

Die Luftqualität in der Stadt Luzern 2022



Inhalt

1	Einleitung	3
2	Messstandorte	4
3	Wetter-Charakteristik 2022	5
4	Messresultate 2022	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)	12
6	Diskussion der Messergebnisse	14
7	Glossar	18
8	Anhang	19
8.1	Grafiken	19

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

Titelbild: Blick vom Gütsch auf die Stadt Luzern und den Vierwaldstättersee (Fotograf: Peter Schmidli).

Luzern, Mai 2023

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.

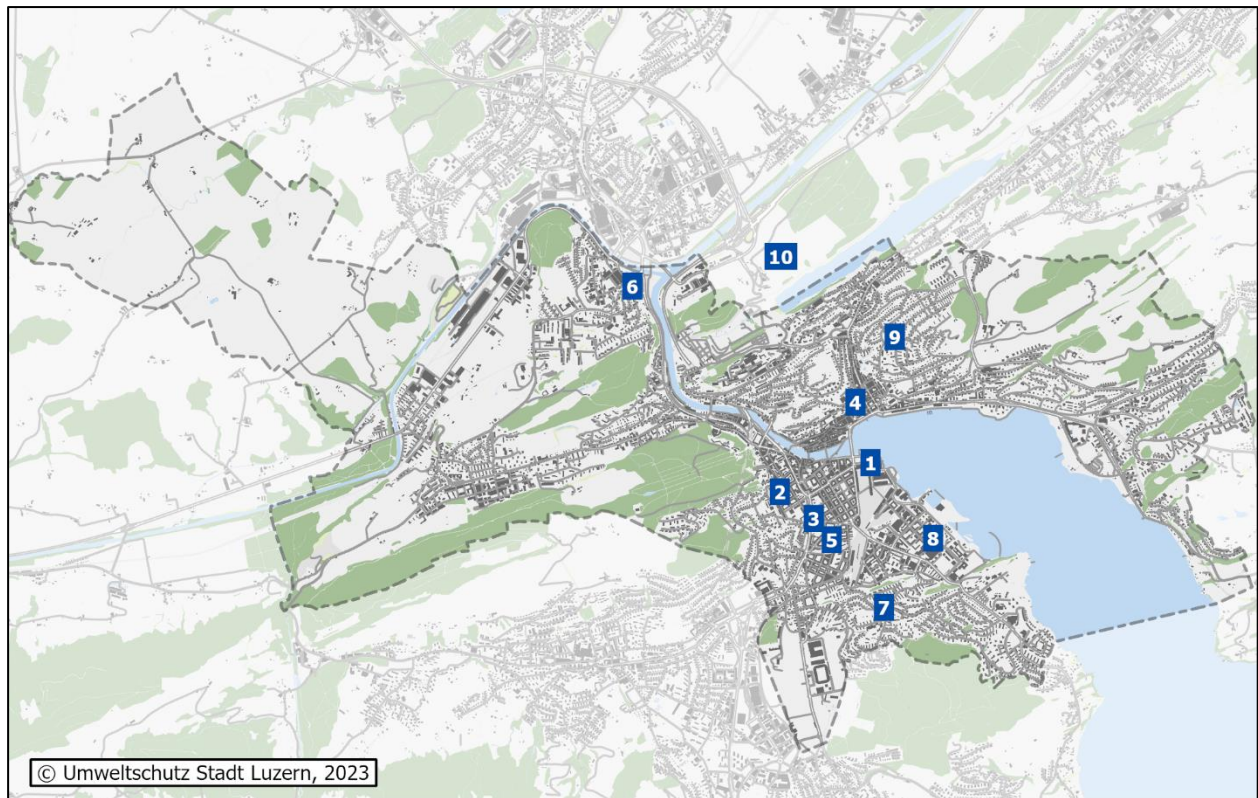
Die Messverfahren und die Interpretation der Ergebnisse stützen sich auf das schweizerische Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983 und die am 16. Dezember 1985 vom Bundesrat erlassene Luftreinhalte-Verordnung (LRV). Mit dem Ziel, Menschen, Tiere, Pflanzen, deren Lebensgemeinschaften und Lebensräume, sowie den Boden vor schädlichen und 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 die Stimmbevölkerung am 25. September 2022 einen dritten «Aktionsplan Luft, Energie, Klima 2022» beschlossen. Insgesamt 32 Massnahmen des neuen Aktionsplans sollen bis 2030 umgesetzt werden und eine spürbare Verbesserung der Luftqualität mit sich bringen.

Chemische Formeln, Abkürzungen und Fachbegriffe werden im Glossar in Kapitel 7 erklärt.

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 2.1: Messstandorte

Grafik 2.1 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. 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 2022

Pos.	Standort	Art der Messung	NO ₂	PM10	PM2.5	O ₃	EBC
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 2022

Da das Wettergeschehen einen grossen Einfluss auf die Schadstoffbelastung hat, lohnt sich ein Blick auf den Wetterverlauf des Jahres 2022, der im Klimabulletin 2022 von MeteoSchweiz beschrieben wird.¹ Im Folgenden ist eine kurze Zusammenfassung des Wetters sowie eine klimatologische Einordnung des Jahres 2022 zu finden.

Das Jahr 2022 gilt auf nationaler Ebene mit einer gemittelten Jahrestemperatur von 7.4 °C als das wärmste Jahr seit Messbeginn im Jahr 1864 (1.6 °C über der Norm 1991-2020²). Zudem wurden an vielen Messstationen neue Sonnenscheinrekorde verzeichnet.

Ein sehr milder **Frühling** (1.4 °C über der Norm 1991-2020) war insbesondere gezeichnet von einem sehr sonnenreichen März (150-160 % der Norm 1991-2020) und einem sehr warmen Mai (+2.6 °C im Vergleich zur Norm 1991-2020). Ebenfalls fiel in diesen beiden Monaten nur sehr wenig Niederschlag. Im Zeitraum vom 15. – 18. März wurden grosse Mengen an Saharastaub in die Schweiz transportiert.³ Dieser Mineralstaub wird bei bestimmten Wettersituationen aus der Sahara nach Europa getragen und kann als eine Trübung der Atmosphäre und als Ablagerungen auf Oberflächen wahrgenommen werden.⁴

Mit einem landesweiten Mittel von 2.3 °C über der Norm von 1991-2020 war der **Sommer** 2022 der zweitwärmste Sommer seit Messbeginn im Jahr 1864, nur übertroffen vom Hitzesommer 2003. Die Station Luzern meldete den zweitsonnigsten Sommer seit Messbeginn. Eine erste Hitzeperiode setzte Mitte Juni bereits auffallend früh ein. Eine zweite Hitzeperiode erfasste die Schweiz Mitte Juli und war von aussergewöhnlicher Dauer. Die letzte Hitzeperiode des Jahres folgte Anfang August, mit Tageshöchstwerten in einigen Gebieten zwischen 35 und 37 °C. Obwohl im Juni viel Niederschlag fiel, waren die Niederschlagssummen im Sommer 2022 landesweit unterdurchschnittlich und erreichten in vielen Gebieten nur zwischen 60 und 80 % der Norm 1991 – 2020. Dies ist vor allem auf den sehr trockenen Juli zurückzuführen.

Auch der **Herbst** war aussergewöhnlich warm, gekennzeichnet durch den wärmsten Oktober seit Messbeginn im Jahr 1864 (+3.8 °C über der Norm 1990-2020). Hingegen wurden nördlich der Alpen verbreitet überdurchschnittliche Niederschlagsmengen beobachtet. Im zentralen Mittelland übertrafen sie 130 % der Norm 1991-2020.

Lokal für die SwissMetNet-Station Luzern präsentieren sich die wichtigsten Meteo-Parameter wie folgt:

	Meteo-Messungen SwissMetNet-Station Luzern 2022		
	Normwert 1991 – 2020 ²	Jahresmittel bzw. Jahressumme 2022 ⁵	Abweichung 2022 zur Norm 1991 - 2020
Temperatur [°C]	10.1	11.6	+1.5
Niederschlag [mm]	1'291	1'141	-150
Sonnenscheindauer [h]	1'530	1'986	+456

¹ MeteoSchweiz (2023). Klimabulletin Jahr 2022. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publikationen/publikationen/berichte-und-bulletins/2022/klimabulletin-jahr-2022.html>. Letzter Zugriff: 15.05.2023

² MeteoSchweiz (2023). Klimanormwerte Luzern, Normperiode 1991-2020. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publikationen/applikationen/ext/climate-climsheet.html>. Letzter Zugriff: 20.03.2023

³ Marquardt, K. März (2022, 1. April). März 2022 – definitive Monatsbilanz. <https://meteonews.ch/de/News/N10351/März-2022---definitive-Monatsbilanz>. Letzter Zugriff: 24.03.2023

⁴ MeteoSchweiz (2023). Saharastaub. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/wetter/wetter-und-klima-von-a-bis-z/saharastaub.html>. Letzter Zugriff: 24.03.2023

⁵ MeteoSchweiz (2023). Messwerte – Automatische Wetterstationen. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publikationen/applikationen/messwerte-und-messnetze.html>. Letzter Zugriff: 20.03.2023

4 Messresultate 2022

4.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

4.1.1 Monitoring-Stationen

Stickstoffdioxid (NO ₂)	Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
2022	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	23.7	37.4	0	36.8	46.4	0
Februar	17.1	33.0	0	33.7	53.2	0
März	21.9	33.8	0	39.1	54.9	0
April	12.0	21.8	0	26.6	45.5	0
Mai	9.9	16.5	0	23.8	33.8	0
Juni	8.9	12.2	0	21.9	29.1	0
Juli	8.7	14.7	0	21.6	30.7	0
August	9.7	15.3	0	23.8	39.0	0
September	10.6	19.9	0	24.9	34.7	0
Oktober	14.3	23.3	0	26.7	35.8	0
November	17.9	30.7	0	30.3	42.4	0
Dezember	20.8	40.1	0	35.5	52.5	0
Jahr	14.6	40.1	0	28.7	54.9	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-Plyfner-Strasse	Sternmatt	Bahnhofplatz	Wesemin Kloster	Neustadt Bleicherpark	Tribtschen (VBL)	Reussbühl
von	bis								
03.01.2022	31.01.2022	26.1	26.7	27.3	34.8	22.3	29.7	26.0	26.6
31.01.2022	02.03.2022	20.5	17.4	20.7	27.8	14.4	23.1	18.2	19.5
02.03.2022	28.03.2022	24.7	19.7	22.1	29.7	16.6	25.0	19.5	20.3
28.03.2022	23.04.2022	15.9	12.8	13.1	22.7	11.3	16.1	11.5	13.3
23.04.2022	30.05.2022	15.7	10.7	10.6	20.7	7.7	13.3	9.8	12.3
30.05.2022	04.07.2022	15.5	9.3	9.4	21.1	7.5	11.5	8.4	11.0
04.07.2022	18.07.2022	15.5	9.7	11.0	22.3	8.0	11.1	9.4	12.1
18.07.2022	15.08.2022	14.1	9.0	9.0	21.0	7.4	11.4	7.1	9.7
15.08.2022	12.09.2022	15.9	11.1	11.4	23.7	8.8	13.5	11.1	11.4
12.09.2022	10.10.2022	15.9	11.0	13.2	24.7	10.0	13.9	12.9	14.0
10.10.2022	07.11.2022	17.9	16.2	16.7	26.6	13.2	21.4	17.1	17.5
07.11.2022	05.12.2022	20.0	19.3	20.4	29.1	16.8	24.9	18.7	19.6
05.12.2022	02.01.2023	25.1	19.1	23.2	34.0	21.0	29.3	25.4	25.9
Jahresmittel		18.6	14.8	16.0	25.9	12.6	18.8	15.0	16.4

