5	Ozon (O ₃)	22
7	Glossar	23
8	Anhang	25
8.1	Grafiken	25
8.2	BAFU-Stationsblätter	33
8.3	Klimabulletin Jahr 2021, MeteoSchweiz	35

Text: Peter Schmidli, Stadt Luzern, Umweltschutz
Dr. Hannah Wey & Dr. Christian Ruckstuhl, inNET Monitoring AG

Titelbild: Blick vom Rägeflüeli Richtung Nordosten (H. Wey, inNET Monitoring AG)

Luzern, Mai 2022

1 Einleitung

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

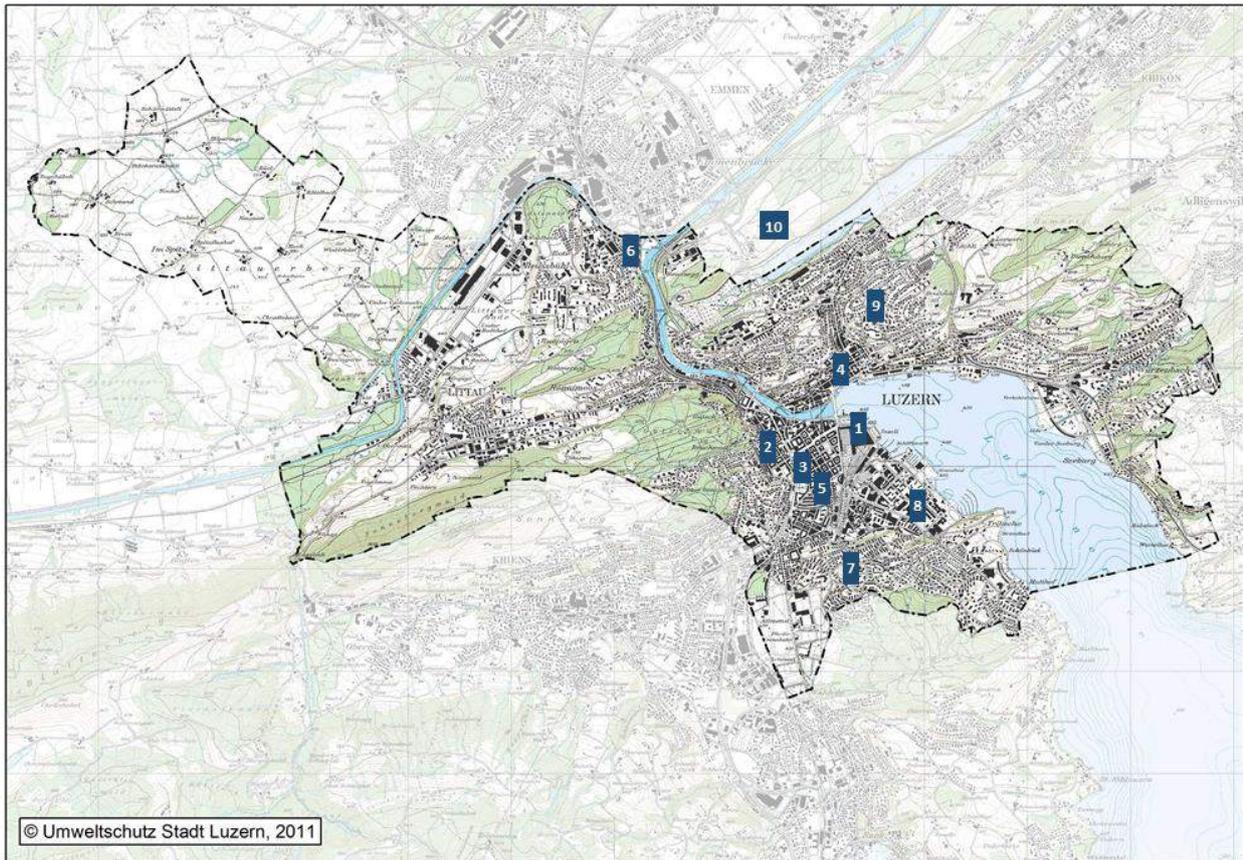
Die Stadt Luzern führt selbst keine lufthygienischen Immissionsmessungen durch. Die in diesem Bericht dokumentierten Messresultate stammen aus dem gemeinsamen Luftmessnetz in-LUFT der Zentralschweizer Kantone. in-LUFT publiziert seine Messdaten jährlich in Form von detaillierten Messberichten. Alle Publikationen 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. Mit der «Klima- und Energiestrategie Stadt Luzern» hat der Grosse Stadtrat von Luzern am 17. Februar 2022 einen dritten «Aktionsplan Luft, Energie, Klima 2021» beschlossen. Insgesamt 32 Massnahmen des neuen Aktionsplans sollen bis 2030 umgesetzt werden und eine spürbare Verbesserung der Luftqualität mit sich bringen.

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

2 Messtandorte



Grafik 1: Messtandorte

Grafik 1 gibt einen Überblick über sämtliche aktuellen Messtandorte in der Stadt Luzern und die Messstation Sedel (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 Messtandort Museggstrasse wird seit Anfang 2010 die Monitoring-Station Moosstrasse (3) betrieben. Sie repräsentiert einen Standort mit hoher Verkehrsbelastung im flachen Gebiet des linken See- beziehungsweise Reussufers. Im Rahmen eines befristeten Projektes wurde im Jahr 2020 auf dem zentralen Bahnhofplatz am südlichen Ende der Bushaltekante B eine zusätzliche Monitoringstation betrieben, welche aber in der Grafik nicht eingetragen ist.

Standorte und Überblick Messungen 2021							
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 2021

Da das Wettergeschehen einen grossen Einfluss auf die Schadstoffbelastung hat, lohnt sich ein Blick auf den Wetterverlauf des Jahres 2021, der im Klimabulletin 2021 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 2021 zu finden.

Das Jahr 2021 war, im Gegensatz zu den Vorjahren, nicht von hohen Temperaturen, sondern von massiven Niederschlägen geprägt. Die landesweite Jahresmitteltemperatur erreichte 5.7 °C und lag somit 0.3 °C über der Norm von 1981 - 2010 bzw. 0.2 °C unter der Norm von 1991 - 2020.^{1,2} In Luzern (SwissMetNet-Station auf der Allmend) lag die Jahresmitteltemperatur bei 9.8 °C, was ebenfalls zwischen den beiden Normen liegt. Die Sonnenscheindauer war leicht höher als im langjährigen Mittel. Die Jahresniederschlagsmenge von 1369 mm lag zwar nur leicht über der Norm, doch die Verteilung über die Monate war deutlich verschoben.

Der **Winter** 2020/2021 war mit einem Temperaturüberschuss von 0.9 °C (verglichen mit der Norm 1981 - 2010) mild, wozu vor allem der Februar beitrug, dessen Monatsmitteltemperatur 3.1 °C über der Norm (1981 – 2010) lag (Grafik). Dafür war der Februar, im Gegensatz zum überdurchschnittlichen regen- und schneereichen Januar, eher trocken. Im Februar kam es zu zwei Saharastaubereignissen (ab dem 06. und 22. Februar), welche die Atmosphäre massiv trübten.

Der **Frühling** war der kälteste seit über 30 Jahren. Das landesweite Mittel lag 1.1 °C unter der Norm (1981-2010), wobei im April und Mai besonders tiefe Temperaturen gemessen wurden (Grafik). Im Mai fiel, nach zwei niederschlagsarmen Monaten, reichlich Niederschlag. Das war der Beginn einer dreimonatigen ungewöhnlich regenreichen Periode.

Der **Sommer** war nördlich der Alpen mit teilweise über 160 % der Norm (1981-2010) einer der nassesten seit Messbeginn. Die anhaltend grossen Regenmengen führten an mehreren Gewässern zu Hochwasser und Überschwemmungen. Im Juni und Juli kam es zu verheerenden Hagelunwetter, welche in diesem Ausmass sehr selten sind. Der Juni war der viertwärmste je gemessene, die Juli- und Augusttemperatur blieb aber unter der Norm (1981-2010).

¹ MeteoSchweiz (2022). Klimabulletin Jahr 2021.

Der **Herbst** war niederschlagsarm und warm. Im September und Oktober gab es überdurchschnittlich viel Sonnenschein. Im November blieb die Sonnenscheindauer aber als Folge des häufigen Hochnebels vielerorts unter der Norm (1981-2010). Bereits Ende November schneite es bis in tiefe Lagen.

	Meteo-Messungen SwissMetNet-Station Luzern 2021				
	Normwert ^{2,3} 1981 - 2010	Normwert ^{2,4} 1991 - 2020	Jahresmittel bzw. Jahressumme 2021	Abweichung 2021 zur Norm 1981 -2010 ²	Abweichung 2021 zur Norm 1991 -2020 ²
Temperatur [°C]	9.6	10.1	9.8	+0.2	-0.3
Niederschlag [mm]	1'173	1'291	1'369	+196	+78
Sonnenscheindauer [h]	1'424	1'530	1'564	+140	+34

² Seit Anfang 2022 verwendet MeteoSchweiz standardmässig die neue Klima-Normwertperiode 1991-2020 in ihren Auswertungen. Zur besseren Vergleichbarkeit mit den letztjährigen Berichten wird hier sowohl die neue als auch die alte (1981-2010) Normperiode gezeigt.

³ MeteoSchweiz (2022). Klimanormwerte Luzern – Normperiode 1991-2020. https://www.meteoschweiz.admin.ch/product/output/climate-data/climate-diagrams-normal-values-station-processing/LUZ/climsheet_LUZ_np9120_d.pdf. Letzter Zugriff: 18.02.2022

⁴ MeteoSchweiz (2022). Klimanormwerte Luzern – Normperiode 1981-2010. https://www.meteoschweiz.admin.ch/product/output/climate-data/climate-diagrams-normal-values-station-processing/LUZ/climsheet_LUZ_np8110_d.pdf. Letzter Zugriff: 18.02.2022

4 Messresultate 2021

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 Ta- gesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³
2021						
Januar	22.6	51.6	0	37.8	64.6	0
Februar	25.2	46.1	0	40.3	60.2	0
März	17.5	43.8	0	31.8	51.9	0
April	13.2	20.8	0	26.5	40.2	0
Mai	8.6	13.7	0	22.0	31.6	0
Juni	9.3	15.8	0	23.6	35.2	0
Juli	8.2	12.7	0	21.2	29.4	0
August	9.1	14.4	0	21.7	33.4	0
September	13.7	19.3	0	27.1	34.7	0
Oktober	17.6	28.0	0	30.3	40.3	0
November	18.8	26.2	0	30.6	40.0	0
Dezember	21.4	35.3	0	36.6	53.0	0
Jahr	15.4	51.6	0	29.0	64.6	0
Grenzwert LRV*	30.0	80.0	1	30.0	80.0	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

4.1.2 Passivsammler-Messungen

Stickstoffdioxid (NO ₂)		Standorte Periodenmittel in µg/m ³ Grenzwert LRV* 30 µg/m ³							
Periode		Museggstrasse	Kasimir-Pfyffer-Strasse	Sternmatt	Bahnhofplatz	Wesemin Kloster	Neustadt Bleicherpark	Tribtschen (VBL)	Reussbühl
von	bis								
05.01.2021	03.02.2021	-	24	-	-	19	-	22	-
03.02.2021	03.03.2021	27	27	31	35	22	33	27	28
03.03.2021	29.03.2021	19	16	17	23	13	20	15	18
29.03.2021	26.04.2021	17	14	15	22	11	17	13	14
26.04.2021	25.05.2021	14	11	11	18	7	12	9	12
25.05.2021	22.06.2021	16	-	-	22	8	13	10	13
22.06.2021	21.07.2021	14	10	9	18	7	11	8	11
21.07.2021	16.08.2021	14	11	9	21	6	12	10	12
16.08.2021	15.09.2021	17	12	13	25	11	15	11	13
15.09.2021	11.10.2021	17	13	15	26	12	17	14	16
11.10.2021	08.11.2021	22	20	22	35	19	26	22	20
08.11.2021	07.12.2021	21	21	22	32	18	24	22	22
07.12.2021	03.01.2022	24	24	24	30	17	27	23	-
Jahresmittel		19	16	17	26	13	20	16	18

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

4.2 Feinstaub (PM10 und PM2.5)

Feinstaub (PM10)	Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m ³	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m ³
2021						
Januar	13.8	50.9	1	15.1	27.2	0
Februar	22.2	73.3	3	25.4	79.5	4
März	14.6	29.9	0	17.3	36.1	0
April	14.4	36.3	0	16.2	29.1	0
Mai	6.6	12.9	0	7.9	15.0	0
Juni	12.1	27.9	0	13.9	32.5	0
Juli	10.8	23.0	0	12.4	26.3	0
August	10.9	31.2	0	13.1	35.3	0
September	12.9	19.4	0	14.9	21.9	0
Oktober	11.7	20.1	0	14.0	22.7	0
November	12.4	27.6	0	15.5	33.8	0
Dezember	11.1	23.6	0	14.1	27.3	0
Jahr	12.7	73.3	4	14.9	79.5	4
Grenzwert LRV*	20.0	50.0	3	20.0	50.0	3

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

Feinstaub (PM2.5)	Moosstrasse	
	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³
2021		
Januar	10.9	23.2
Februar	13.7	28.5
März	10.8	23.3
April	10.1	15.2
Mai	5.3	12.1
Juni	8.4	15.3
Juli	8.1	17.0
August	8.2	18.3
September	9.9	14.1
Oktober	9.9	17.0
November	11.6	24.7
Dezember	10.7	21.5
Jahr	9.8	30.7
Grenzwert LRV*	10.0	-

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

4.3 Russ (EBC)

Russ (EBC)	Ebikon, Sedel		Moosstrasse	
	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³
2021				
Januar	0.5	1.0	0.8	1.3
Februar	0.7	1.2	1.1	2.2
März	0.4	1.0	0.7	1.2
April	0.4	1.2	0.5	0.8
Mai	0.2	0.3	0.4	0.5
Juni	0.3	0.6	0.5	0.8
Juli	0.3	0.7	0.6	1.0
August	0.3	0.7	0.6	1.0
September	0.5	0.7	0.7	1.0
Oktober	0.6	1.3	0.9	1.6
November	0.5	1.7	0.8	1.8
Dezember	0.5	1.1	0.8	1.6
Jahr	0.4	1.7	0.7	2.2
Schutzziel EKL*	0.1	-	0.1	-

* EKL, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene

4.4 Ozon (O₃)

Ozon (O ₃)	Ebikon, Sedel				
2021	Mittelwert µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	Maximales Stunden- mittel µg/m ³	98%-Wert µg/m ³	AOT 40 Wald ppm·h
Januar	36.4	0	82.1	75.7	-
Februar	32.1	0	83.3	75.0	-
März	53.0	0	116.5	98.8	-
April	68.0	18	128.4	121.3	-
Mai	67.4	2	121.9	108.7	-
Juni	73.0	58	177.5	141.2	-
Juli	62.0	28	149.9	136.2	-
August	56.7	15	146.7	118.7	-
September	51.3	18	131.0	120.9	-
Oktober	29.7	0	92.5	77.6	-
November	20.5	0	69.5	62.2	-
Dezember	29.6	0	85.0	76.1	-
Jahr	48.4	139	177.5	-	9.2
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
2020				16	44	0	30	73	0
2021				15	52	0	29	65	0
Grenzwert LRV*	30	80	1	30	80	1	30	80	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