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

4.2 Feinstaub (PM10 und PM2.5)

Feinstaub (PM10)	Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
2022	Mittelwert µg/m³	Maximales Tagesmittel µg/m³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m³	Mittelwert µg/m³	Maximales Tagesmittel µg/m³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m³
Januar	17.3	30.7	0	22.8	40.5	0
Februar	9.2	19.3	0	12.0	24.3	0
März	28.1	39.1	0	32.6	46.5	0
April	13.1	27.5	0	15.6	44.2	0
Mai	13.4	18.8	0	15.4	21.1	0
Juni	13.7	30.1	0	16.4	36.6	0
Juli	12.8	20.9	0	13.9	22.4	0
August	12.2	16.0	0	13.2	27.7	0
September	8.5	15.1	0	11.2	40.0	0
Oktober	15.6	26.7	0	16.4	27.4	0
November	12.0	20.6	0	11.9	18.1	0
Dezember	15.6	31.3	0	15.2	26.9	0
Jahr	14.4	39.1	0	16.5	46.5	0
Grenzwert LRV*	20.0	50.0	3	20.0	50.0	3

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

Feinstaub (PM2.5)	Moosstrasse	
2022	Mittelwert µg/m³	Maximales Tagesmittel µg/m³
Januar	16.8	36.9
Februar	7.0	18.6
März	22.6	36.7
April	9.5	23.8
Mai	9.1	15.7
Juni	9.1	17.7
Juli	8.2	14.8
August	7.8	10.7
September	5.8	11.3
Oktober	8.6	16.7
November	7.7	14.6
Dezember	11.6	21.3
Jahr	10.4	36.9
Grenzwert LRV*	10.0	-

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

4.3 Russ (EBC)

Russ (EBC)	Ebikon, Sedel		Moosstrasse	
2022	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³
Januar	0.72	1.46	0.86	1.74
Februar	0.37	0.76	0.58	0.98
März	0.83	1.19	0.93	1.27
April	0.37	0.82	0.52	0.89
Mai	0.36	0.51	0.55	0.76
Juni	0.33	0.51	0.54	0.72
Juli	0.28	0.49	0.53	0.81
August	0.33	0.54	0.57	0.77
September	0.29	0.70	0.56	1.00
Oktober	0.54	1.11	0.81	1.32
November	0.55	1.25	0.75	1.19
Dezember	0.66	1.42	0.91	1.59
Jahr	0.47	1.46	0.68	1.74
Schutzziel EKL*	0.1	-	0.1	-

* EKL, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene

4.4 Ozon (O₃)

Ozon (O ₃)	Ebikon, Sedel				
2022	Mittelwert µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	Maximales Stundenmittel µg/m ³	98%-Wert µg/m ³	AOT40 Wald ppm·h
Januar	29.5	0	84.1	77.0	-
Februar	51.9	0	91.3	84.6	-
März	54.4	18	132.3	122.3	-
April	67.9	9	135.1	118.4	-
Mai	67.9	11	134.8	119.1	-
Juni	71.2	56	167.4	144.5	-
Juli	84.2	121	177.1	153.1	-
August	75.7	88	153.8	142.3	-
September	51.8	0	108.8	97.3	-
Oktober	27.4	0	82.0	70.7	-
November	25.3	0	81.4	67.4	-
Dezember	22.8	0	92.5	73.4	-
Jahr	52.7	303	177.1	-	15.7
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
2022				15	40	0	29	55	0
Grenzwert LRV*	30	80	1	30	80	1	30	80	1

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

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

Jahr	Standorte (Jahresmittel in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)									
	Mattweg (ehem. Rigistrasse)	Ebikon, Sedel	Museggstrasse*	Kasimir-Pfyffer-Strasse	Sternmatt	Bahnhofplatz	Wesemlin Kloster	Neustadt Bleicherpark	Tribtschen (VBL)	Reussbühl
1989		38		42	49	52				
1990		36		39	45	56				
1991		34		36	44	61	33			
1992		33		37	41	64	31			
1993		32		35	39	59	30			
1994		31		36	38	62	29			
1995		31		36	39	59	29			
1996		31		34	37	55	28			
1997		31		35	36	57	28			
1998		30		34	37	64	28			
1999		26	35	30	32	50	23	33	31	
2000		26	34	29	28	49	23	33	30	
2001		25	33	28	27	47	22	32	28	
2002		24	31	28	28	47	22	32	29	
2003		25	32	29	28	49	22	33	29	
2004	22	23	31		26	50	20	31	26	
2005	23	24	31	27	27	52	21	32	26	
2006	24	26	31	29	28	55	22	33	28	
2007	20	23	28	26	25	51	20	31	23	
2008			27	26	25	49	19	30	23	
2009			30	27	27	51	20	31	24	
2010			31	28	28	52	22	32	27	32
2011			29	28	27	52	21	32	27	31
2012			27	26	25	52	20	30		31
2013			28	27	25	52	20	30	24	31
2014			27	25	23	49	19	28	23	30
2015			31	26	25	48	19	29	24	31
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
2022			19	15	16	26	13	19	15	16

* 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
2020				13	43	0	15	48	0
2021				13	73 **	4 **	15	79 **	4 **
2022				14	39	0	17	47	0
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/m³	Maximales Tagesmittel µg/m³	Anzahl Tagesmittel > 50 µg/m³
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/m³	Maximales Tagesmittel µg/m³
Jahr		
2019	12	41
2020	9	31
2021	10	31
2022	10	37
Grenzwert LRV*	10	-

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

5.3 Russ (EBC)

Russ (BC, EBC)*	Ebikon, Sedel		Moosstrasse	
Jahr	Jahresmittel µg/m³	Maximales Tagesmittel µg/m³	Jahresmittel µg/m³	Maximales Tagesmittel µg/m³
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
2022	0.5	1.5	0.7	1.7
Schutzziel EKL**	0.1	-	0.1	-

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

** EKL, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene

5.4 Ozon (O₃)

Ozon O ₃	Museggstrasse			
Jahr	Jahresmittel µg/m³	Maximales Stundenmittel µg/m³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m³	AOT40 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/m³	Maximales Stundenmittel µg/m³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m³	AOT40 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/m³	Maximales Stundenmittel µg/m³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m³	AOT40 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

Ozon O ₃	Ebikon, Sedel			
Jahr	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Stundenmittel µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	AOT40 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
2020	48	161	207	14.4
2021	48	177	139	9.2
2022	53	177	303	15.7
Grenzwert LRV*	-	120	1	5.0**

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Schwellenwert (kein Grenzwert)

6 Diskussion der Messergebnisse

6.1 Allgemeine Informationen

Die Luftqualität an einem Ort ist bestimmt durch zwei Faktoren. Zuerst sind dies grossflächige Hintergrundimmissionen, zu welchen die Emissionen von lokalen Quellen aus Verkehr, Haushalten, Industrie, Gewerbe hinzukommen. Im dichtbesiedelten Gebiet der Stadt Luzern versorgen knapp 6'000 Feuerungsanlagen 82'600 Einwohnerinnen und Einwohner und 82'700 Beschäftigte mit Wärme. Täglich fuhren 2022 94'400 Fahrzeuge auf der Autobahn A2 durch den Reussport-Tunnel. Auf der Seebrücke verkehrten 2022 rund 32'600 Fahrzeuge. Auch Bautätigkeiten können lokale Auswirkungen auf die Luftqualität haben.

Schliesslich wird das Emissionsgeschehen auch bedeutend durch die Witterungsverhältnisse beeinflusst. Dies betrifft z. B. die Geschwindigkeit der Verdünnung der Luftschadstoffe und der Bildung von Sekundärschadstoffen in der Atmosphäre. Auch nasse Depositionen von Luftschadstoffen durch Regenfälle sind für das Emissionsgeschehen ausschlaggebend. Aussergewöhnliche Wetterlagen können deshalb zu grossen Unterschieden der Luftbelastung zwischen den Messjahren führen. 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 2022

An der Monitoring-Station *Ebikon, Sedel* wurde 2022 ein NO₂-Jahresmittelwert von 15 µg/m³ gemessen. Am stark verkehrsexponierten Standort *Moosstrasse* wurde ein Jahresmittelwert von 29 µg/m³ registriert. Dieser liegt damit ein zweites Mal in Folge knapp unterhalb des Jahresmittelgrenzwertes von 30 µg/m³, stellt aber immer noch einen hohen Wert dar. Erfreulicherweise wurde im Jahr 2022 der Grenzwert für das Tagesmittel (80 µg/m³) an beiden Monitoring-Stationen wiederum nicht erreicht. Erlaubt ist gemäss LRV eine Überschreitung pro Jahr.

An allen acht Standorten des Passivsammlernetzwerkes auf Stadtgebiet wurden Jahresmittelwerte unter dem LRV-Grenzwert verzeichnet. Spannend ist dabei ein Blick auf den Messstandort am *Bahnhofplatz*. Dieser ist geprägt durch bedeutende Verkehrsemissionen, wobei Dieselmotoren des öffentlichen Verkehrs und Reisecars einen erheblichen Anteil zur Belastung beisteuern. Beim Standort vor dem KKL wurde der Grenzwert für das Jahresmittel im Jahr 2022 mit 26 µg/m³ in der langen Messreihe seit 1989 zum dritten Mal in Folge unterschritten, obwohl angenommen werden kann, dass die Coronamassnahmen im Jahr 2022 keine Auswirkungen auf die Lufthygiene mehr hatten. Am zentralen Bahnhofplatz dürfe der Jahresmittel-Grenzwert hingegen nach wie vor überschritten werden, wie die einmaligen Messungen im Jahr 2020 gezeigt haben.

Im unmittelbaren Nahbereich von stark befahrenen Strassen (z. B. am zentralen Bahnhofplatz) wird der Jahresmittel-Grenzwert für Stickstoffdioxid noch überschritten. Ansonsten liegen entlang des Hauptverkehrsnetzes die NO₂-Konzentrationen im Bereich des Grenzwerts für das Jahresmittel. Zu erwähnen gilt, dass im Winterhalbjahr die Belastung mit Stickstoffdioxid höher ist als im Sommerhalbjahr. Einerseits kommen im Winterhalbjahr zu den Emissionen des Verkehrs noch jene der Heizungen hinzu. Andererseits behindern die regelmässigen vorkommenden Inversionswetterlagen die Verdünnung der Schadstoffemissionen.

6.2.2 Langjährige Entwicklung

Nach einer starken Reduktion der Stickstoffdioxid-Belastung in den 1990er-Jahren stagnierten die gemessenen Stickstoffdioxid-Konzentrationen nach der Jahrtausendwende. Über die letzten zehn Jahre zeigen nun aber mehrere Passivsammlerstandorte wieder statistisch signifikante Abnahmen der NO₂-Konzentration. Auch die Monitoring-Station *Ebikon, Sedel* zeigt eine statistisch signifikante, rückläufige Tendenz, wobei dieser Trend seit 2015 verstärkt sichtbar ist.⁶ Für die stark verkehrsbelastete Monitoring-

⁶ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen NO₂-Belastung an der Monitoring-Station *Ebikon, Sedel*: -1.0 [-1.13, -0.84]

Station *Moosstrasse* ist dieser Rückgang in der Belastung mit Stickstoffdioxid in den letzten zehn Jahren noch deutlicher.⁷

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 deutlich unterschritten oder (im Fall der Messstation *Moosstrasse*) zumindest knapp eingehalten. Die einmaligen Messungen auf dem zentralen Bahnhofplatz im Jahr 2020 zeigten aber, dass an den verkehrsreichsten Standorten noch immer mit Grenzwertüberschreitungen zu rechnen ist. Aufschlussreich sind die Messwerte des Passivsammler-Standortes *Reussbühl*. Mit der Verkehrsverlagerung auf die neue Reussbühlstrasse⁸ ist die Stickstoffdioxid-Belastung an der Hauptstrasse um über einen Drittel gesunken und liegt heute deutlich unter dem Jahresmittelgrenzwert der LRV.⁹

Maximal einmal pro Jahr darf der Tagesmittelwert von 80 µg/m³ gemäss der LRV überschritten werden. Die Station *Ebikon, Sedel* weist seit 1996 keine Überschreitungen dieses 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 2022 wurde zum vierten Mal in Folge keine einzige Überschreitung des Tagesgrenzwertes beobachtet.

6.3 Feinstaub (PM10 und PM2.5)

6.3.1 Situation 2022

Das PM10-Jahresmittel lag an der Station *Ebikon, Sedel* bei 14 µg/m³ und somit unter dem in der LRV vorgegebenen Grenzwert von 20 µg/m³. An der Messstation *Moosstrasse* betrug die PM10-Jahresmittelkonzentration 17 µg/m³ und lag damit ebenfalls unter dem Grenzwert. Mit 39 respektive 47 µg/m³ an den Messstandorten *Ebikon, Sedel* respektive *Moosstrasse* lagen die höchsten Tagesmittelwerte über das ganze Jahr betrachtet im Rahmen der Vorschriften. Die Saharastaubereignisse im Frühjahr 2022 haben im Gegensatz zum Vorjahr nicht zu extremen Messwerten geführt. Dennoch weist der Monat März den höchsten Monatsmittelwert an beiden Monitoring-Stationen auf.

Für die gesundheitlich relevantere Feinstaubfraktion PM2.5 wurde ein Jahresmittelwert von 10 µg/m³ verzeichnet, was gleichzeitig der Grenzwertkonzentration entspricht. Der PM2.5-Anteil in PM10 lag im Jahr 2022 bei 63 %, was unter dem langjährigen Mittel von NABEL-Stationen liegt (75 %).¹⁰ Für PM2.5 existiert kein Grenzwert für den Tagesmittelwert.

6.3.2 Langjährige Entwicklung

Auch die PM10-Konzentrationen folgen über die Jahre betrachtet einem abnehmenden Trend. Während am Standort *Ebikon, Sedel* die Grenzwerte in früheren Jahren mehrheitlich überschritten wurden, ist dies heute nicht mehr der Fall. Dies gilt für den Jahresmittelgrenzwert von 20 µg/m³, welcher im Jahr 2013 zum letzten Mal überschritten wurde. Ebenfalls sind in den letzten Jahren weniger, respektive gar keine Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ mehr zu beobachten. Im Jahr 2021 wurde dieser Wert zwar zu oft überschritten, die Überschreitungen sind jedoch auf natürliche Saharastaubereignisse zurückzuführen.

Auch auf den Standort *Moosstrasse*, wo Messwerte erst seit 2010 erhoben werden, treffen die oben erwähnten Aussagen zu. Jedoch konnten die Grenzwerte erst ein paar Jahre später als in Ebikon unterschritten werden. So ist an der *Moosstrasse* erstmals 2017 ein Jahresmittelwert unter dem Grenzwert beobachtet worden, welcher seither auch unter dem Grenzwert blieb. Nichtsdestotrotz stieg der Jahresmittelwert im Jahr 2022 im Vergleich zu den Vorjahren leicht an. Es gilt zu erwähnen, dass die Belastung am Standort *Moosstrasse* stark von den Verkehrsemissionen beeinflusst ist.

⁷ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen NO₂-Belastung an der Monitoring-Station *Moosstrasse*: -2.2 [-2.60, -1.76]

⁸ Bis September 2015 altes Verkehrsregime. Ab Oktober 2015 bis September 2016 neues Verkehrsregime mit wenig Verkehr aber zusätzlichen Bau-Emissionen. Ab Oktober 2016 neues Verkehrsregime ohne Baustellen.

⁹ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen NO₂-Belastung am Passivsammlerstandort *Reussbühl*: -1.8 [-2.29, -1.38]

¹⁰ Bundesamt für Umwelt BAFU (2019). Feinstaub PM2.5: Fragen und Antworten zu Eigenschaften, Emissionen, Immissionen, Auswirkungen und Massnahmen.

Der statistisch signifikante Rückgang der Feinstaubkonzentration in den letzten Jahren^{11,12} 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. An der Messstation *Moosstrasse* ist deshalb der abnehmende Trend bei den PM10-Konzentrationen der letzten 10 Jahre deutlich ausgeprägter als am Standort *Ebikon, Sedel*. Es ist fraglich, ob sich dieser Trend in Zukunft fortsetzen wird, da ein beträchtlicher Teil der heutigen Feinstaubbelastung durch den Abrieb von Reifen und Bremsen verursacht wird und nicht mehr aus der Treibstoffverbrennung stammt.¹³

Die gesundheitlich relevantere Feinstaubfraktion PM2.5 wird auf Stadtgebiet nur an der Messstation *Moosstrasse* und erst seit 2019 gemessen. Seither bewegen sich die Messdaten um den in der LRV verankerten Grenzwert herum. Die langjährige Entwicklung wird sich erst in ein paar Jahren zeigen.

6.4 Russ (EBC)

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.

6.4.1 Situation 2022

Der Jahresmittelwert 2022 betrug an der Messstation *Moosstrasse* $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der Messstation *Ebikon, Sedel* $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Beide Werte waren somit vergleichbar mit dem Vorjahr. Der Zielwert der EKL wurde weiterhin massiv (Faktor 7 bzw. 5) 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

Seit Beginn der Messungen im Jahr 2012 ist 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. Die eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL) empfahl im Jahr 2013 ein 10-Jahreszwischenziel für die Reduktion von krebserregendem Russ auf 20 % der damaligen Werte.¹⁴ An der *Moosstrasse* betrug die Russkonzentration dieses Jahr knapp 40 % der Konzentration im Jahr 2013. Eine Reduktion um weitere 20 % bis 2023 ist wenig realistisch, das Zwischenziel dürfte damit verfehlt werden.

Am Messstandort *Ebikon, Sedel* wird seit 2014 eine konstante Russbelastung von $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen, welche knapp zwei Drittel der aktuellen Belastung an der Station *Moosstrasse* entspricht. Auch hier dürfte das Reduktionsziel verfehlt werden.

Im Russbericht, welcher im Auftrag von «Umwelt Zentralschweiz» erstellt wurde, werden die Russdaten der vergangenen Jahre detailliert aufgeschlüsselt und analysiert.¹⁵ Die Ergebnisse zeigen, dass fossile Brenn- und Treibstoffe die Hauptquelle von Russimmissionen am Standort *Moosstrasse* sind. Zudem unterliegen die Anteile von Russ aus Holzfeuerungen und aus fossilen Quellen am Standort *Moosstrasse*

¹¹ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen PM10-Belastung an der Monitoring-Station *Ebikon, Sedel*: -0.6 [-1.16, -0.11]

¹² Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen PM10-Belastung an der Monitoring-Station *Moosstrasse*: -1.3 [-1.72, -0.89]

¹³ Grange, S. K. et al. (2021). Switzerland's PM10 and PM2.5 environmental increments show the importance of non-exhaust emissions. *Atmospheric Environment*: X, 12, 100145. <https://doi.org/10.1016/j.aeaoa.2021.100145>

¹⁴ Eidgenössische Kommission für Lufthygiene EKL (2013). *Feinstaub in der Schweiz 2013*.

¹⁵ Wey, H. (2022). Auswertung der Russmessdaten des in-LUFT und des MfMU-U-Projekts der Jahre 2009 bis 2016. inNET Monitoring AG.

kaum jahreszeitlichen Schwankungen. Dies deutet darauf hin, dass Holzheizungen als zusätzliche lokale Emissionsquelle in den Wintermonaten eine untergeordnete Rolle spielen. Eine effiziente Strategie zur Reduktion der Russ-Immissionswerte auf Stadtgebiet zielt demzufolge auf die Emissionen aus dem Verkehr ab.