Messresultate seit Messbeginn

Stickstoffdioxid NO ₂	Zentraler Bahnhofplatz		
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³
Jahr			
2020**	34.5	72.7	0
Grenzwert LRV*	30	80	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Messungen nur im Jahr 2020

5.1.2 Passivsammler-Messungen (NO₂)

Jahr	Standorte (Jahresmittel in µg/m ³ ; Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung 30 µg/m ³)									
	Mattweg (ehem. Rigrasse)	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
2020			20	16	17	25	13	20	16	17
2021			19	16	17	26	13	20	16	18

* 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/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
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
2020				13	43	0	15	48	0
2021				13	73 **	4 **	15	79 **	4 **
Grenzwert LRV*	20	50	3	20	50	3	20	50	3

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Saharastaub-Ereignis im Februar 2021

Feinstaub PM10	Zentraler Bahnhofplatz		
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m ³
Jahr			
2020 **	16.8	45.5	0
Grenzwert LRV*	20	50	3

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Messungen nur im Jahr 2020

Feinstaub PM2.5	Moosstrasse	
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³
Jahr		
2019	12	41
2020	9	31
2021	10	31
Grenzwert LRV*	10	-

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

5.3 Russ (EBC)

Russ (BC, EBC)*	Ebikon, Sedel		Moosstrasse	
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tages- mittel 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
2018	0.6	1.8	0.9	2.3
2019	0.5	2.2	0.8	2.3
2020	0.5	1.7	0.7	1.8
2021	0.4	1.7	0.7	2.2
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			
Jahr	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

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

Ozon O ₃	Zentraler Bahnhofplatz			
Jahr	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Stundenmittel µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	AOT 40 Wald ppm·h
2020 **	37.5	137.0	6	3.5
Grenzwert LRV*	-	120	1	5.0**

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Messungen nur im Jahr 2020

Messresultate seit Messbeginn

Ozon O ₃	Ebikon, Sedel			
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Stundenmittel µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	AOT 40 Wald ppm·h
Jahr				
1991	37	212	357	17.0
1992	36	189	356	16.0
1993	36	179	262	12.5
1994	38	196	363	17.4
1995	41	198	325	16.3
1996	39	194	307	13.9
1997	40	181	330	16.2
1998	47	220	384	19.4
1999	42	173	209	13.1
2000	43	198	351	16.9
2001	43	197	314	15.3
2002	42	206	290	14.2
2003	52	225	772	29.6
2004	45	185	288	14.7
2005	46	197	269	14.0
2006	46	200	369	17.9
2007	46	183	286	13.9
2008	43	162	178	11.8
2009	44	179	198	11.4
2010	45	200	272	12.8
2011	44	183	257	13.0
2012	46	164	199	11.0
2013	45	189	276	13.1
2014	43	179	150	9.6
2015	46	179	338	15.5
2016	43	160	171	10.4
2017	48	156	186	11.8
2018	52	181	418	19.3
2019	51	189	336	14.9
2020	48	161	207	14.4
2021	48	177	139	9.2
Grenzwert LRV*	-	120	1	5.0**

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Schwellenwert (kein Grenzwert)

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 dichtbesiedelten Gebiet der Stadt Luzern versorgen knapp 6'000 Feuerungsanlagen 82'600 Einwohnerinnen und Einwohner und 82'700 Beschäftigte mit Wärme. Täglich fuhren 2021 94'400 Fahrzeuge auf der Autobahn A2 durch den Reussport-Tunnel. Auf der Seebrücke verkehrten 2021 rund 32'600 Fahrzeuge. Im Vorjahr war die Verkehrsmenge wegen der Coronapandemie um 5 Prozent tiefer. Die Verkehrsreduktion beeinflusste insbesondere die verkehrsexponierten Messstandorte. 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 Topografie 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 2021

Im Jahr 2021 war die Stickstoffdioxidbelastung an den beiden langjährigen Monitoring-Stationen wiederum leicht geringer als im Vorjahr. Die Messstation Ebikon, Sedel wies einen Jahresmittelwert von 15 µg/m³ aus. Am verkehrsexponierten Standort Moosstrasse wurde ein Jahresmittelwert von 29 µg/m³ registriert. Es ist das zweite Mal in Folge, dass die Stickstoffdioxidbelastung an diesem Standort im Bereich des entsprechenden Grenzwertes der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung lag und damit der Grenzwert nicht überschritten wurde.

Erfreulicherweise wurde im Jahr 2021 der Grenzwert für das Tagesmittel (80 µg/m³) an beiden Monitoring-Stationen wiederum nicht erreicht. Erlaubt ist gemäss Luftreinhalteverordnung eine Überschreitung pro Jahr.

An den Passivsammler-Standorten auf Stadtgebiet wurden vergleichbare Jahresmittelwerte wie im Vorjahr ermittelt. 2021 lag die Belastung an allen acht Standorten unter dem LRV-Grenzwert für das Jahresmittel.

Interessant ist der Blick auf den Bahnhofplatz. Dieser ist geprägt durch bedeutende Verkehrsemissionen, wobei Dieselsebusse des öffentlichen Verkehrs und Reisebuses einen erheblichen Anteil zur Belastung beisteuern. Beim Standort vor dem KKL wurde der Grenzwert für das Jahresmittel im Jahr 2021 mit 26 µg/m³ in der langen Messreihe seit 1989 zum zweiten Mal in Folge unterschritten. Die Belastung lag damit 10 µg/m³ oder rund ein Drittel tiefer als noch 2019. Die Erklärung für diesen abrupten Rückgang ist das durch Corona verringerte Verkehrsaufkommen und damit die reduzierten Verkehrsemissionen insbesondere auch der Reisebusse. Die Belastung mit Stickstoffdioxid ist hier auch höher als am Messstandort Moosstrasse.

Wie im Vorjahr blieb die Belastung mit Stickstoffdioxid tief, auch dank günstigen meteorologischen Bedingungen. Entlang des Hauptverkehrsnetzes liegt die Schadstoff-Konzentration nun im Bereich des Grenzwerts 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 austausch-
arme 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, rückläufige Tendenz, wobei dieser Trend seit 2015 verstärkt sichtbar ist.⁵ Für die stark verkehrsbelastete Monitoring-Station Moosstrasse ist dieser Rückgang in der Belastung mit Stickstoffdioxid in den letzten zehn Jahren noch deutlicher.⁶ In Bezug auf die Stickstoffdioxidbelastung in der Stadt Luzern waren 2020 und 2021 die bisher günstigsten Jahre seit Messbeginn. An allen langjährigen Messstationen wurde der Grenzwert für das Jahresmittel unterschritten oder (im Fall der Messstation Moosstrasse) zumindest eingehalten. Aufschlussreich sind die Messwerte des Passivsammler-Standortes Reussbühl. Mit der Verkehrsverlagerung auf die neue Reussbühlstrasse⁷ ist die Stickstoffdioxid-Belastung an der Hauptstrasse um über einen Drittel gesunken und liegt heute deutlich unter dem Jahresmittelgrenzwert der LRV.⁸

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 2021 wurde zum dritten Mal in Folge keine einzige Überschreitung des Tagesgrenzwertes gemessen.

6.3 Feinstaub (PM10 und PM2.5)

6.3.1 Situation 2021

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 wie schon im Vorjahr bei $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 deutlich unter dem Grenzwert, wobei seit 2019 ähnliche Messwerte registriert wurden.

Die höchsten Tagesmittelwerte sind auffällig hoch. Sie lagen mit $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ebikon, Sedel), beziehungsweise $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Moosstrasse) deutlich über den im Vorjahr gemessenen Werten (43 bzw. $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und auch über dem entsprechenden Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Beide Maximalwerte wurden am 25. Februar 2021 gemessen. Weitere Überschreitungen des Grenzwerts wurden just in den Tagen davor bzw. danach gemessen (Grafik 15 im Anhang). Diese aussergewöhnlich hohen Messungen fielen zeitlich zusammen mit einem

⁵ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen Stickstoffdioxid-Belastung an der Monitoring-Station Ebikon, Sedel: -0.9 [-1.09 , -0.71]

⁶ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen Stickstoffdioxid-Belastung an der Monitoring-Station Moosstrasse: -2.2 [-2.58 , -1.72]

⁷ Bis September 2015 altes Verkehrsregime. Ab Oktober 2015 neues Verkehrsregime mit wenig Verkehr aber zusätzlichen Bau-Emissionen. Bis September 2016 neues Verkehrsregime mit wenig Verkehr aber zusätzlichen Bau-Emissionen. Ab Oktober 2016 neues Verkehrsregime ohne Baustellen. Ab 2017 neues Verkehrsregime ohne Baustellen.

⁸ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen Stickstoffdioxid-Belastung an der Monitoring-Station Reussbühl: -1.8 [-1.32 , -2.26]

Saharastaub-Ereignis.⁹ Werden die Werte aus diesen Tagen ausgeschlossen, kam es an der Moosstrasse zu keiner und in Ebikon, Sedel zu einer einzigen Grenzwertüberschreitung. Die Maximalwerte ausserhalb von Saharastauber-eignissen sind $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am 1. März (Moosstrasse) und $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am 11. Januar 2021 (Ebikon, Sedel). Diese Werte liegen leicht über (Sedel) bzw. leicht unter (Moosstrasse) den Beobachtungen der letzten Jahre.

Die gesundheitlich relevantere Feinstaubfraktion PM_{2.5} wird auf Stadtgebiet nur an der Moosstrasse und erst seit 2019 gemessen. Auch für PM_{2.5} hat der Jahresmittelwert gegenüber 2020 leicht zugenommen, liegt aber unter der ersten Messung von 2019. Mit $9.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lag er im Bereich des Grenzwertes von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der PM_{2.5}-Anteil in PM₁₀ lag im Jahr 2021 bei 65 %, was unter dem langjährigen Mittel von NABEL-Stationen liegt (75 %).¹⁰ Ein Grenzwert für das Tagesmittel existiert für PM_{2.5} nicht.

Im Winterhalbjahr ist die Belastung mit Feinstaub höher als im Sommerhalbjahr. Einerseits kommen in kalten Monaten zu den Emissionen des Verkehrs noch jene der Heizungen, insbesondere der Holzfeuerungen, hinzu. Andererseits behindern austauscharme Wetterlagen (Inversionen) die Verdünnung der Schadstoffemissionen. Der Winter 2021 war mild, so blieben die Feinstaubwerte eher tief. Nur im Februar sind die Werte erhöht, was, wie oben erläutert, zeitlich mit einem Saharastaub-Ereignis zusammenfällt.

6.3.2 Langjährige Entwicklung

Am Standort Ebikon, Sedel lagen die PM₁₀-Jahresmittelwerte der Jahre 2012 bis 2021 zwischen 13 und $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und weisen damit einen statistisch signifikanten Rückgang auf.¹¹ Während der Grenzwert in früheren Jahren mehrheitlich überschritten wurde, liegt die Belastung seit 2014 unter dem Grenzwert. An der Moosstrasse liegen die Jahresmittelwerte seit 2010 zwischen 15 und $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Jahr 2021 wurde, wie schon in den beiden Vorjahren, 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.¹² Weil das Verkehrsaufkommen in der Innenstadt nicht wächst, wirken sich die technischen Verbesserungen am Einzelfahrzeug hier aus. An der Messstation Moosstrasse ist deshalb der abnehmende Trend bei den PM₁₀-Konzentrationen der letzten 10 Jahre deutlich ausgeprägter als in Ebikon, Sedel, parallel zu den NO₂-Konzentrationen.

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. Im Jahr 2021 hatte ein Saharastaub-Ereignis einen zeitlich beschränkten, aber starken Einfluss. Die Anzahl Tage mit Überschreitung des PM₁₀-Tagesmittel-Grenzwertes bewegte sich auf dem Sedel von 2012 bis 2021 zwischen 0 und 15, an der Station Moosstrasse zwischen 0 und 25 Tagen.

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

⁹ MeteoSchweiz (2021). Der Saharastaub sedimentiert weiter. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/aktuell/meteoschweiz-blog-sub-page.html/de/data/blogs/2021/2/der-saharastaub-sedimentiert-weiter.html>. Letzter Zugriff: 09.03.2022

¹⁰ Feinstaub PM_{2.5}, Fragen und Antworten zu Eigenschaften, Emissionen, Immissionen, Auswirkungen und Massnahmen, BAFU, 2019

¹¹ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen PM₁₀-Belastung an der Monitoring-Station Ebikon, Sedel: -0.8 [-1.27, -0.31]

¹² Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen PM₁₀-Belastung an der Monitoring-Station Moosstrasse: -1.3 [-1.72, -0.78]

6.4 Russ (EBC)

6.4.1 Situation 2021

Nebst dem Verkehr sind Feuerungsanlagen (insbesondere Holzfeuerungen) eine wichtige Quelle der Russemissionen. 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 2021 betrug an der Messstation Moosstrasse $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der Messstation Ebikon, Sedel $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Beide Werte waren somit vergleichbar mit dem Vorjahr. Der Zielwert der EKL wurde weiterhin massiv (Faktor 7 bzw. 4) überschritten. 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 in den kalten Monaten 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 zehn Messjahren von 2012 bis 2021 war die Russbelastung am Messstandort Moosstrasse stark rückläufig. Der Rückgang hat sich aber seit 2017 abgeschwächt und stagniert seit 2019. Die Partikelfilterpflicht für Baumaschinen und Dieselfahrzeuge hat sich positiv auf die Russbelastung ausgewirkt.

Am Messstandort Ebikon, Sedel wird seit 2014 eine konstante Russbelastung gemessen, welche knapp zwei Drittel der aktuellen Belastung an der Station Moosstrasse entspricht.

6.5 Ozon (O₃)

6.5.1 Situation 2021

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.

An der Station Ebikon, Sedel wurde im Jahr 2021 der Grenzwert für das Stundenmittel 139 mal überschritten. Der Belastungswert für Wald lag mit 9.2 ppm*h knapp doppelt über dem entsprechenden Schwellenwert. Der Jahresmittelwert von 48 µg/m³ ist identisch mit 2020 und leicht tiefer als in den Vorjahren, als in den Sommermonaten massive Hitzewellen über das Land rollten. Der maximale Stundenmittelwert als Mass für kurzfristige Spitzenbelastungen lag im Jahr 2021 bei 177 µg/m³. Die Ozonbelastung bewegte sich 2021 also flächendeckend massiv über den zulässigen Grenzwerten der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung.