6.5 Ozon (O₃)

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

6.5.1 Situation 2022

An der Station *Ebikon, Sedel* wurde im Jahr 2022 der Grenzwert für das Stundenmittel 303-mal überschritten. Der Belastungswert für Wald (AOT40 Wald) erreichte mit 15.7 ppm·h mehr als dreimal den Schwellenwert, ab dem schädliche Wirkungen auf Wachstum und Entwicklung der Pflanzen zu erwarten sind.

Der maximale Stundenmittelwert als Mass für kurzfristige Spitzenbelastungen lag im Jahr 2022 bei 177 µg/m³. Die Ozonbelastung bewegte sich 2022 also massiv über den zulässigen Grenzwerten der LRV.

Der Jahresmittelwert von 53 µg/m³ stellt den höchsten je gemessenen Wert seit Messbeginn im Jahr 1991 dar. Ein Grund dafür könnte ein nachlassender Abbauprozess sein. In städtischem Gebiet wird bodennahes Ozon während der Nacht in einer Reaktion mit Stickstoffoxidradikalen abgebaut. Mit dem Rückgang der Stickstoffoxidemissionen aus dem Verkehr ist auch die Konzentration von Stickstoffoxidradikalen tiefer. Somit wird weniger Ozon abgebaut und die Jahresmittelkonzentrationen fallen höher aus.

6.5.2 Langjährige Entwicklung

Die Anzahl der Ozon-Stundenmittel über dem Grenzwert von 120 µg/m³ ist stark von der Meteorologie abhängig. In den letzten zehn Jahren wurden an der Messstation *Ebikon, Sedel* jährlich 139 (2021) bis 418 (2018) Stunden über dem Grenzwert gemessen. Der Grenzwert darf gemäss LRV höchstens einmal pro Jahr überschritten werden.

Das Messjahr 2022 liegt mit 303 Stunden innerhalb dieser Spanne. Der hohe Wert ist klar auf die hohe Sonnenscheindauer zurückzuführen. Vor allem während den Hitzeperioden im Sommer fand eine starke Ozonbildung statt. Das Messjahr 2022 stellt damit einen starken Kontrast zum Jahr 2021 her, als die kühlen und sehr nassen Wetterverhältnisse zu vergleichsweise tiefen Ozonwerten führten.

Die höchsten verzeichneten Ozon-Stundenmittel zeigen nur kleine Schwankungen von Jahr zu Jahr. Über die gesamte Messperiode gesehen wurden am Standort *Ebikon, Sedel* Maximalwerte zwischen 156 µg/m³ (2017) und 225 µg/m³ (2013) gemessen. Im Jahr 2022 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 2013, 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.

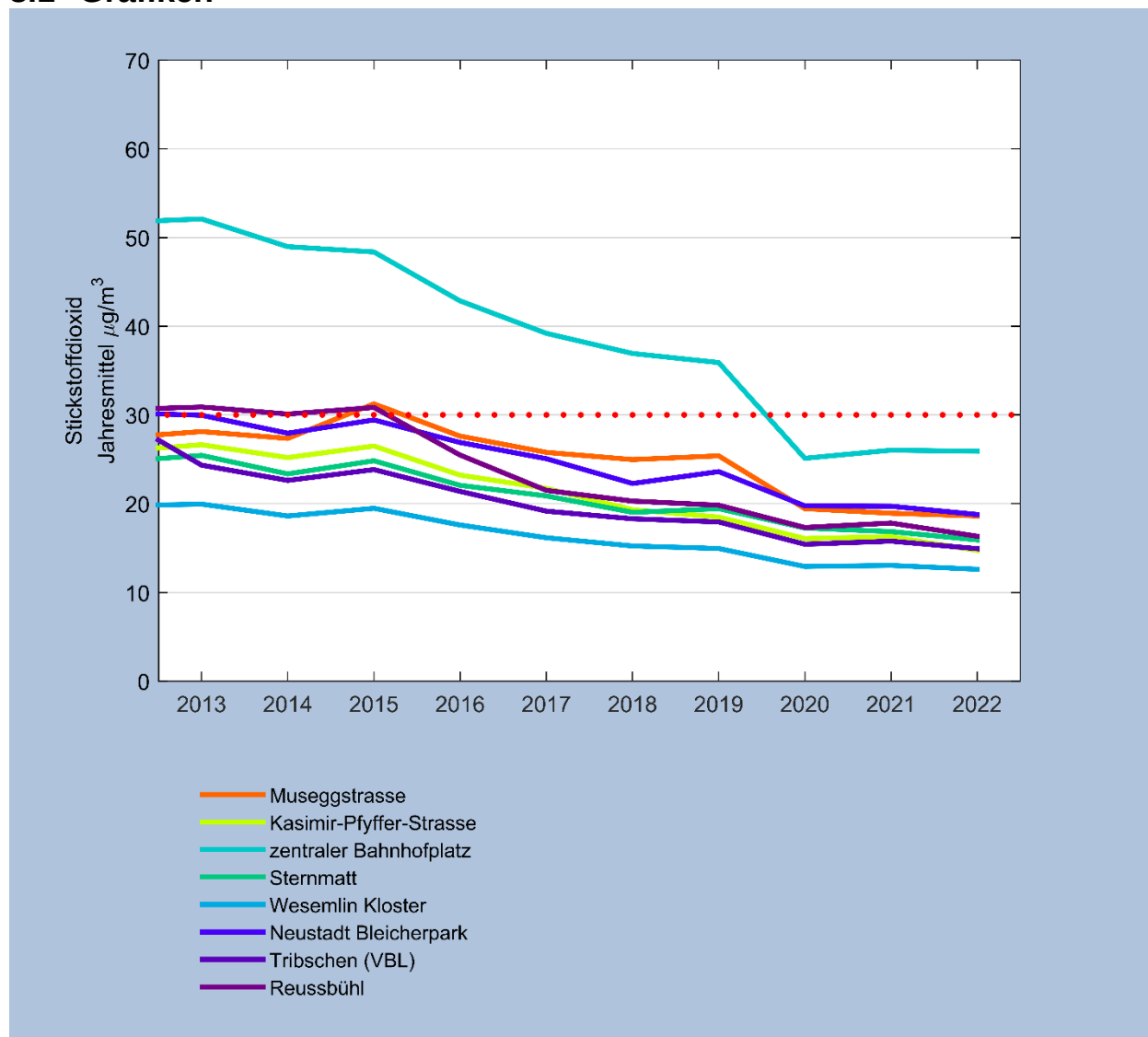
7 Glossar

AOT40	Accumulated exposure over a threshold of 40 ppb. Der AOT40-Wert ist die auf der Basis von Stundenmittelwerten aufsummierte Ozonbelastung über der Schwellenkonzentration von 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) während Stunden mit Tageslicht. Es handelt sich um einen Leitwert zum Schutz von Ökosystemen (z. B. Wald). Für Waldbäume wird der AOT40-Wert für die Vegetationsperiode von April-September definiert (AOT40 Wald). Für Waldbäume wurde ein kritischer AOT40-Wert von 5 ppm·h für langzeitliche Ozonbelastungen festgelegt, bei dessen Überschreitung schädliche Wirkungen auf Wachstum und Entwicklung der Pflanzen zu erwarten sind. ¹⁶
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
NABEL	Nationales Beobachtungsnetz für Luftschadstoffe. Ein Messnetz, welches an 16 Standorten in der Schweiz die Luftverschmutzung erfasst. Es wird durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU) und die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) betrieben.
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 μm
PM _{2.5}	Partikelförmige (PM = Particulate Matter), feindisperse Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser < 2.5 μm
ppb	Parts per billion, zu Deutsch Teile pro Milliarde
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.

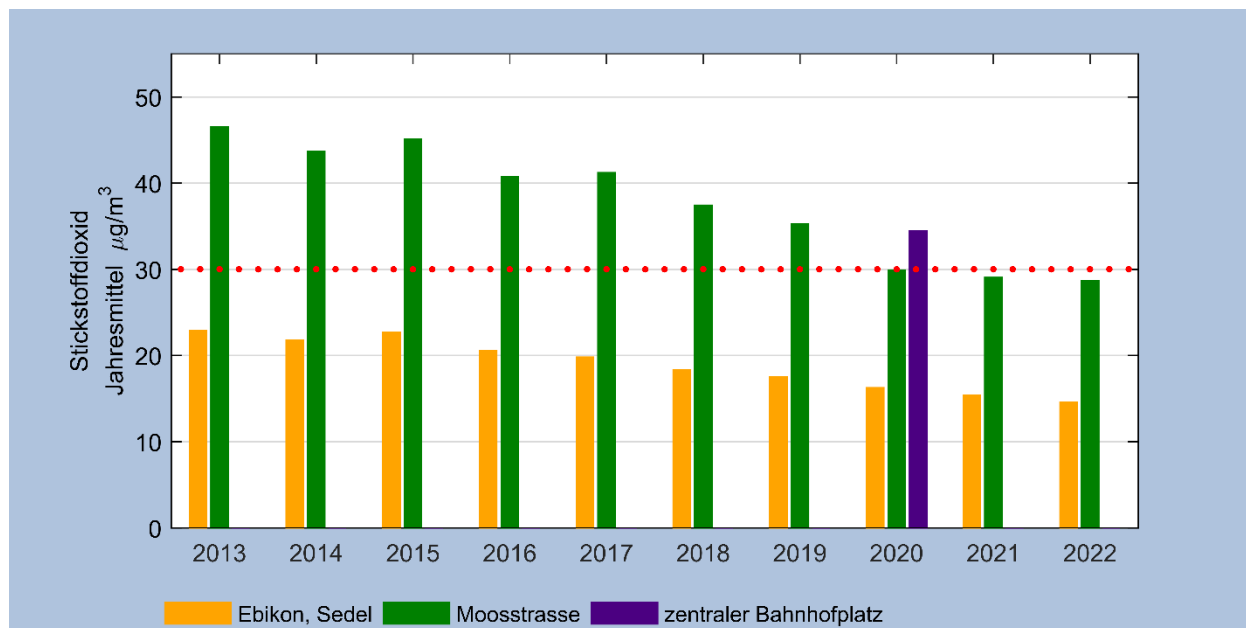
¹⁶ Bundesamt für Umwelt BAFU (2021). 4.7 Berechnung der AOT40-Werte für Ozon. In *Immissionsmessung von Luftfremdstoffen: Messempfehlungen Stand 2021* (2. Aktualisierte Aufl., S.19-20).