6.5.2 Langjährige Entwicklung

Die Anzahl der Ozon-Stundenmittel über dem Grenzwert von 120 µg/m³ ist stark von der Meteorologie abhängig. Zwischen 2012 und 2020 wurden an der Messstation Ebikon, Sedel jährlich 150 (2014) bis 418 (2018) Stunden über dem Grenzwert gemessen. Das Messjahr 2021 liegt mit 139 Stunden deutlich unterhalb dieser Spanne, was auf die kühlen und sehr nassen Wetterverhältnisse im Sommer zurückzuführen ist. Dasselbe gilt für den kritischen Ozon-Schwellenwert AOT 40 für Wald von 9.2 ppm h. Der Messwert liegt jedoch deutlich über dem Schwellenwert von 5 ppm h.

Die höchsten Stundenmittel zeigen hingegen nur kleine Schwankungen von Jahr zu Jahr. Von 2012 bis 2021 bewegten sich die an der Station Ebikon, Sedel gemessenen maximalen Stundenmittelwerte zwischen 156 (2017) und 200 (2013 und 2019) µg/m³. Im Jahr 2020 lag der maximale Stundenmittelwert mit 177 µg/m³ im mittleren Bereich dieser Spanne. Mit dem Fortschreiten des Klimawandels ist zukünftig mit höheren Ozonbelastungen zu rechnen, wie es in den heissen Jahren 2018 und 2019 zu beobachten war. Folglich kommt es weiterhin zu negativen gesundheitlichen Auswirkungen auf die Bevölkerung und auf die Vegetation, falls die Emissionen der Vorläuferstoffe wie Stickoxide und VOC nicht deutlich gesenkt werden.

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

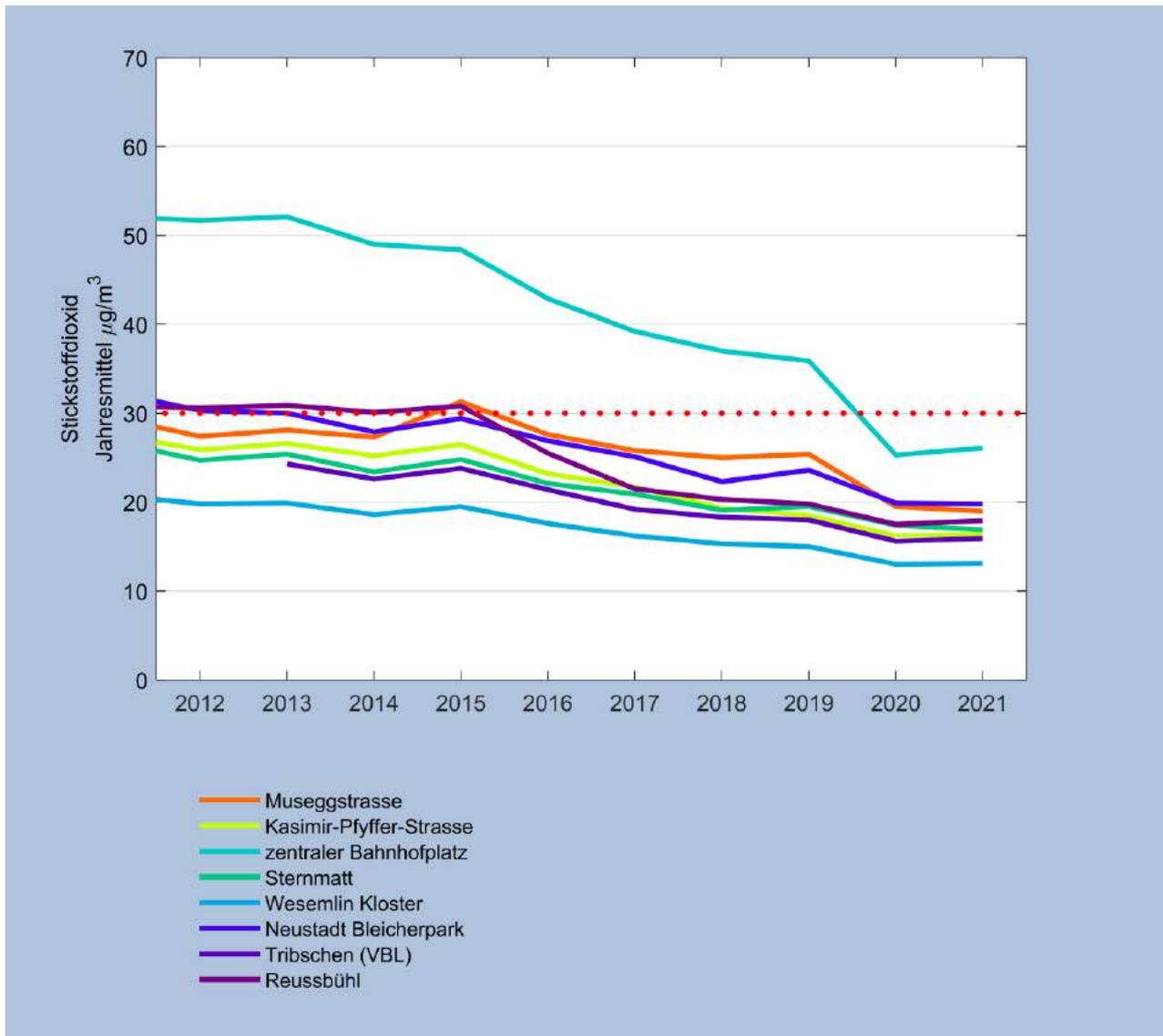
AOT 40 Wald	Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb. Aufsummierte Ozonbelastung über der Schwellenwertkonzentration von 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in ppb·h. Der AOT 40-Wert ist ein Mass dafür, wie lange und in welchem Ausmass die Ozonkonzentration einen definierten Schädigungsschwellenwert 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
PM10	Partikelförmige (PM = Particulate Matter), feindisperse Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser < 10 μm
PM2.5	Partikelförmige (PM = Particulate Matter), feindisperse Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser < 2.5 μm
ppb	Parts per billion, zu Deutsch Teile pro Milliarde
ppb·h	Parts per billion multipliziert mit der Anzahl Stunden

Glossar

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.

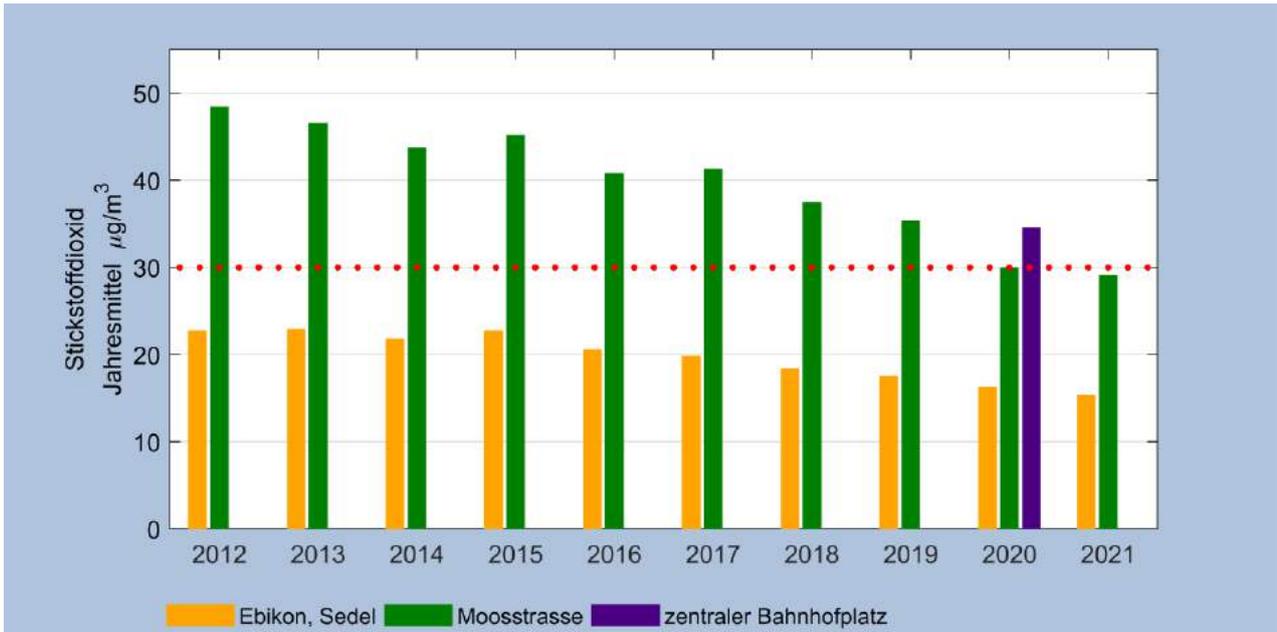
8 Anhang

8.1 Grafiken



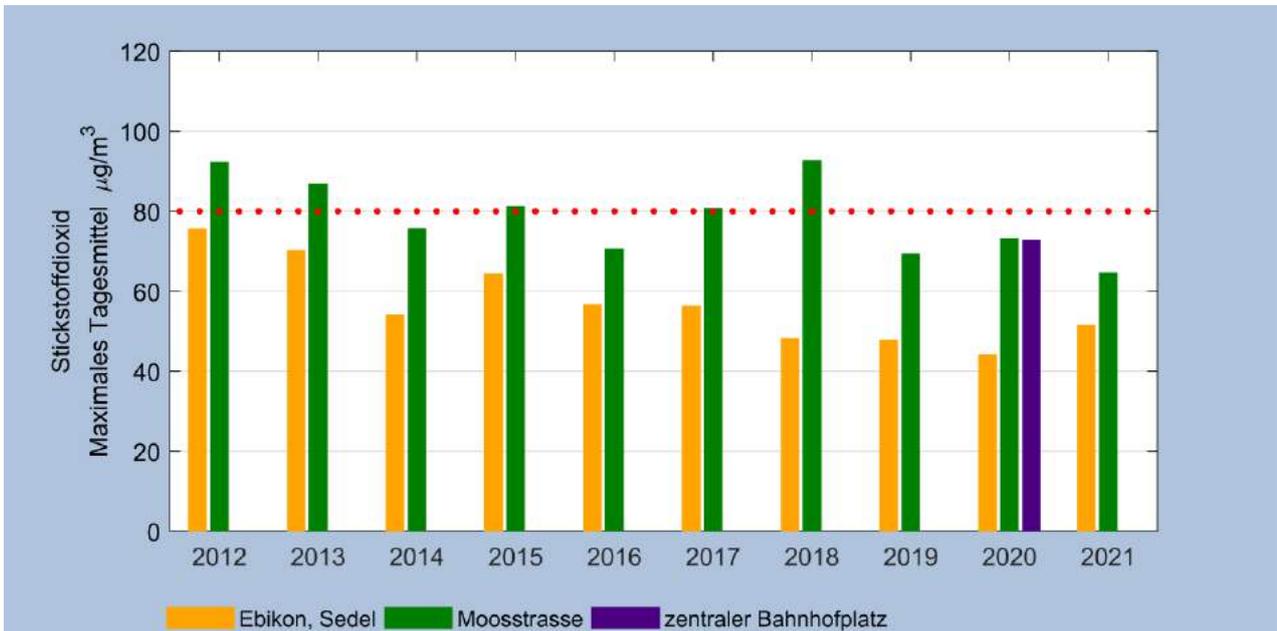
Grafik 1: Entwicklung der Stickstoffdioxid-Belastung (NO₂-Jahresmittelwerte) an verschiedenen Standorten (2011 bis 2020).

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



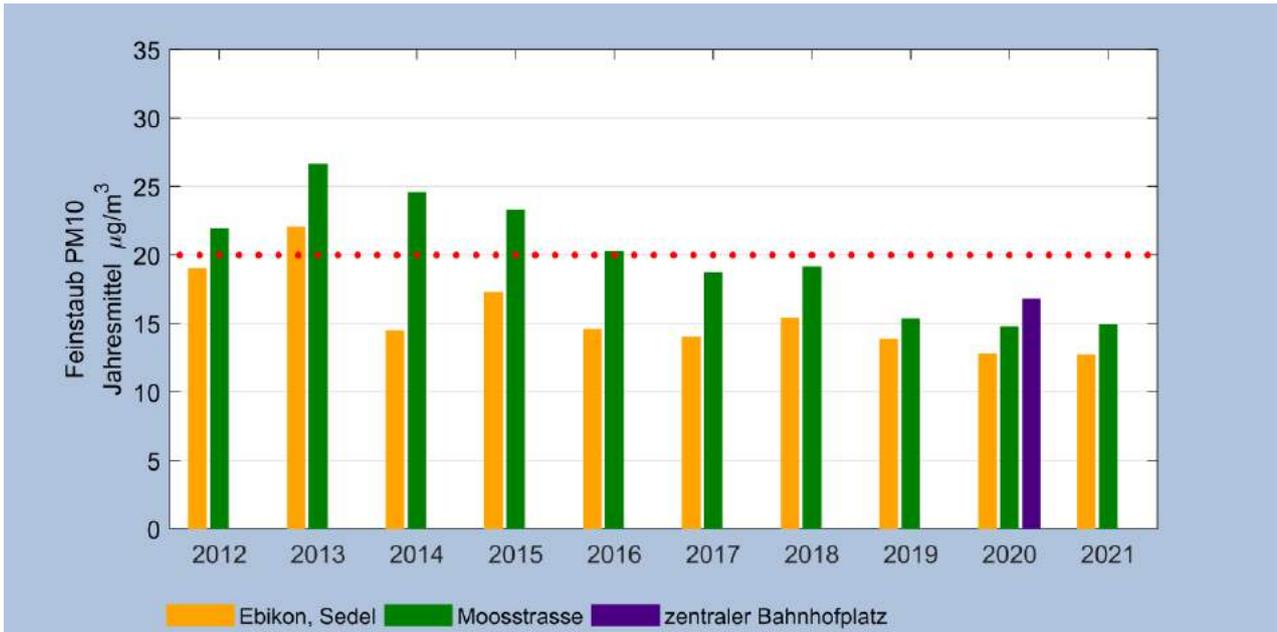
Grafik 2: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastung (NO₂) für die Standorte Ebikon, Sedel sowie Moosstrasse und zentraler Bahnhofplatz von 2011 bis 2020.

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



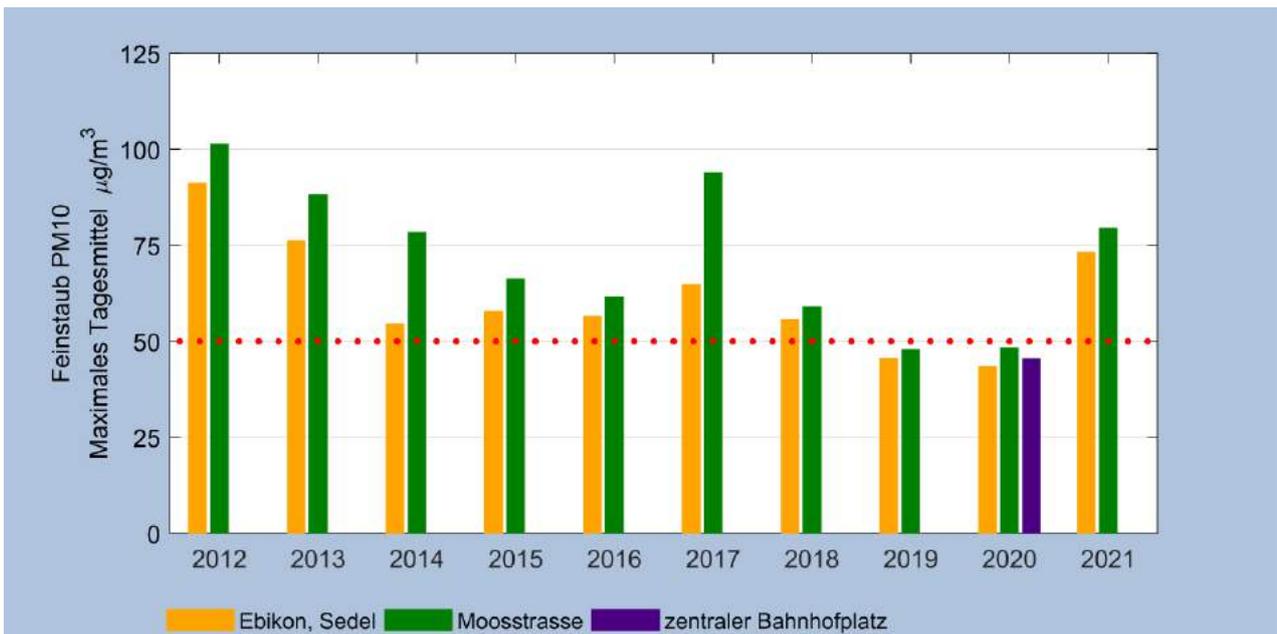
Grafik 3: Maximale Tagesmittelwerte der Stickstoffdioxid-Belastung (NO₂) für die Standorte Ebikon, Sedel sowie Moosstrasse und zentraler Bahnhofplatz von 2011 bis 2020.

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



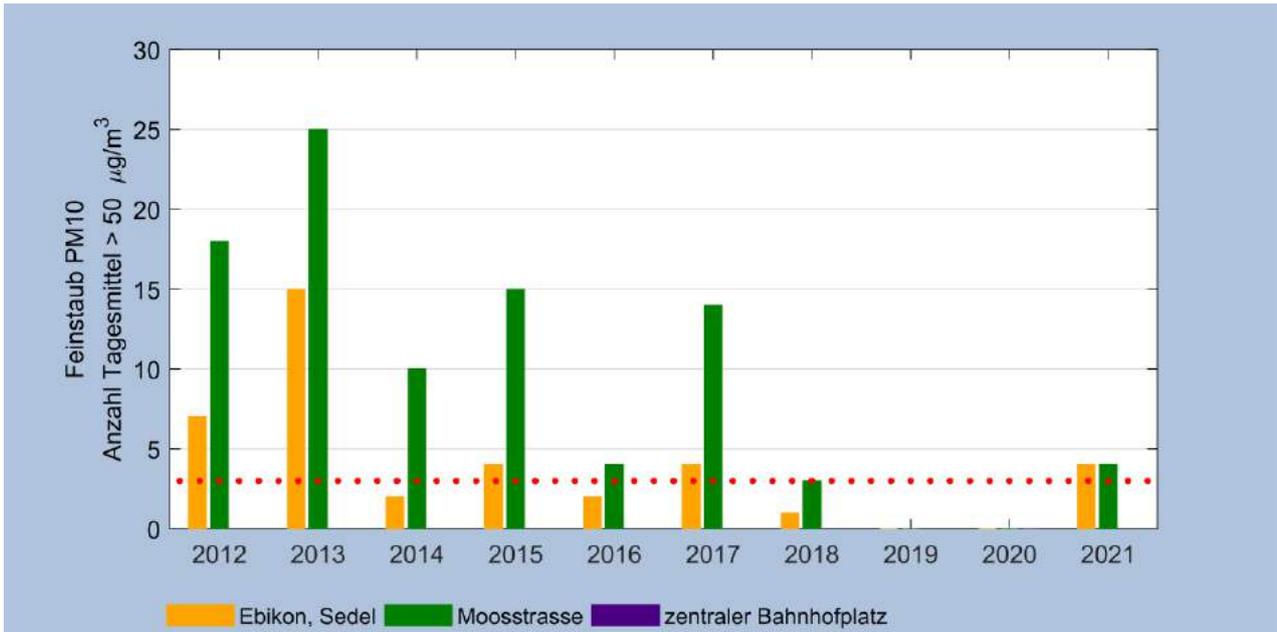
Grafik 4: Jahresmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Ebikon, Sedel sowie Moosstrasse und zentraler Bahnhofplatz von 2011 bis 2020.

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



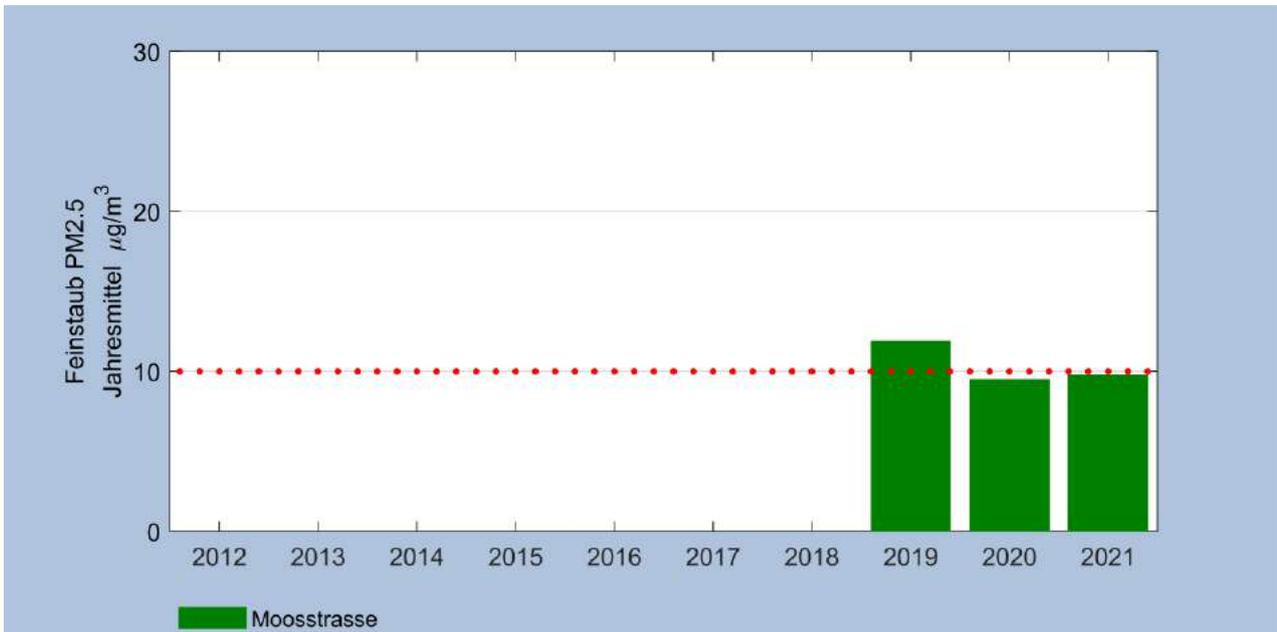
Grafik 5: Maximale Tagesmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM10) für die Standorte Ebikon, Sedel sowie Moosstrasse und zentraler Bahnhofplatz von 2011 bis 2020.

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



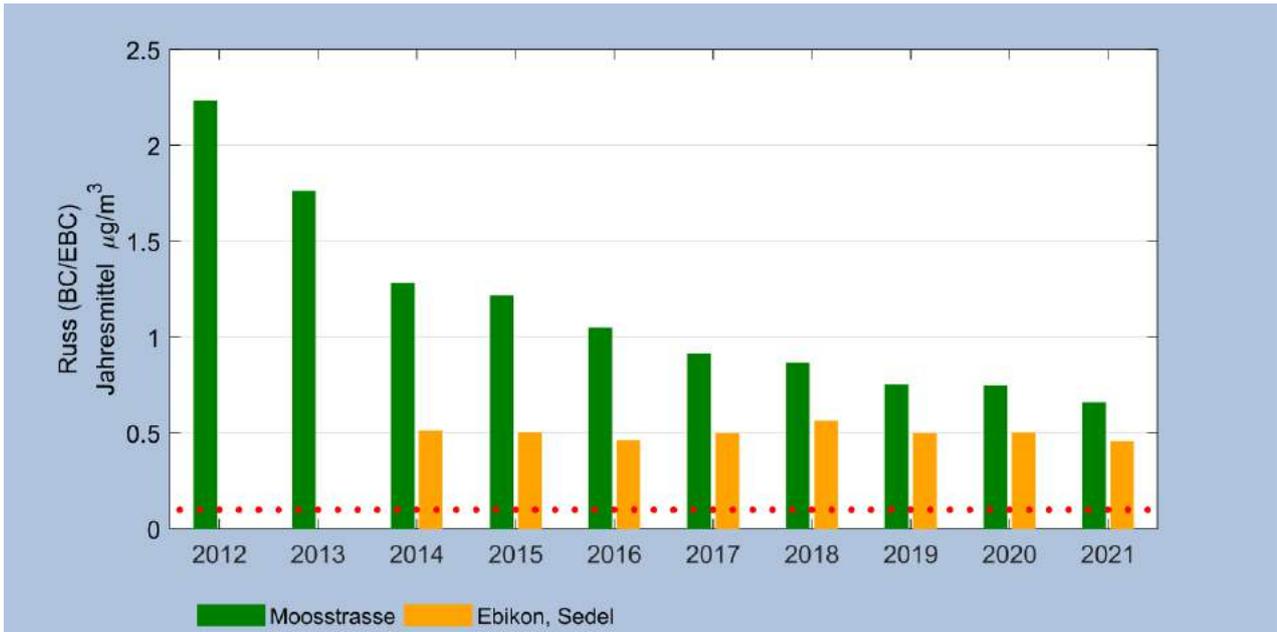
Grafik 6: Anzahl Tage mit Tagesmittelwerten der Feinstaubbelastung (PM10) über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) für die Standorte Ebikon, Sedel sowie Moosstrasse und zentraler Bahnhofplatz von 2011 bis 2020.

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



Grafik 7: Jahresmittelwerte der Feinstaubbelastung (PM2.5) für den Standort Moosstrasse. Die Messungen finden erst seit 2019 statt.

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

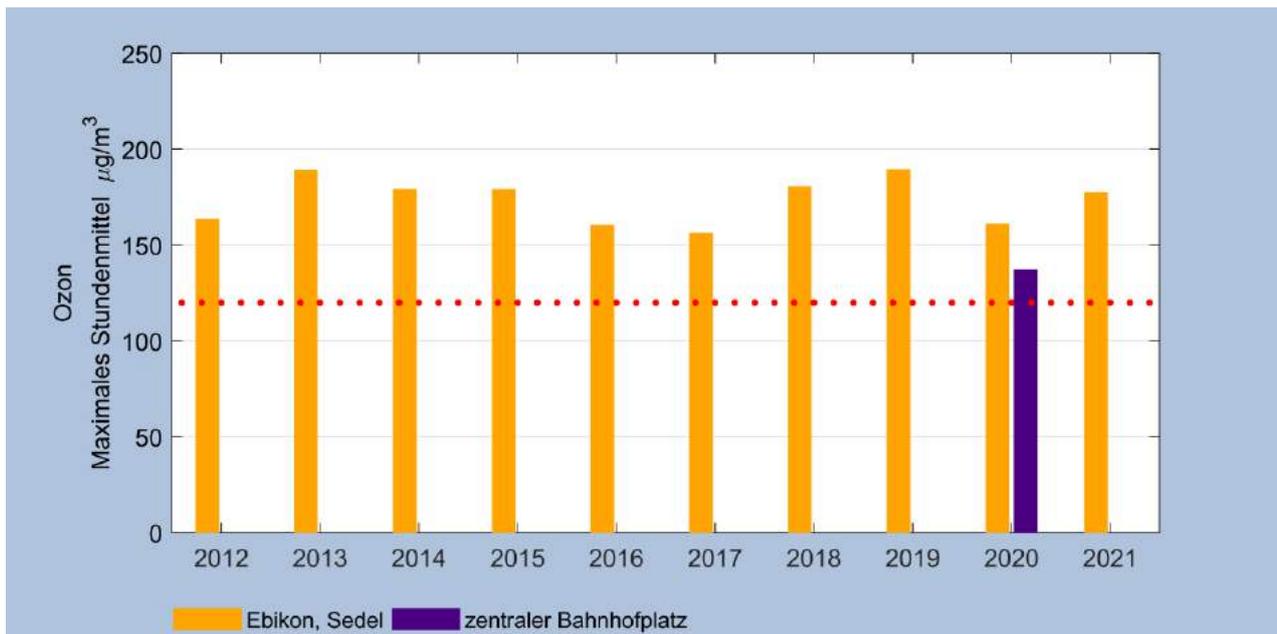


Grafik 8: Jahresmittelwerte der Russbelastung (BC/EBC) für die Standorte Moosstrasse und Ebikon, Sedel. Die Messungen am Standort Moosstrasse finden seit 2012 statt, am Standort Ebikon, Sedel seit 2014.

••••• Schutzziel Eidgenössische Kommission für Lufthygiene

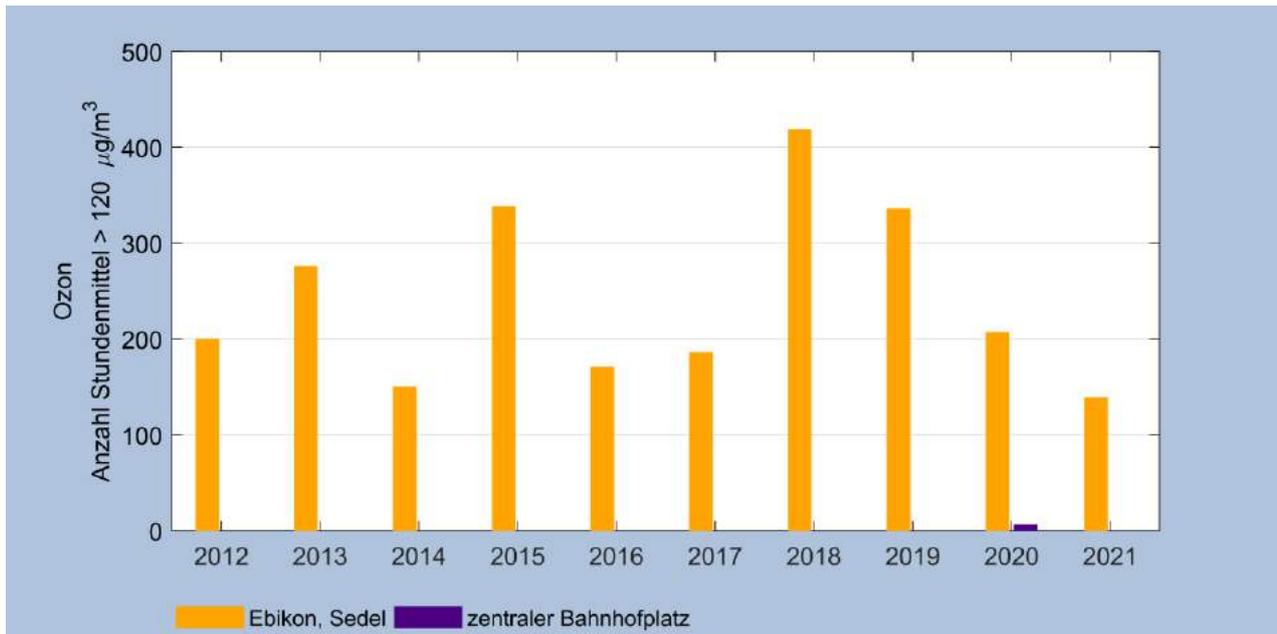


Grafik 9: Jahresmittelwerte der Ozonbelastung (O₃) für die Standorte Ebikon, Sedel sowie Moosstrasse und zentraler Bahnhofplatz von 2011 bis 2020.