8 Anhang

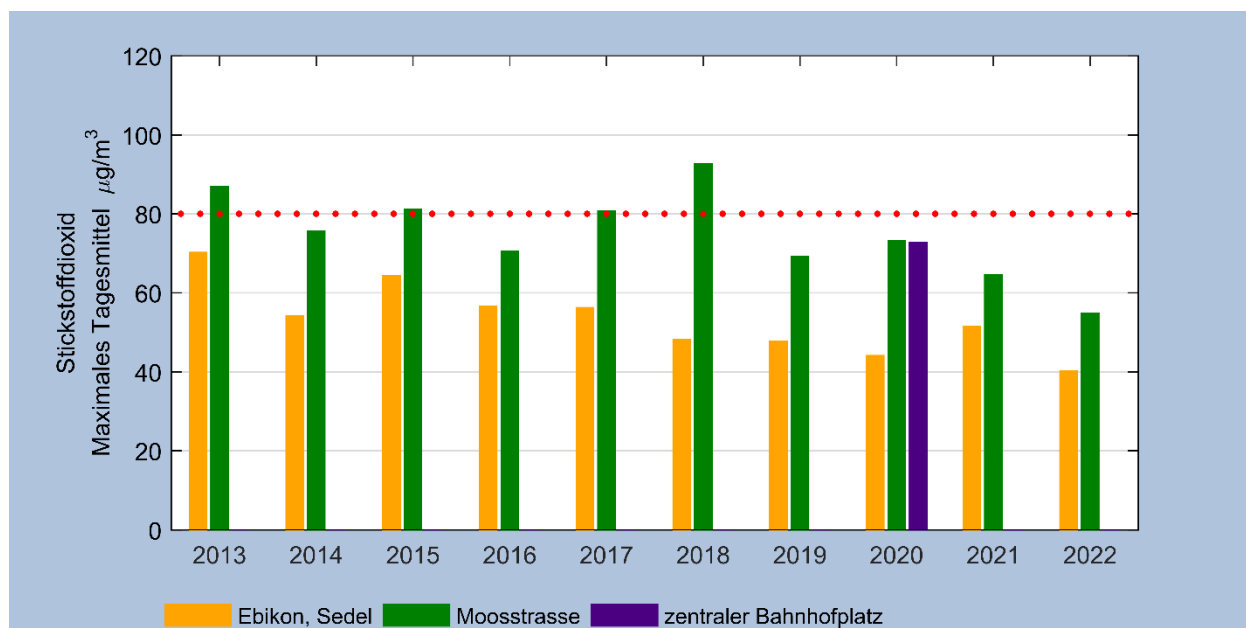
8.1 Grafiken



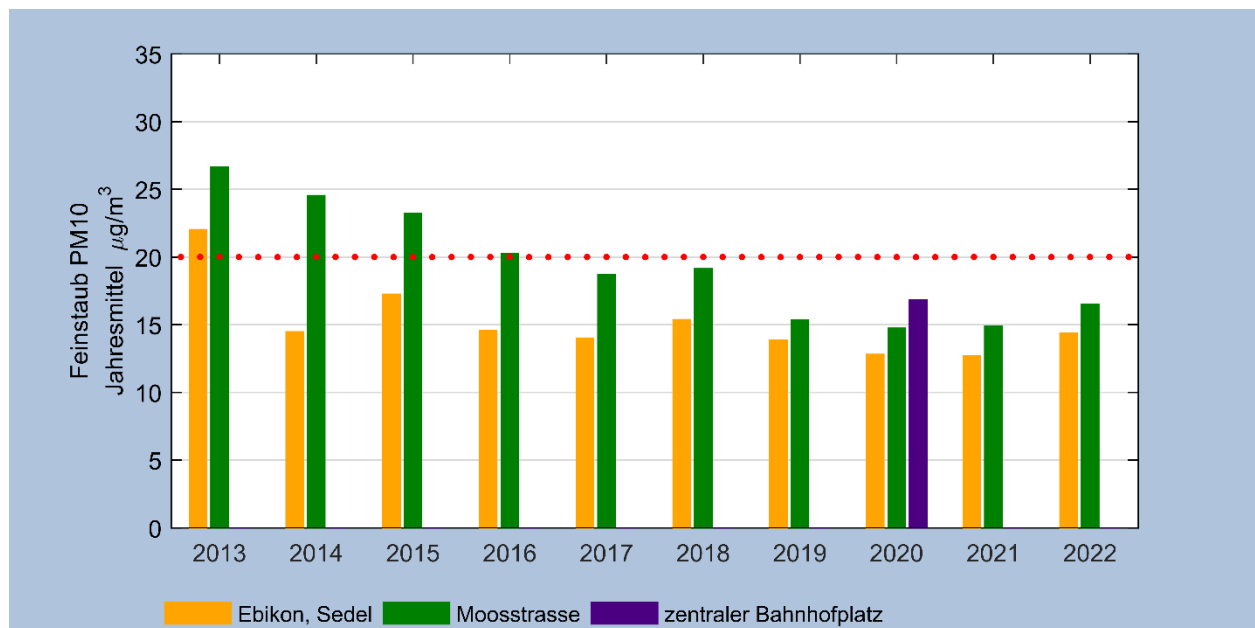
Grafik 8.1: Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte von Messungen mit Passivsammlern an verschiedenen Standorten (2013 bis 2022). Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV definierten Jahresmittelgrenzwert von 30 µg/m³.



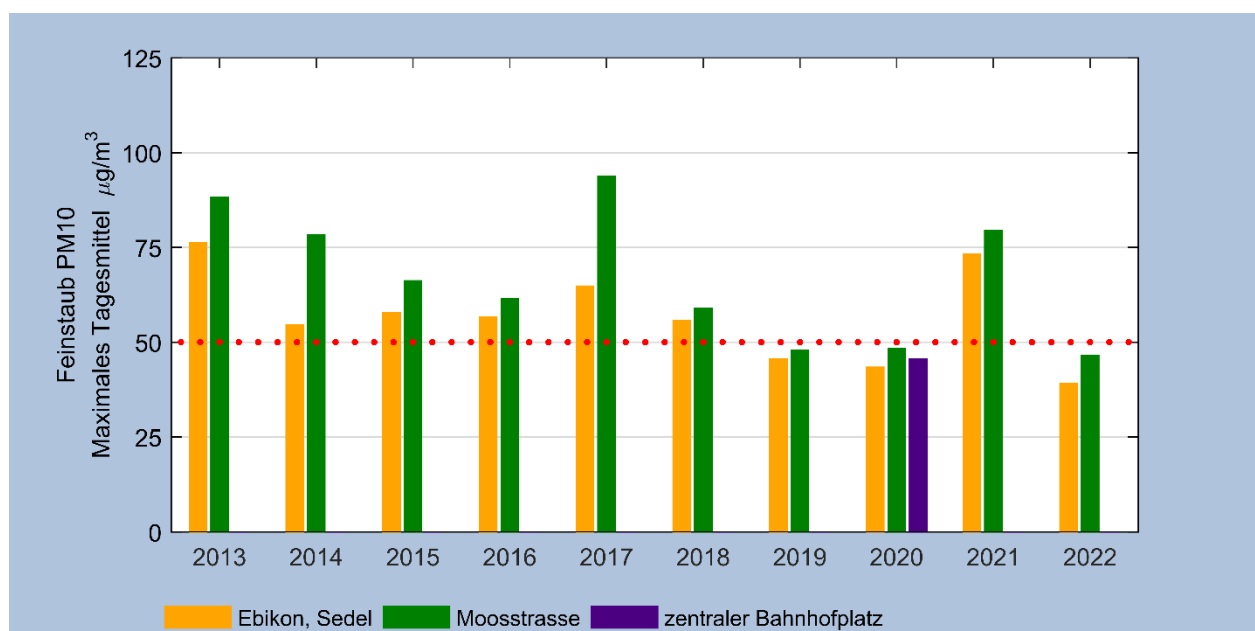
Grafik 8.2: NO_2 -Jahresmittelwerte der Monitoring-Stationen *Moosstrasse*, *zentraler Bahnhofplatz* und *Ebikon, Sedel* von 2013 bis 2022. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV definierten Jahresmittelgrenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



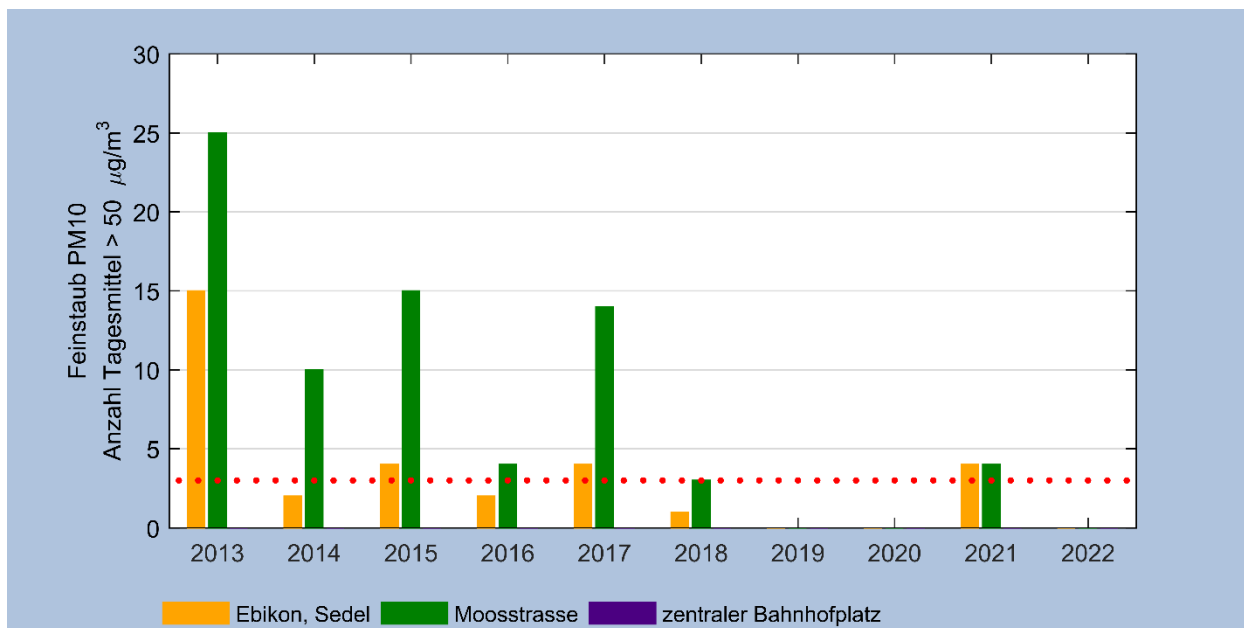
Grafik 8.3: Maximale NO_2 -Tagesmittelwerte der Monitoring-Stationen *Moosstrasse*, *zentraler Bahnhofplatz* und *Ebikon, Sedel* von 2013 bis 2022. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV definierten 24-h-Mittelwert von $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, welcher höchstens einmal pro Jahr überschritten werden darf.