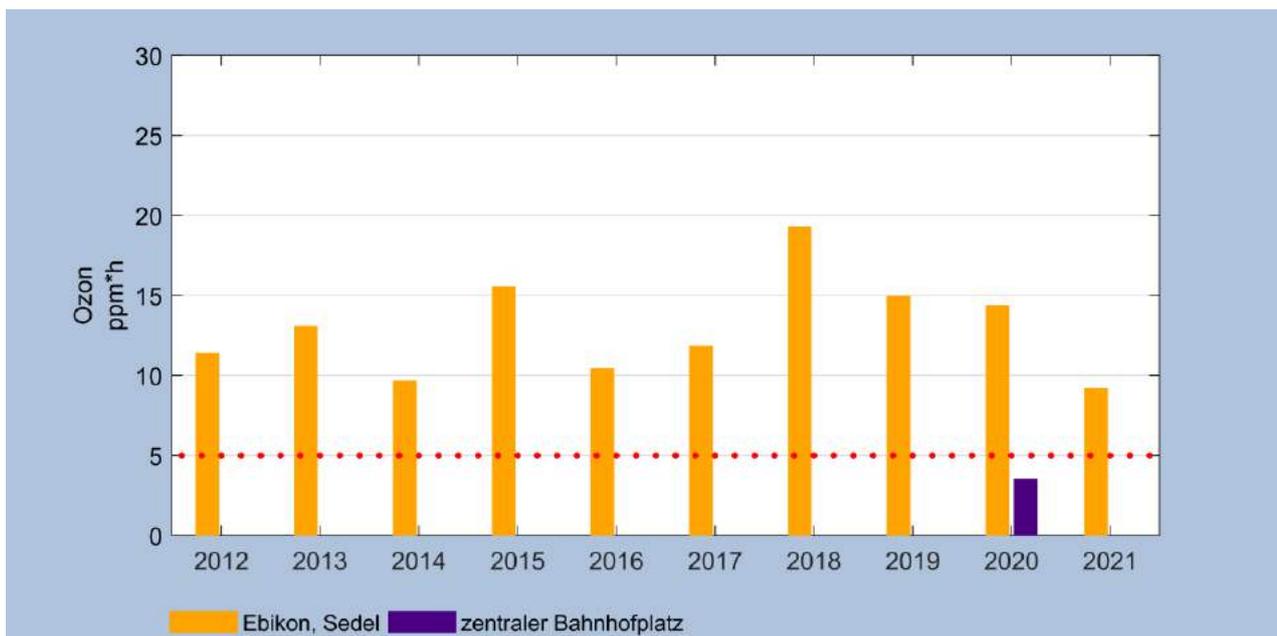


Grafik 10: Maximale Stundenmittelwerte der Ozonbelastung (O₃) für die Standorte Ebikon, Sedel sowie Moosstrasse und zentraler Bahnhofplatz von 2011 bis 2020.

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung



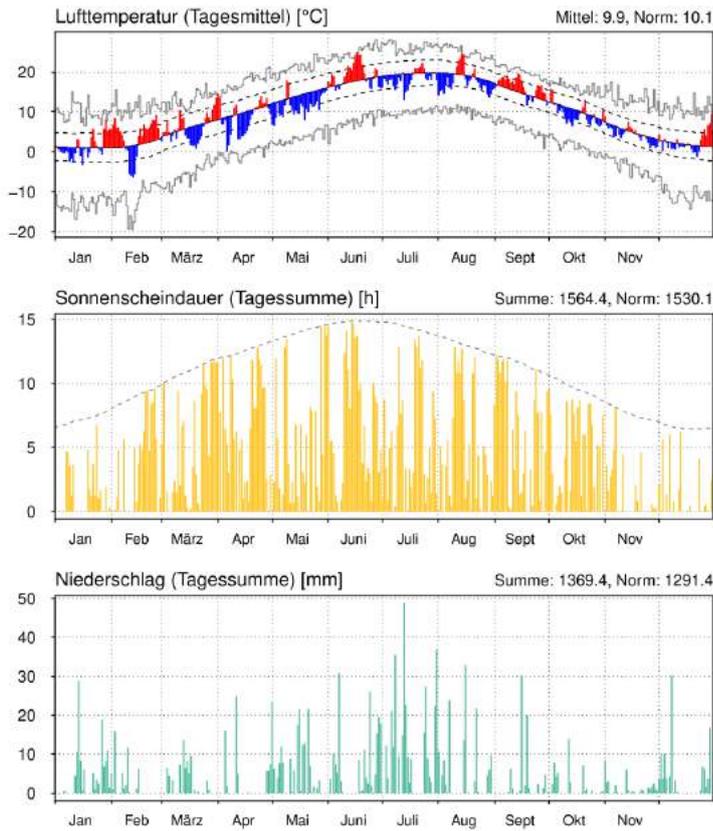
Grafik 11: Anzahl Stundenmittelwerte der Ozonbelastung (O₃) über dem Grenzwert der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (120 µg/m³) für die Standorte Ebikon, Sedel sowie Moosstrasse und zentraler Bahnhofplatz von 2011 bis 2020. Maximal zulässig ist 1 Stunde.



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 Ebikon, Sedel sowie zentraler Bahnhofplatz von 2012 bis 2021.

••••• Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

Anhang



Grafik 14: Lufttemperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag vom 01.01.2021 bis 31.12.2021 an der Messstation Luzern. Die angegebenen Normwerte entsprechen der Periode 1981-2010. Quelle: MeteoSchweiz.

	Sedel PM10 d1	LuzernMoos PM10 d1	
25.02.2021 00:00	73.27	79.48	Saharastaub
24.02.2021 00:00	68.25	75.07	
26.02.2021 00:00	55.47	59.05	
11.01.2021 00:00	50.91	26.92	
23.02.2021 00:00	41.91	50.74	
08.04.2021 00:00	36.34	9.71	
15.08.2021 00:00	31.19	35.28	
01.03.2021 00:00	29.89	36.15	
20.06.2021 00:00	27.92	32.54	
09.03.2021 00:00	27.89	33.02	
02.03.2021 00:00	27.65	32.23	
11.11.2021 00:00	27.63	33.84	
04.03.2021 00:00	26.64	30.70	
14.08.2021 00:00	26.01	28.82	
03.03.2021 00:00	25.62	28.86	
02.04.2021 00:00	25.36	29.12	
11.02.2021 00:00	24.88	26.70	

Grafik 15: PM10-Tageswerte der Stationen Ebikon, Sedel und Moosstrasse in absteigender Grössenordnung (Referenz: Sedel). An den gelb markierten Tagen wurden grosse Mengen an Saharastaub in die Schweiz verfrachtet, was die Messwerte beeinflusste.

8.2 BAFU-Stationsblätter

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort **Jahr**

Messinstanz Höhe m über Meer

Kontaktperson/Teil. Nord in m m von Strasse

Umrechnung von ppb in µg/m³ bei °C / hPa Ost in m m von Strasse

Zonentyp Städtisch Vorstädtisch Ländlich Hochgebirge

Stationstyp Industrie Verkehr Hintergrund

Bebauung keine offen einseitig offen geschlossen

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

Meteoparam. Ja Nein

95%-Wert der Jahresmittel 1/2h-Mittel Tagesmittel Tag 95%

	Einheit	Jahresmittel	maximales Tagesmittel	Immissionsgrenzwerte		Messgerät / Messmethode
				Jahr	Tag	
SO ₂	µg/m ³			30	100	
NO ₂	µg/m ³	29.04	57.59	30	80	horibaAPNA370 / chemi
NO _x	ppb	27.61	68.52	30	80	horibaAPNA370 / chemi
CO	mg/m ³				8	
TSP	µg/m ³					
PM10	µg/m ³	14.89	79.48	20	50	FIDAS200 / light-scat
PM2.5	µg/m ³	9.75	28.48			FIDAS200 / light-scat
PM1	µg/m ³					
Partikelanzahl	1/cm ³					
EC / Russ	µg/m ³	0.68	2.24			AE33 / light-abs
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					
NMVOG	µg CH ₂ /m ³					
Ammoniak	µg/m ³					
Ozon	Messgerät					
Jahresmittel	höchster	maximales	Anzahl Monate mit	Anzahl	Stunden (h) und Tage (d) mit	Dosis
Einheit	98%-Wert	Stundenmittel	98%-Wert > 100 µg/m ³	1h-Mittel	> 120 µg/m ³	AOT40f
µg/m ³					> 180 µg/m ³	in ppm·h
					h d	h d

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort **Ebikon-Sedel** Jahr **2021**

Messinstanz **Amt für Umwelt, St. Antonistr. 4, 6061 / Samen/OW** Höhe **484**
m über Meer

Kontaktperson/Teil **Marco Dusi / 041 666 63 02** Nord in m **1213325**
m von Strasse

Umrechnung von ppb in µg/m³ bei **20** Ost in m **2665480**
m von Strasse

1013 °C / hPa Probenahme **250**

Zonentyp Städtisch Industrie Vorstädtisch Verkehr Ländlich Hintergrund Hochgebirge

Stationstyp Industrie Verkehr Hintergrund

Bebauung keine offen einseitig offen geschlossen

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

Meteoparam. Ja Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte		Messgerät / Messmethode
					Jahr	Tag	
SO ₂	µg/m ³				30	100	
NO ₂	µg/m ³	15.37	40.47	51.56	30	80	thermo42i / chemi
NO _x	ppb	11.44	36.39	59.23			thermo42i / chemi
CO	mg/m ³				8		
TSP	µg/m ³						
PM10	µg/m ³	12.7		73.27	20	50	FIDAS200 / light-scat
PM2.5	µg/m ³						
PM1	µg/m ³						
Partikelanzahl	1/cm ³						
EC / Russ	µg/m ³	0.44		1.68			
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 CH ₄ /m ³						
NM VOC	µg/m ³						
Ammoniak	µg/m ³						AE33 / light-abs

Ozon	Messgerät	ML9810 / UV-P		Anzahl
		höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	
Jahresmittel		48.38	177.48	
Einheit		µg/m ³	µg/m ³	1h-Mittel
		6	8759	

Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m ³	Anzahl		Dosis AOT40f in ppm·h
	h	d	
> 180 µg/m ³	0	0	9.16
> 240 µg/m ³	0	0	

8.3 Klimabulletin Jahr 2021, MeteoSchweiz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz

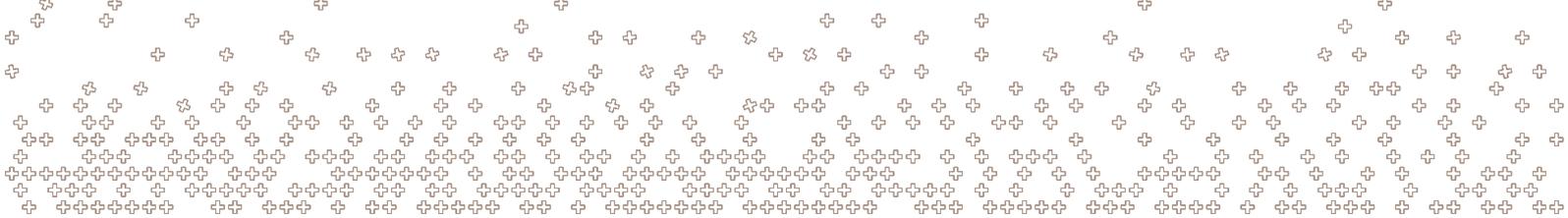
MeteoSchweiz



Klimabulletin Jahr 2021

—

Im Jahr 2021 waren in der Schweiz für einmal nicht hohe Temperaturen, sondern der viele Niederschlag das bestimmende Wetterelement. Nach einem milden und niederschlagsreichen Winter mit lokal grossen Schneefällen folgte ein kalter Frühling mit nassem Ende. Der Sommer war nördlich der Alpen einer der nassesten seit Messbeginn. Die anhaltend grossen Regenmengen liessen gegen Julimitte mehrere Flüsse und Seen über die Ufer treten. Im Gegensatz zum nassen Sommer zeigte sich der Herbst verbreitet niederschlagsarm und sonnig.



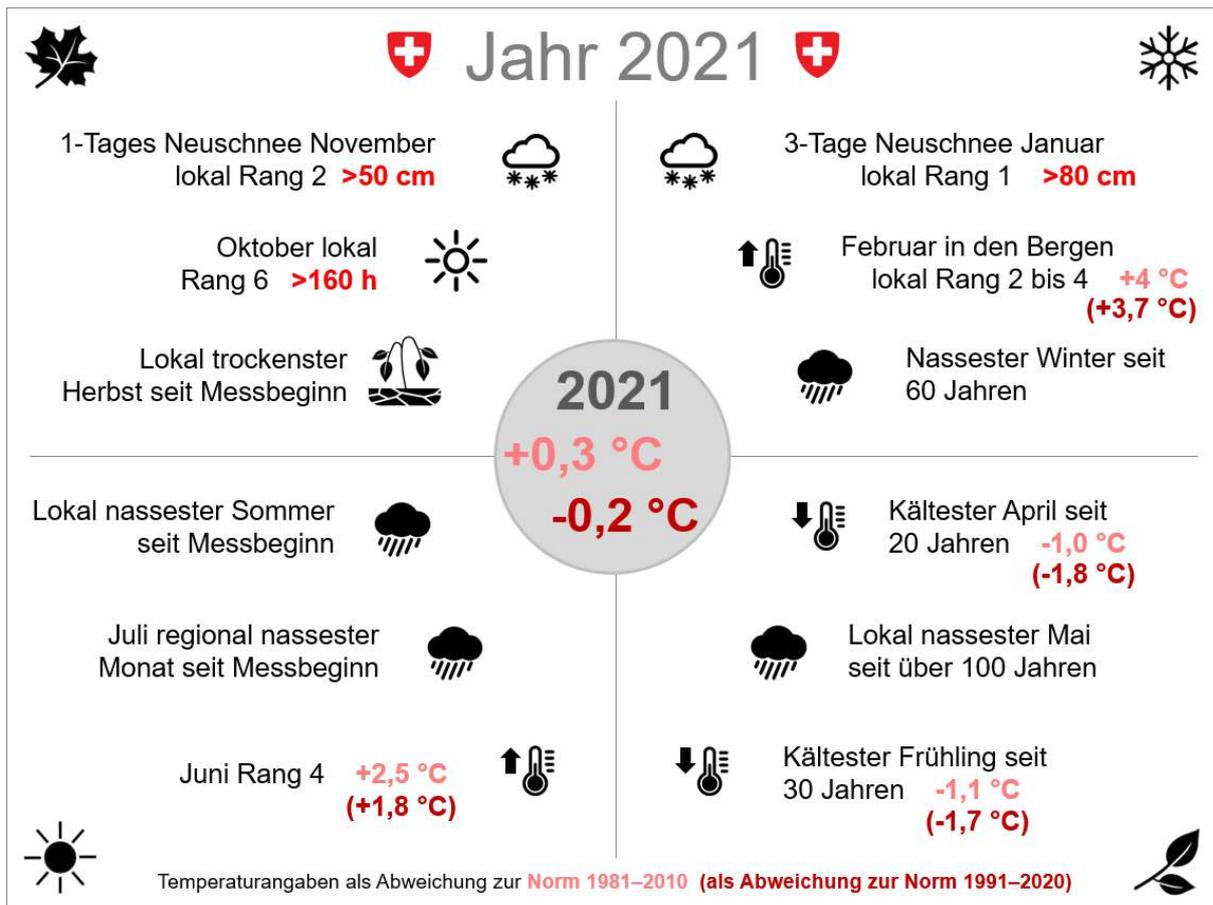


Abb. 1: Spezielle Ereignisse rund um das Jahr 2021. Die Temperaturangaben sind sowohl als Abweichung zur bisherigen Norm 1981–2010 (hellrot) als auch zur Norm 1991–2020 (dunkelrot) aufgeführt. Die Norm 1991–2020 wird ab 2022 standardmässig verwendet.

Jahrestemperatur im Vergleich

Die Jahrestemperatur 2021 lag im landesweiten Mittel 0,3 °C über der Norm 1981–2010 und belegte Rang 21 seit Messbeginn. Im Vergleich zur Norm 1991–2020, die ab 2022 verwendet wird, blieb die Jahrestemperatur leicht unterdurchschnittlich. Zwischen den beiden Normperioden liegt eine Erwärmung von 0,5 °C. Seit der vorindustriellen Norm 1871–1900 ist die Jahres-temperatur in der Schweiz um rund 2 °C angestiegen.

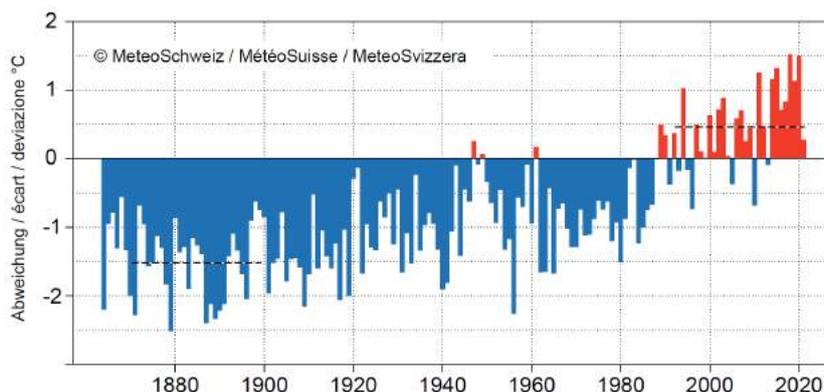


Abb. 2: Landesweit gemittelte Jahrestemperatur (Januar bis Dezember) seit Messbeginn 1864 als Abweichung zur Norm 1981–2010 (rot über, blau unter der Norm). Die schwarzen unterbrochenen Linien zeigen die 30-jährigen Mittel 1871–1900 (vorindustriell) und 1991–2020. Das Jahr 2021 belegte Rang 21.

Winter mit sehr mildem Ende

Die Wintertemperatur Dezember 2020 bis Februar 2021 lag im landesweiten Mittel 0,9 °C über der Norm 1981–2010. Lokal wurde einer der zehn **mildesten** Winter seit Messbeginn 1864 verzeichnet. Dazu beigetragen hat vor allem der sehr milde Februar.

Der Dezember war im landesweiten Mittel 0,5 °C milder als die Norm 1981–2010. In Berglagen blieben die Dezemberwerte regional bis 1 °C unter der Norm. Auch der Januar zeigte sich in den Berglagen oberhalb von 1000 m kalt mit Werten bis 2 °C unter der Norm 1981–2010. Nördlich der Alpen stieg die Januartemperatur hingegen gebietsweise über die Norm.

Mit einem landesweiten Mittel von 3,1 °C über der Norm registrierte die Schweiz einen der zehn mildesten Februarmonate seit Messbeginn 1864. Viele Tage mit weit überdurchschnittlicher Temperatur standen einer kurzen Kältewelle gegenüber. In den Bergen wurde lokal der zweit- oder viertmildeste Februar seit Messbeginn registriert. Auch die Alpensüdseite und das Wallis meldeten lokal den viertmildesten Februar seit Messbeginn.

Temperaturrekorde im Februar

Im letzten Februardrittel gab es auf der Alpennordseite mit viel Sonnenschein rekordhohe Tageshöchsttemperaturen. In Vaduz brachte der neue Rekord von 21,9 °C am 21. Februar 2021 schon fast frühlommerliche Verhältnisse.

Niederschlagsreicher Winter

Die niederschlagsreichen und gebietsweise auch schneereichen Monate Dezember und Januar sorgten verbreitet für überdurchschnittliche Winterniederschläge. Lokal war es einer der niederschlagsreichsten Winter seit Messbeginn. Im Dezember erreichten die Niederschlagssummen im Val Müstair und im Val Poschiavo neue Monatsrekorde. In den Alpen gab es kräftige Neuschneefälle, auf der Alpensüdseite auch bis in tiefe Lagen. **Der Januar zeigte sich an vielen Messstandorten als niederschlagsreichster seit mindestens 60 Jahren. Im milden Februar blieben die Niederschlagsmengen verbreitet unter dem Durchschnitt. Einzig der Süden erhielt überdurchschnittliche Mengen. In der milden Luft fiel der Niederschlag aber oft bis in grössere Höhen als Regen.**

Lokal Rekordschneefälle

Im niederschlagsreichen Januar fiel auf der Alpennordseite häufig Schnee bis in tiefen Lagen. Die Ostschweiz erlebte Mitte Januar einen der kräftigsten Neuschneefälle seit Messbeginn. In Chur fiel mit 82 cm die höchste 3-Tages Neuschneesumme in der weit über 100-jährigen Messreihe.

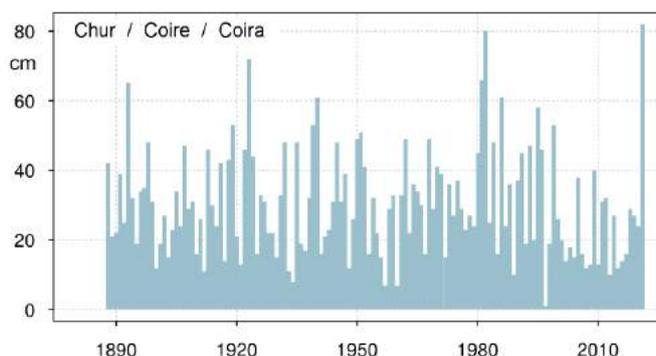


Abb. 3:
Jährlich höchste 3-Tages Neuschneesumme am Messstandort Chur 1888–2021.

Sonnenarmer Winter Süden

Als Folge der häufigen Niederschläge verlief der Winter auf der Alpensüdseite ausgesprochen trüb. In Locarno-Monti belegt die winterliche Sonnenarmut mit 75 % der Norm 1981–2010 Rang 3, in Lugano mit 77 % der Norm Rang 4 in den rund 60-jährigen homogenen Messreihen. Sonnenarm zeigte sich der Winter auch in Gipfellagen, im Zentralwallis und im Jura. In den übrigen Gebieten erreichten die Werte meist 80 bis 100 % der Norm.

Saharastaub

In zwei Schüben wurde im Februar Saharastaub zur Schweiz verfrachtet, der insbesondere während des ersten Ereignisses am 6. Februar verbreitet zu einer massiven Trübung der Atmosphäre führte. Auch während des zweiten Schubes vom 22. bis am 25. Februar war die Trübung der Atmosphäre gut sichtbar, jedoch deutlich geringer als während des ersten Ereignisses.

Kalter Frühling mit nassem Ende

Die Schweiz erlebte den kältesten Frühling seit über 30 Jahren mit einem landesweiten Mittel von 1,1 °C unter der Norm 1981–2010. Nach einem leicht überdurchschnittlichen März kam die Kälte in den Monaten April und Mai. Der April war landesweit der kälteste der letzten 20 Jahre, im Oberengadin sogar der kälteste seit über 30 Jahren. Die Maitemperatur blieb landesweit gemittelt 2,3 °C unter der Norm 1981–2010. In den letzten 30 Jahren zeigten sich nur die Maimonate 2019 und 2013 ebenso kühl.

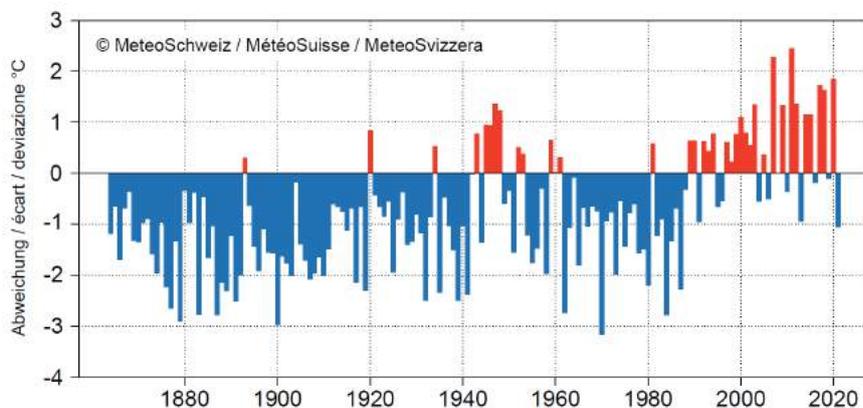


Abb. 4:
Die Frühlingstemperatur in der Schweiz seit Messbeginn 1864 als Abweichung zur Norm 1981–2010 (rot über, blau unter der Norm).

Nach den zwei niederschlagsarmen Monaten März und April erhielten im Mai die meisten Gebiete der Schweiz, mit Ausnahme der Alpensüdseite, reichlich Niederschlag. Lokal stiegen die Maisummen bis auf 250 % der Norm. Das war der Beginn einer dreimonatigen ungewöhnlich niederschlagsreichen Periode.

Nasser Sommer

Nördlich der Alpen war der Sommer 2021 mit lokal über 160 % der Norm 1981–2010 einer der nassesten in den langjährigen Aufzeichnungen. Bern registrierte mit 162 % der Norm den drittnassesten Sommer seit Messbeginn 1864. Aus den Alpen meldete Göschenen mit 191 % der Norm den deutlich nassesten Sommer seit Messbeginn 1883. Letztmals ähnlich nass war hier der Unwettersommer 1987 mit rund 180 % der Norm.

Auf der Alpensüdseite erreichten die sommerlichen Niederschlagssummen vor allem im nordwestlichen Tessin hohe Werte. Airolo registrierte rund 170 % der Norm, Rang 8 in der Messreihe ab 1884. In den übrigen Gebieten der Alpensüdseite blieben die Niederschlagsmengen mit 100 bis 140 % der Norm 1981–2010 eher moderat.

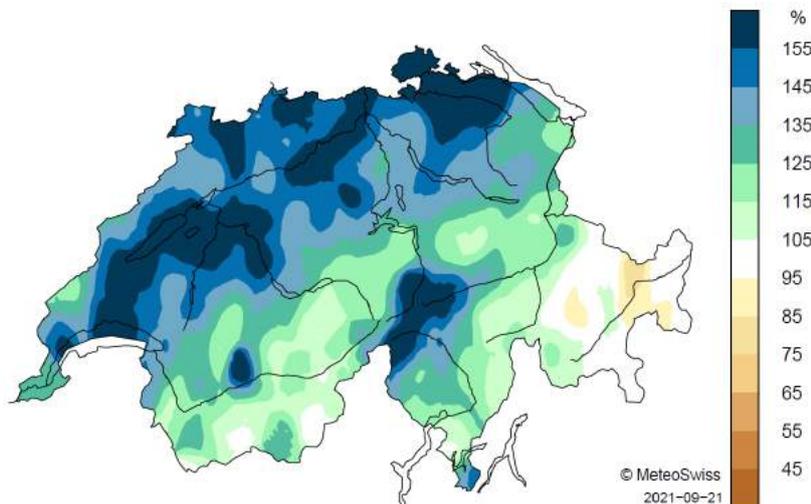


Abb. 5:
Räumliche Verteilung der Niederschlagssummen im Sommer 2021, dargestellt in % der Norm 1981–2010.

Überschwemmungen

Auf der Alpennordseite brachte der Sommer nach einem regenreichen Mai gebietsweise den nassesten Juni und den nassesten Juli seit Messbeginn. Der Juli war zudem an mehreren Messstandorten mit langjährigen Aufzeichnungen der nasseste Monat überhaupt seit Messbeginn. Die anhaltend grossen Regenmengen führten gegen Julimitte nördlich der Alpen an mehreren Flüssen und Seen zu Hochwasser und Überschwemmungen.

Massive Hagelschläge

Nördlich der Alpen zogen insbesondere im Juni mehrere verheerende Hagelunwetter über die Schweiz. Die Korngrössen erreichten gebietsweise 6 bis 7 cm oder mehr, was sehr selten ist. Der Hagel hinterliess zerschlagene Glashäuser, Dachziegel, Ernten und Gärten. Zudem trugen durch Hagel und heruntergeschlagenes Blattwerk verstopfte Abflüsse zu Überschwemmungen bei.