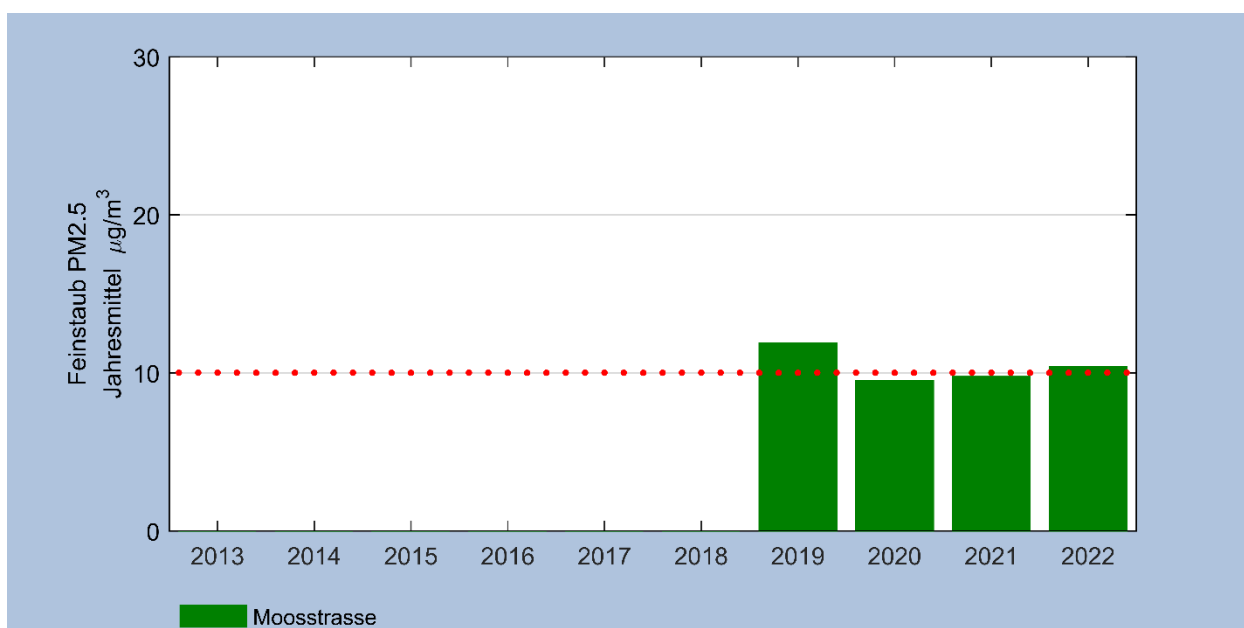
Grafik 8.4: PM10-Jahresmittelwerte der Monitoring-Stationen *Moosstrasse*, *zentraler Bahnhofplatz* und *Ebikon, Sedel* von 2013 bis 2022. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV definierten Jahresmittelgrenzwert von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



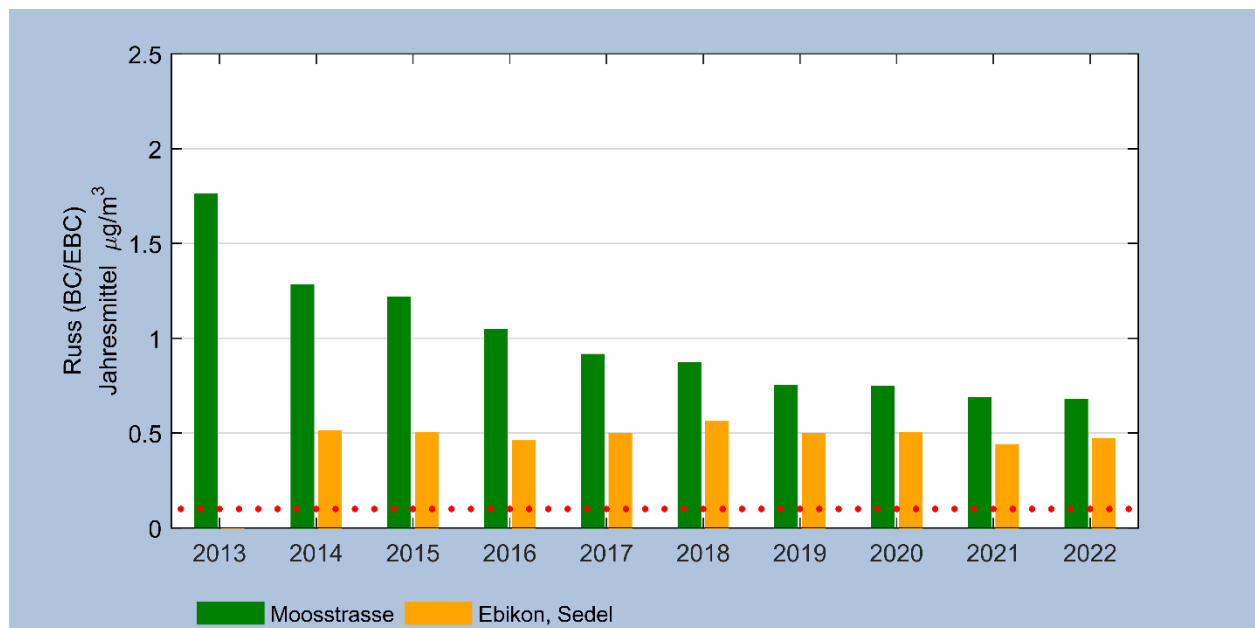
Grafik 8.5: Maximale PM10-Tagesmittelwerte der Monitoring-Stationen *Moosstrasse*, *zentraler Bahnhofplatz* und *Ebikon, Sedel* von 2013 bis 2022. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV definierten 24-h-Mittelwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, welcher höchstens dreimal pro Jahr überschritten werden darf.



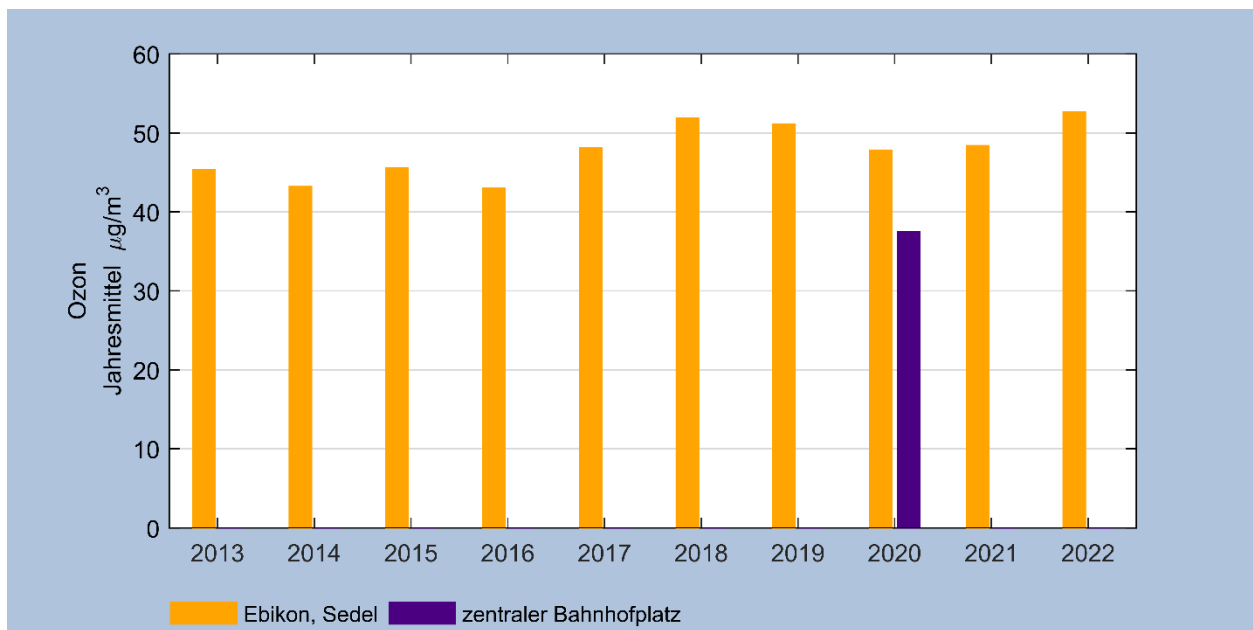
Grafik 8.6: Anzahl Tage mit PM10-Tagesmittelwerten über dem in der LRV festgehaltenen Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Monitoring-Stationen *Moosstrasse*, *zentraler Bahnhofplatz* und *Ebikon, Sedel* von 2013 bis 2022. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert die drei Tage, an denen gemäss LRV der Grenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ maximal überschritten werden darf.