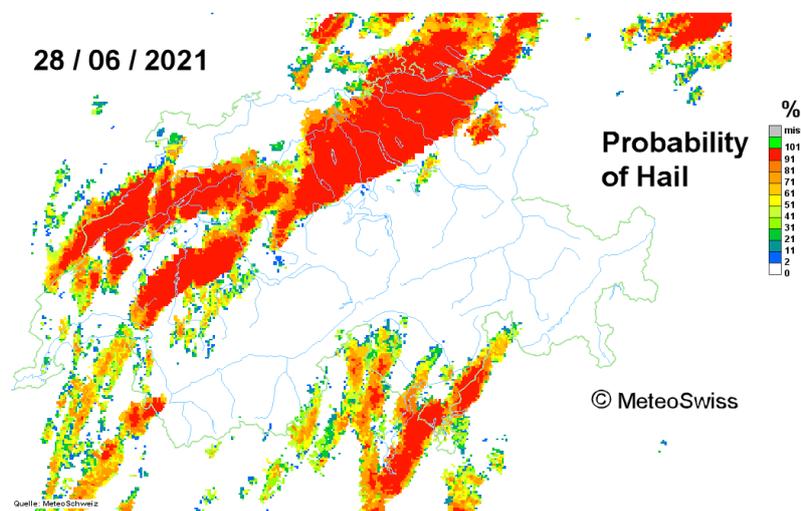


Abb. 6:
Die Hagelschneise vom 28. Juni 2021. Rot bedeutet eine Hagelwahrscheinlichkeit von über 90 %. Es war mit 9000 km² flächenmässig das zweitgrösste Schweizer Hagelereignis seit Beginn der Datenreihe 2002.

Auf der Alpensüdseite richtete der Hagel vor allem im Juli grosse Schäden in der Landwirtschaft an. Regional gab es bei den Reben und beim Gemüse Totalverluste. Die Hagelkörner waren 4 bis 5 cm gross. Solche Korngrössen treten hier im Durchschnitt nur alle 10 bis 20 Jahre auf.

Lokal wenige Hitzetage

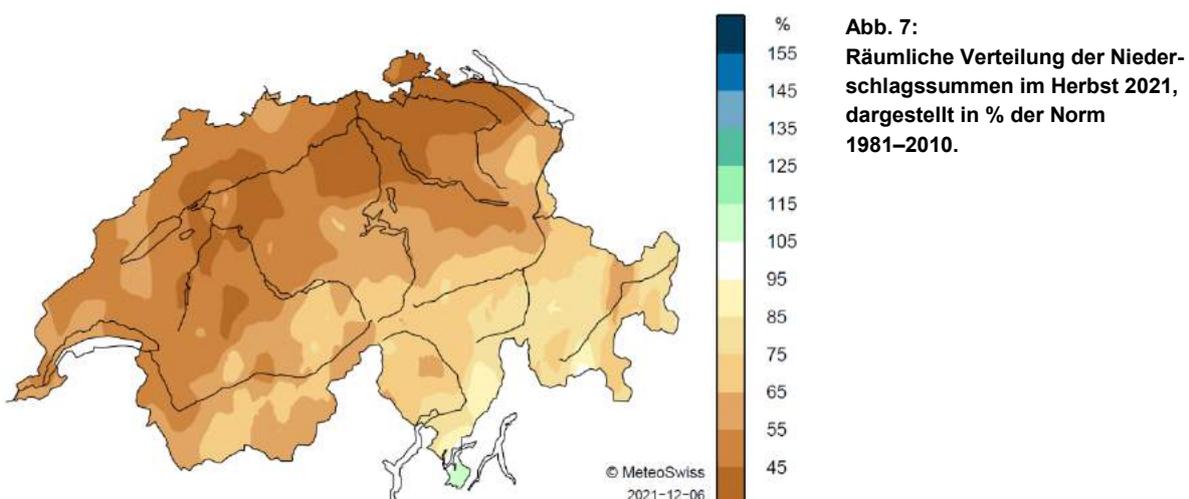
Im Sommer 2021 erreichte die Temperatur im landesweiten Mittel 13,8 °C. Das liegt 0,5 °C über der Norm 1981–2010 und im Bereich des Durchschnitts der letzten 30 Jahre. Zur Sommerwärme hat vor allem der schweizweit viertwärmste Juni beigetragen. Die Juli- und Augusttemperatur blieben unter der Norm 1981–2010.

Die Zahl der Hitzetage mit Tageshöchstwerten von 30 °C und mehr blieb in der Schweiz im Sommer 2021 verbreitet unter 10. In Genf gab es in den drei Sommermonaten Juni bis August 8 Hitzetage bei einer Norm von 15. Neuchâtel registrierte nur gerade einen Hitzetag, die Norm 1981–2010 liegt bei 7. Auf der Alpensüdseite waren es meist zwischen 10 und 15, in Biasca knapp 20 Hitzetage. Die Norm 1981–2010 liegt hier zwischen 8 und 11 Hitzetagen.

Die sehr warmen Sommer 2015, 2017, 2018 und 2019 lieferten in einigen Gebieten der Schweiz zwischen 20 und über 30 Hitzetage. Vereinzelt waren es sogar um 40 Hitzetage. Ganz extrem war der Sommer 2003 mit 50 bis knapp 70 Hitzetagen auf der Alpensüdseite sowie gebietsweise 40 bis 50 Hitzetagen auf der Alpennordseite und im Wallis.

Wenig Niederschlag im Herbst

Der Herbst zeigte sich in der Schweiz in allen drei Monaten September bis November verbreitet niederschlagsarm. Nördlich der Alpen wurde regional einer der niederschlagsärmsten Herbste seit Messbeginn 1864 verzeichnet. In Zürich war es mit 31 % der Norm 1981–2010 der niederschlagsärmste Herbst seit Messbeginn 1864. In Bern lag die herbstliche Niederschlagsarmut auf Rang 2 in der ab 1864 verfügbaren Messreihe. Die Niederschlagssumme erreichte 37 % der Norm.



Viel Sonnenschein

Dank der sonnigen Monate September und Oktober erlebte die Schweiz einen insgesamt sonnigen Herbst mit leicht überdurchschnittlicher Temperatur. Lokal war es einer der sonnigsten Herbste der letzten 60 Jahre. Bern registrierte den viertsonnigsten, Basel, Neuchâtel, Zürich und Luzern den sechstsonnigsten Herbst seit 1961.

Überdurchschnittlich viel Sonnenschein gab es im September und Oktober vor allem auf der Alpennordseite. Gebietsweise wurde einer der sonnigsten September der letzten 60 Jahre registriert. Genf verzeichnete den sechstsonnigsten Oktober seit Messbeginn 1897.

Im November hingegen blieb die Sonnenscheindauer als Folge des häufigen Hochnebels in vielen Gebieten unter der Norm 1981–2010.

Wintereinzug

Anfang November erhielten die Ostalpen gebietsweise reichlich Schnee mit 4-Tages Neuschneesummen von 50 bis 60 cm. Die höchsten 1-Tages-Neuschneesummen erreichten um 40 cm, lokal auch über 50 cm.

Der Messstandort Segl-Maria im Oberengadin registrierte vom 3. auf den 4. November 56 cm Neuschnee. Es war die zweithöchste 1-Tages Neuschneesumme für den Monat November seit Messbeginn 1864, zusammen mit dem November 1898.

Ende November schneite es beidseits der Alpen bis in die Niederungen. Die Schneefälle bis in tiefe Lagen hielten in den ersten Dezembertagen an. Am Ende des ersten Dezemberdrittels lag in vielen Berggebieten durchschnittlich oder überdurchschnittlich viel Schnee. Deutlich überdurchschnittlich war die Schneehöhe im Jura. In den Bergen der Alpensüdseite blieb die Schneehöhe regional unterdurchschnittlich.

Mildes Jahresende

Gegen Jahresende fiel verbreitet kräftiger Regen bis in grosse Höhen. Die Schneefallgrenze lag bei milden Verhältnissen auf rund 2500 m. Am Jahresende stieg die Tageshöchsttemperatur im Norden auf knapp 16 °C, im Süden auf knapp 19 °C. Mehrere Messstandorte registrierten die höchste Dezember-Minimumtemperatur in der Periode mit homogenen Minimumwerten.

Jahresbilanz

Die Jahrestemperatur 2021 lag in vielen Gebieten der Schweiz 0,1 bis 0,5 °C über der Norm 1981–2010. Im Tessin gab es regional Werte zwischen 0,5 und 0,7 °C über der Norm. Die Engadiner Messstandorte verzeichneten eine Jahrestemperatur zwischen 0,2 °C unter und 0,2 °C über der Norm. Das landesweite Mittel lag 0,3 °C über der Norm 1981–2010. Das Jahr 2021 belegte Rang 21 seit Messbeginn 1864.

Die Jahresniederschläge 2021 erreichten verbreitet 90 bis 115 % der Norm 1981–2010. Auf der Alpensüdseite sowie in den Alpen lagen die Werte lokal zwischen 80 und 90 % der Norm.

Die Jahressumme 2021 der Sonnenscheindauer lag verbreitet zwischen 100 und 110 % der Norm 1981–2010. Im Südtessin stieg sie auf knapp 120 % der Norm. Auf den Jurahöhen blieb die Sonnenscheindauer lokal minim unter der Norm 1981–2010.

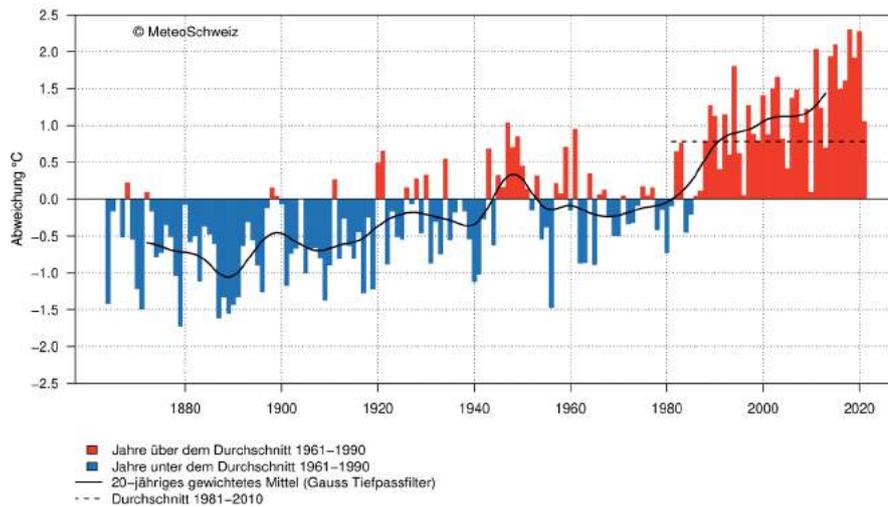
Jahreswerte an ausgewählten MeteoSchweiz-Messstationen im Vergleich zur Norm 1981–2010.

Station	Höhe m ü.M	Temperatur (°C)			Sonnenscheindauer (h)			Niederschlag (mm)		
		Mittel	Norm	Abw.	Summe	Norm	%	Summe	Norm	%
Bern	553	9.2	8.9	0.3	1862	1683	111	1137	1059	107
Zürich	556	9.6	9.4	0.2	1734	1590	109	1127	1134	99
Genève	420	10.9	10.5	0.4	1950	1780	110	867	1005	86
Basel	316	10.6	10.5	0.1	1671	1590	105	922	842	109
Engelberg	1036	6.6	6.4	0.2	1362	1350	101	1679	1559	108
Sion	482	10.3	10.2	0.1	2181	2093	104	696	603	115
Lugano	273	13.2	12.5	0.7	2296	2067	111	1444	1559	93
Samedan	1709	1.8	2.0	-0.2	1835	1733	106	647	713	91

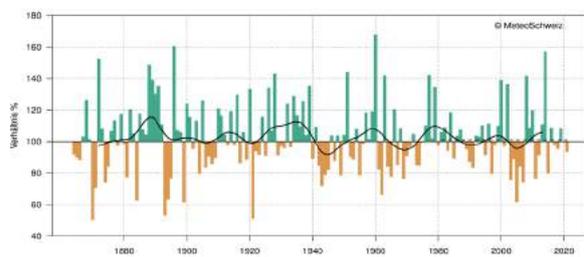
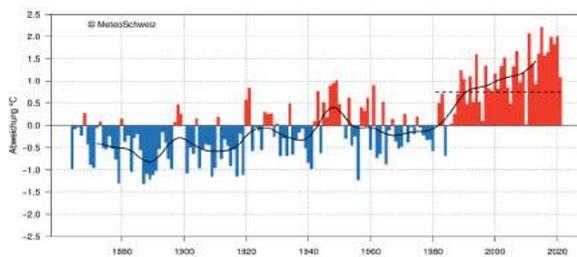
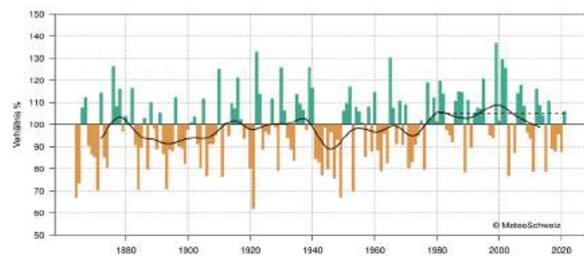
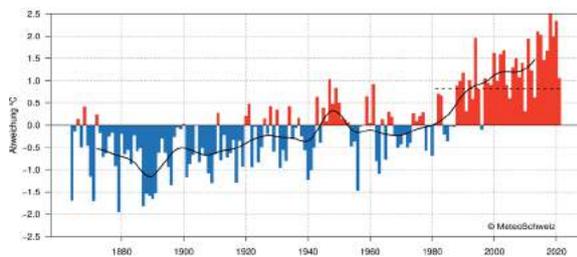
Norm Langjähriger Durchschnitt 1981–2010
Abw. Abweichung der Temperatur zur Norm
% Prozent im Verhältnis zu Norm (Norm = 100%)

Das Jahr 2021 im Vergleich zur Norm 1961–1990

Gemäss Vorgabe der Welt-Meteorologie-Organisation (WMO) verwendet MeteoSchweiz für die Darstellung der langjährigen Klimaentwicklung nach wie vor die Norm 1961–1990.



Abweichung der Jahrestemperatur in der Schweiz vom langjährigen Durchschnitt (Norm 1961–1990). Zu warme Jahrestemperaturen sind rot, zu kalte blau angegeben. Die schwarze Kurve zeigt den Temperaturverlauf gemittelt über 20 Jahre.

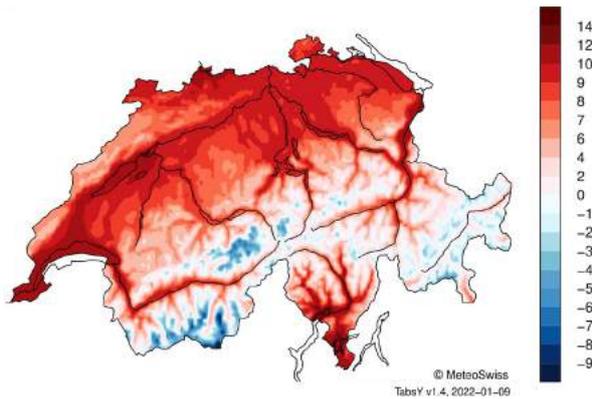


Langjähriger Verlauf der Jahrestemperatur (links) und des Jahresniederschlags (rechts) in der Nordschweiz (oben) und in der Südschweiz (unten). Dargestellt ist die jährliche Abweichung vom langjährigen Durchschnitt (Norm 1961–1990). Zu warme Jahrestemperaturen sind rot, zu kalte blau angegeben. Zu nasse Verhältnisse sind grün, zu trockene braun angegeben. Die schwarze Kurve zeigt den jeweiligen Verlauf gemittelt über 20 Jahre.

Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer im Jahr 2021

Messwerte absolut

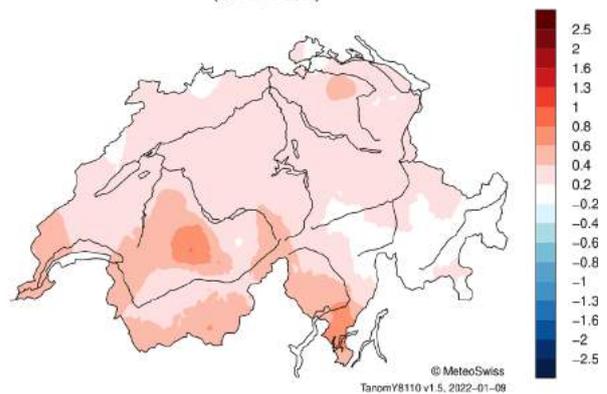
Jahresmitteltemperaturen (°C)



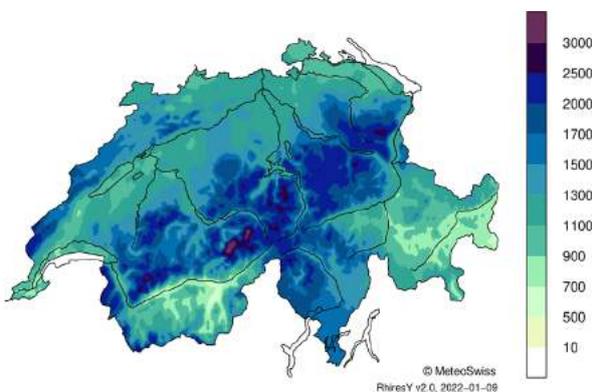
Abweichungen zur Norm

Abweichung der Jahresmitteltemperatur von der Norm

(Ref. 1981–2010)

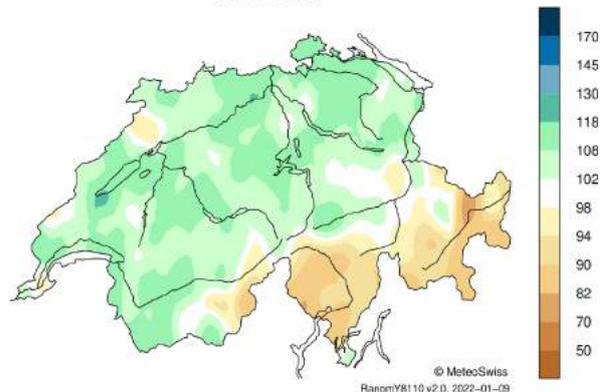


Jahres-Niederschlagssumme (mm)

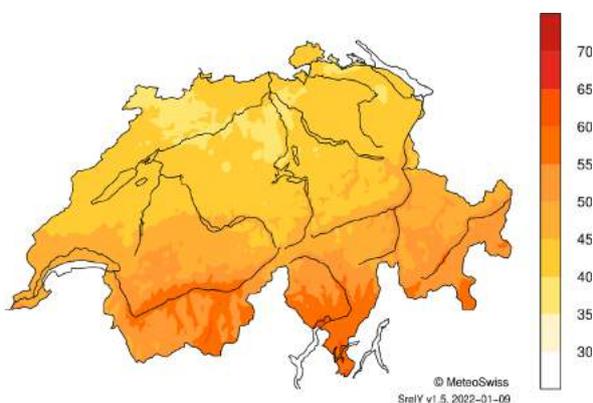


Jahres-Niederschlagssumme in % der Norm

(Ref. 1981–2010)

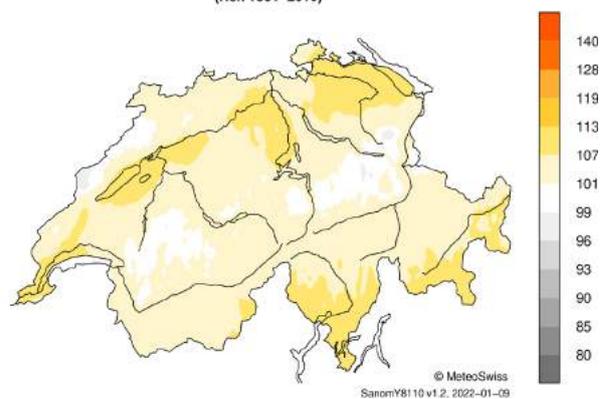


% der maximal möglichen jährlichen Sonnenscheindauer



Jährliche Sonnenscheindauer in % der Norm

(Ref. 1981–2010)

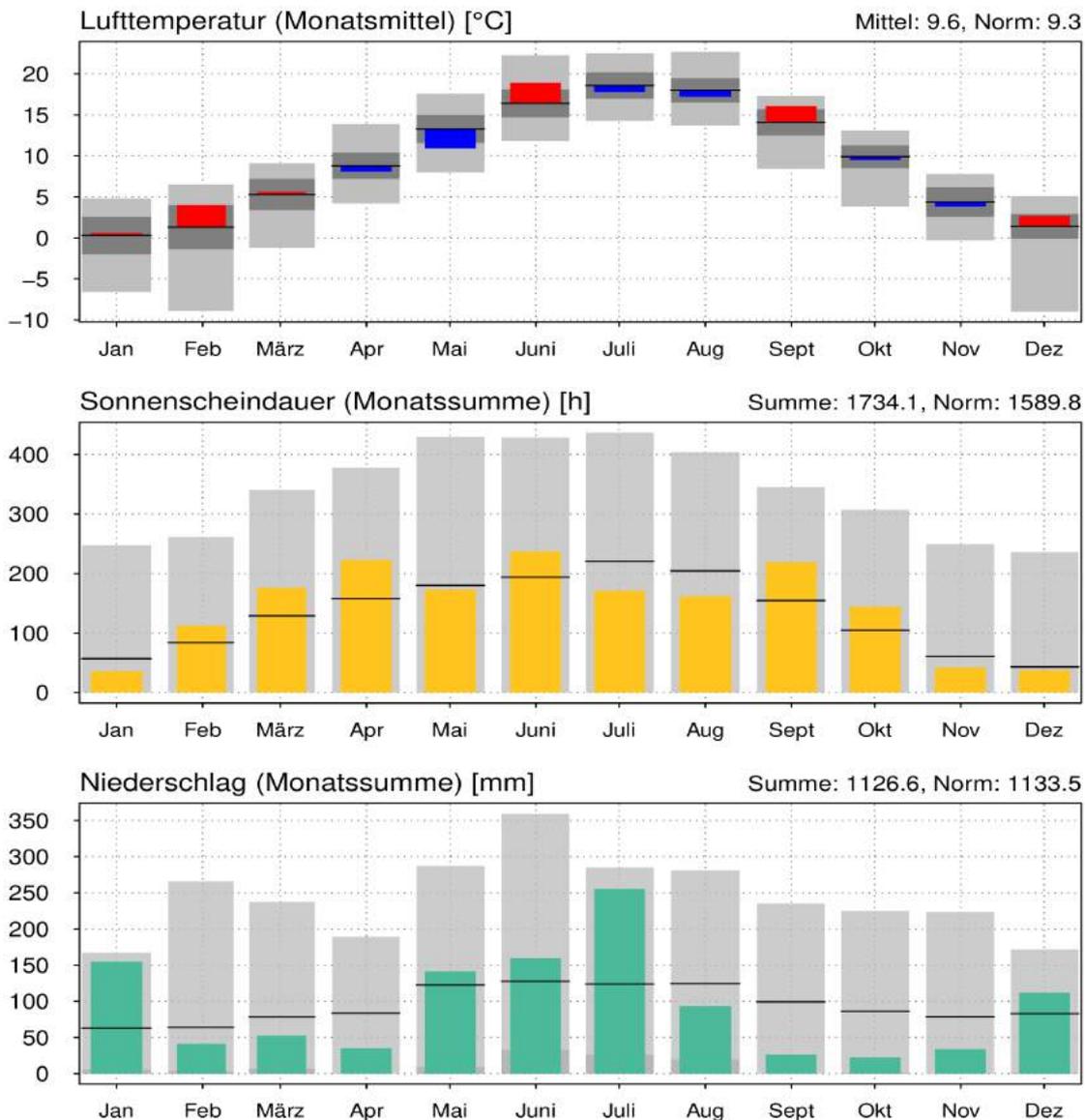


Räumliche Verteilung von Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer im Berichtsjahr. Dargestellt sind absolute Werte (links) und Abweichungen zum klimatologischen Normwert 1981–2010 (rechts).

Monatswerte im Jahr 2021 im Vergleich zur Norm 1981–2010

Zürich / Fluntern Jan 2021 – Dez 2021

556 m
47.38 N, 8.57 E

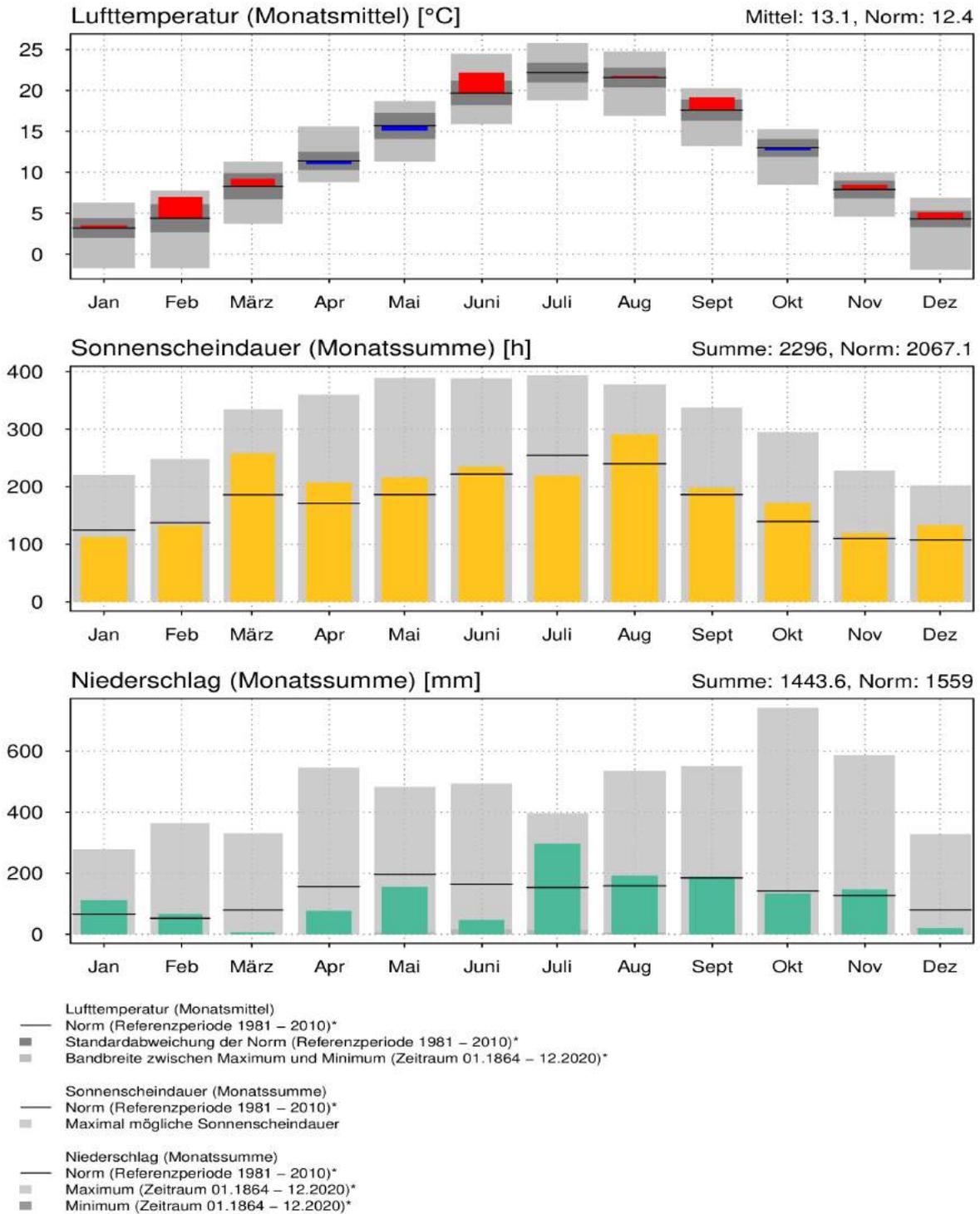


- Lufttemperatur (Monatsmittel)
 - Norm (Referenzperiode 1981 – 2010)*
 - Standardabweichung der Norm (Referenzperiode 1981 – 2010)*
 - Bandbreite zwischen Maximum und Minimum (Zeitraum 01.1864 – 12.2020)*
- Sonnenscheindauer (Monatssumme)
 - Norm (Referenzperiode 1981 – 2010)*
 - Maximal mögliche Sonnenscheindauer
- Niederschlag (Monatssumme)
 - Norm (Referenzperiode 1981 – 2010)*
 - Maximum (Zeitraum 01.1864 – 12.2020)*
 - Minimum (Zeitraum 01.1864 – 12.2020)*

* Datengrundlage: homogenisierte Beobachtungen im angegebenen Zeitraum

Lugano Jan 2021 – Dez 2021

273 m
46 N, 8.96 E



* Datengrundlage: homogenisierte Beobachtungen im angegebenen Zeitraum
© MeteoSchweiz

Alle weiteren Jahresverlaufdiagramme des Schweizer Klimanetzwerkes sind verfügbar unter:

<https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/jahresverlauf-an-stationen.html>

MeteoSchweiz, 13. Januar 2022

Das Klimabulletin darf unter Quellenangabe „MeteoSchweiz“ ohne Einschränkungen weiterverwendet werden.

<https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klima-der-schweiz/monats-und-jahresueckblick.html>

Zitierung

MeteoSchweiz 2022: Klimabulletin Jahr 2021. Zürich

Titelbild

Wunderbarer Föhnwindtag im Frühling 2021 am oberen Zürichsee. Foto: Stephan Bader.

MeteoSchweiz
Operation Center 1
CH-8058 Zürich-Flughafen

T +41 58 460 91 11
www.meteoschweiz.ch

MeteoSvizzera
Via ai Monti 146
CH-6605 Locarno Monti

T +41 58 460 92 22
www.meteosvizzera.ch

MétéoSuisse
7bis, av. de la Paix
CH-1211 Genève 2

T +41 58 460 98 88
www.meteosuisse.ch

MétéoSuisse
Chemin de l'Aérogologie
CH-1530 Payerne

T +41 58 460 94 44
www.meteosuisse.ch