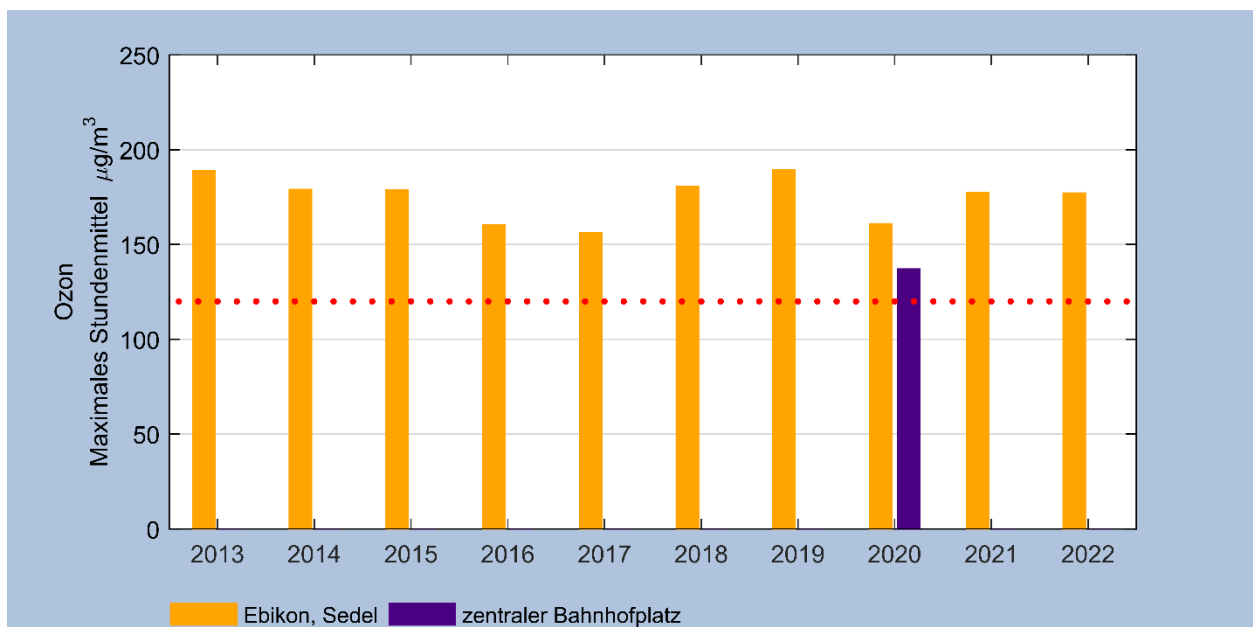
Grafik 8.7: PM2.5-Jahresmittelwerte an der Monitoring-Station *Moosstrasse* von 2019 bis 2022. PM2.5-Messungen finden erst seit 2019 statt. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV festgehaltenen Jahresmittelgrenzwert von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



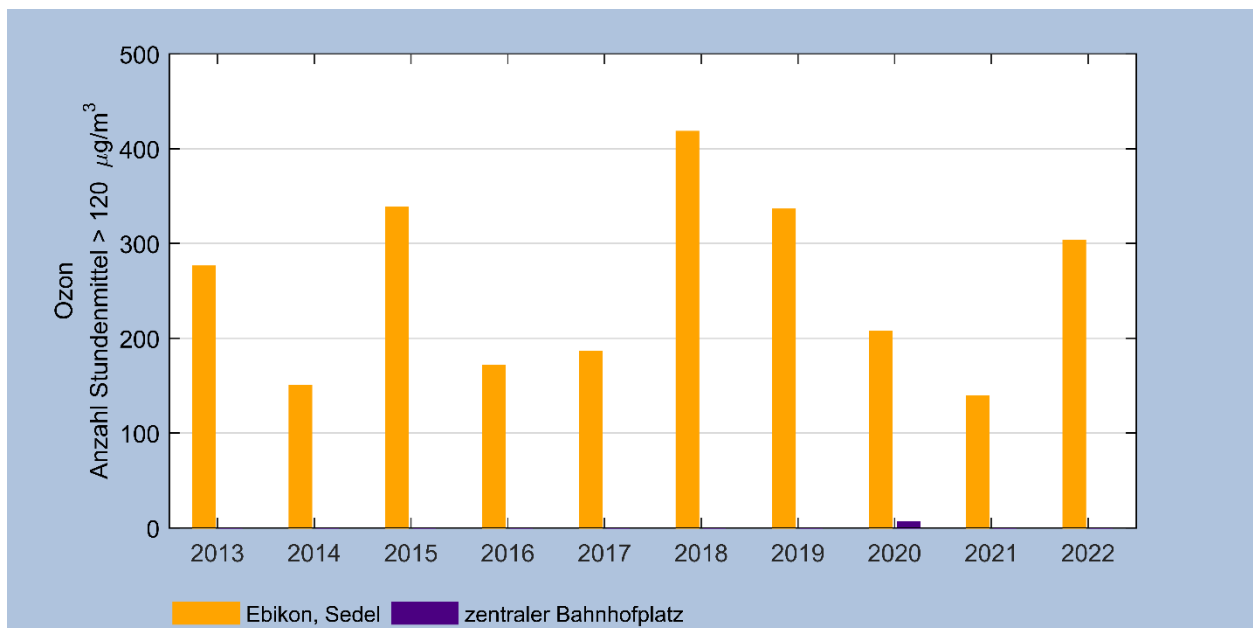
Grafik 8.8: Russ-Jahresmittelwerte der Monitoring-Stationen *Ebikon, Sedel* und *Moosstrasse*. Die Messungen am Standort *Moosstrasse* finden seit 2012 statt, diejenigen am Standort *Ebikon, Sedel* seit 2014. Die gepunktete, rote Linie stellt das Schutzziel von 0.1 µg/m³ der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene dar.



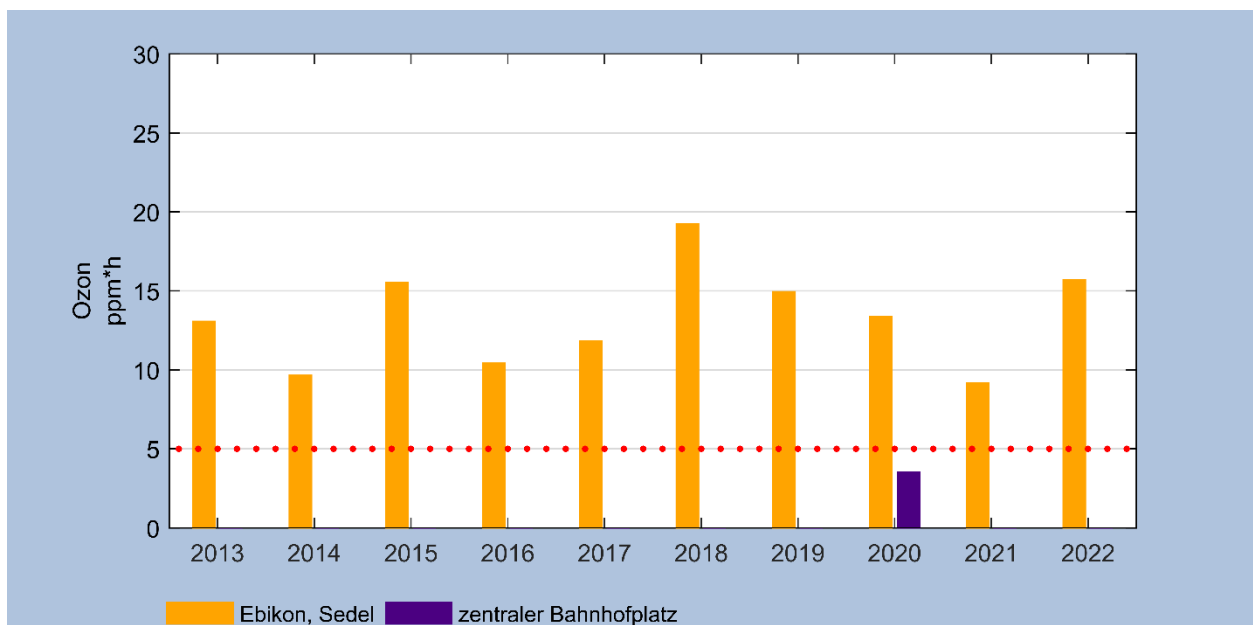
Grafik 8.9: O₃-Jahresmittelwerte an den Monitoring-Stationen *Ebikon, Sedel* und *zentraler Bahnhofplatz* von 2013 bis 2022.



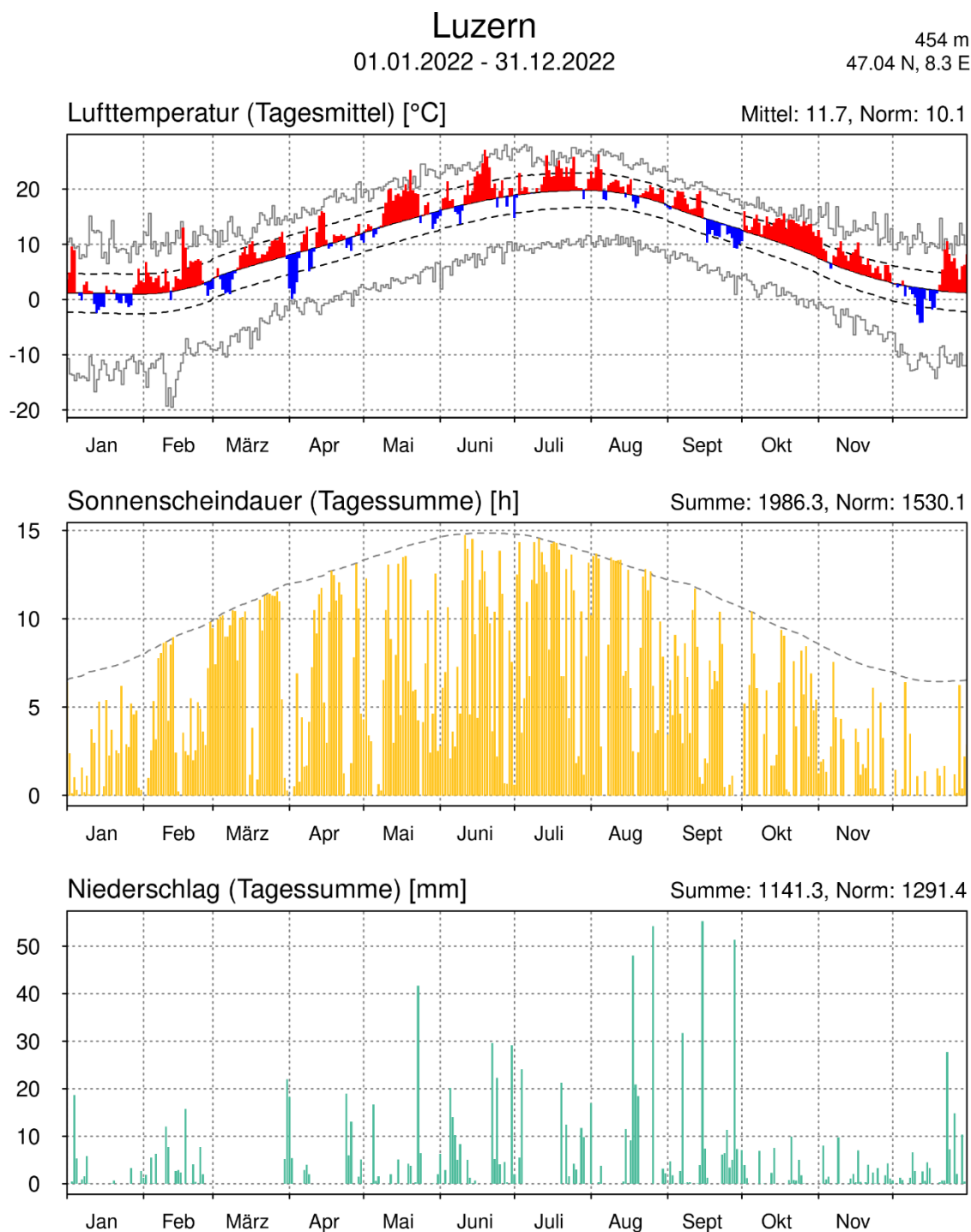
Grafik 8.10: Maximaler O₃-Stundenmittelwert an den Monitoring-Stationen *Ebikon, Sedel* und *zentraler Bahnhofplatz* von 2013 bis 2022. Die gepunktete, rote Linie stellt den in der LRV festgehaltenen Grenzwert von 120 µg/m³ dar, welcher höchstens einmal im Jahr überschritten werden darf.



Grafik 8.11: Anzahl O₃-Stundenmittelwerte über dem in der LRV festgehaltenen Grenzwert von 120 µg/m³ an den Monitoring-Stationen *Ebikon, Sedel* und *zentraler Bahnhofplatz* von 2013 bis 2022. Der Grenzwert darf maximal einmal pro Jahr überschritten werden.



Grafik 8.12: AOT40-Werte für Ozon an den Monitoring Stationen *Ebikon, Sedel* und *zentraler Bahnhofplatz* von 2013 bis 2022. Die gepunktete, rote Linie stellt den kritischen Schwellenwert von 5 ppm·h dar, ab welchem mit Wachstumseinbussen in Wäldern gerechnet werden muss.



— Lufttemperatur (Tagesmittel)
 — Norm (Referenzperiode 1991 - 2020)*
 --- Standardabweichung der Norm (Referenzperiode 1991 - 2020)*
 — Maximum und Minimum (Zeitraum 01.01.1871 - 31.12.2021)*

— Sonnenscheindauer (Tagessumme)
 --- Maximal mögliche Sonnenscheindauer

* Datengrundlage: homogenisierte Beobachtungen im angegebenen Zeitraum

© MeteoSchweiz

dailyevol2 0.3.23 / 05.01.2023 15:15 UTC

Grafik 8.13: Lufttemperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag vom 01.01.2021 bis 31.12.2022 an der Messstation Luzern. Die angegebenen Normwerte entsprechen der Periode 1991-2020.¹⁷

¹⁷ MeteoSchweiz (2023). Jahresverlauf Temperatur, Sonnenschein und Niederschlag. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/klima/klima-der-schweiz/jahresverlauf-temperatur-sonnenschein-und-niederschlag.html>. Letzter Zugriff: 24.03.2023

8.2 BAFU-Stationsblätter

8.2.1 Ebikon, Sedel

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort **Ebikon, Sedel**Jahr **2022**Messinstanz **Amt für Umwelt, St. Antonistr. 4, 6061 / Samen/OW**Kontaktperson/Tel. **Marco Dusi / 041 666 63 02**
 Koordinaten **2665480** / **1213325** **484** m über Meer
 Ost in m / Nord in m
 Probenahme **250** m von Strasse **4** m über Boden
Umrechnung von ppb in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bei **20** **1013** °C / hPa

Umgebung	Haupt-Emissionsquellen	Ländliche Hintergrund-Station	Ausbreitung	Verkehrsbelastung	Meteoparam.
☐ städtische	☐ Verkehr	☐ stadtnah	☐ Strassenschlucht	☐ sehr gering	☒ Ja
☒ vor-/kleinstädtisch	☐ Industrie	☐ regional	☐ einseitig offen	☐ Gering	☐ Nein
☐ ländlich	☒ Hintergrund	☐ abgelegen	☒ offen	☐ Mittel	
			☐ erhöht	☐ Hoch	
				☐ sehr hoch	

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert de 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte	Messgerät / Messmethode
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$					Jahr Tag 95%	
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.55	37.53	40.14	0	30 100 100	thermo42i / chemi
NO _x	ppb	10.85	33.37	45.74		30 80 100	thermo42i / chemi
CO	mg/m^3					8	
TSP	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.36		39.14	0	20 50	FIDAS200 / light-scat
PM2.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
PM1	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
Partikelanzahl	1/cm ³						
EC / Russ	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.47		1.46			AE33 / light-abs
Pb in PM10	ng/m^3					500	
Cd in PM10	ng/m^3					1.5	
Staubniederschlag	$\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$					200	
Pb im SN	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$					100	
Cd im SN	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$					2	
Zn im SN	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$					400	
TI im SN	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$					2	
Benzol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
Toluol	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						
NM VOC	$\mu\text{g CH}_4/\text{m}^3$						
Ammoniak	$\mu\text{g}/\text{m}^3$						

Ozon Messgerät **ML9810 / UV-P**

Einheit	Jahres- mittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl 1h-Mittel	Stunden (h) und Tage (d) mit > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	> 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dosis AOT40f in ppm·h
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	52.67	153.08	177.12	6	8535	303 55	0 0	0 0	15.7

Erläuterungen

- Die Standortklassifikation folgt Anhang 4 der Messempfehlungen - Immissionsmessung von Luftfremdstoffen. Stand 2021.
- Ergebnisse unvollständiger Messreihen sind mit * zu kennzeichnen. Für Messwerte bis zum 31.12.2003 gilt die Empfehlung über die Immissionsmessung von Luftfremdstoffen vom 15. Januar 1990, für Daten bis 31.12. 2020 die Empfehlungen zur Immissionsmessung von Luftfremdstoffen vom 1. Januar 2004, für Daten ab 1.1.2021 die Messempfehlungen - Immissionsmessung von Luftfremdstoffen. Stand 2021.
- Die Bezugsbedingungen sind 20°C und 1013 hPa gemäss Messempfehlungen - Immissionsmessung von Luftfremdstoffen. Stand 2021.
Bei Höhenstandorten über 1500 m. ü. M. wird empfohlen, die Ozonkonzentration in ppb zu publizieren.
- AOT40f: Die Berechnung der AOT40f Werte erfolgt gemäss Messempfehlungen - Immissionsmessung von Luftfremdstoffen. Stand 2021.
Die Ozonbelastung für Waldbäume wird für die Periode vom 1. April bis 30. September bestimmt. Dabei sind nur Stunden zu berücksichtigen mit einer Globalstrahlung > 50 W/m²; falls keine Strahlungsdaten vorliegen, sind die Stundenwerte zwischen 08:00h und 20:00h MEZ zu nehmen.
- Alle Grössen sind in den angegebenen Einheiten einzutragen.
- Die Felder nicht gemessener Grössen bleiben leer.
- Alle Messwerte werden mit mindestens zwei gültigen Ziffern angegeben.

8.2.2 Luzern, Moosstrasse

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort Luzern, Moosstrasse **Jahr** 2022

Messinstanz Amt für Umwelt, St. Antonstr. 4, 6061 / Samen/OW Ost in m 2665789 Nord in m 1210898 Höhe 441 m über Meer

Kontaktperson/Tel. Marco Dusi / 041 666 63 02 Koordinaten 5 m von Strasse

Umrechnung von ppb in µg/m³ bei 20 1013 °C / hPa Probenahme

Umgebung ☒ städtische ☐ vor-/kleinstädtisch ☐ ländlich

Haupt-Emissionsquellen ☒ Verkehr ☐ Industrie ☐ Hintergrund

Ländliche Hintergrund-Station ☐ stadtnah ☐ regional ☐ abgelegen

Ausbreitung ☒ Strassenschlucht ☐ einseitig offen ☐ offen ☐ erhöht

Verkehrsbelastung ☐ sehr gering ☐ Gering ☐ Mittel ☒ Hoch ☐ sehr hoch

Meteoparam. ☒ Ja ☐ Nein

	Einheit	95%-Wert de			Tagesmittel > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte			Messgerät / Messmethode
		Jahresmittel	1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel		Jahr	Tag	95%	
SO ₂	µg/m³					30	100	100	
NO ₂	µg/m³	28.67	54.77	54.85	0	30	80	100	horibaAPNA370 / chemi
NO _x	ppb	25.8	64.86	91.57					horibaAPNA370 / chemi
CO	mg/m³						8		
TSP	µg/m³								
PM10	µg/m³	16.49		46.53	0	20	50		FIDAS200 / light-scat
PM2.5	µg/m³	10.4		36.94					FIDAS200 / light-scat
PM1	µg/m³								
Partikelanzahl	1/cm³								
EC / Russ	µg/m³	0.68		1.74					AE33 / light-abs
Pb in PM10	ng/m³					500			
Cd in PM10	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			
Tl im SN	µg/(m²·d)					2			
Benzol	µg/m³								
Toluol	µg/m³								
NMVOG	µg CH ₄ /m³								
Ammoniak	µg/m³								

Einheit	Jahresmittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³	Anzahl 1h-Mittel	Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel				Dosis AOT40f in ppm·h
						> 120 µg/m³ h	> 120 µg/m³ d	> 180 µg/m³ h	> 180 µg/m³ d	
µg/m³										

Erläuterungen

- Die Standortklassifikation folgt Anhang 4 der Messempfehlungen - Immissionsmessung von Luftfremdstoffen. Stand 2021.
- Ergebnisse unvollständiger Messreihen sind mit * zu kennzeichnen. Für Messwerte bis zum 31.12.2003 gilt die Empfehlung über die Immissionsmessung von Luftfremdstoffen vom 15. Januar 1990, für Daten bis 31.12. 2020 die Empfehlungen zur Immissionsmessung von Luftfremdstoffen vom 1. Januar 2004, für Daten ab 1.1.2021 die Messempfehlungen - Immissionsmessung von Luftfremdstoffen. Stand 2021.
- Die Bezugsbedingungen sind 20°C und 1013 hPa gemäss Messempfehlungen - Immissionsmessung von Luftfremdstoffen. Stand 2021.
Bei Höhenstandorten über 1500 m. ü. M. wird empfohlen, die Ozonkonzentration in ppb zu publizieren.
- AOT40f: Die Berechnung der AOT40f Werte erfolgt gemäss Messempfehlungen - Immissionsmessung von Luftfremdstoffen. Stand 2021.
Die Ozonbelastung für Waldbäume wird für die Periode vom 1. April bis 30. September bestimmt. Dabei sind nur Stunden zu berücksichtigen mit einer Globalstrahlung > 50 W/m²; falls keine Strahlungsdaten vorliegen, sind die Stundenwerte zwischen 08:00h und 20:00h MEZ zu nehmen.
- Alle Grössen sind in den angegebenen Einheiten einzutragen.
- Die Felder nicht gemessener Grössen bleiben leer.
- Alle Messwerte werden mit mindestens zwei gültigen Ziffern angegeben.