

Die Luftqualität in der Stadt Luzern 2023



Inhalt

1	Einleitung	3
2	Messstandorte	4
3	Wetter-Charakteristik 2023	5
4	Messresultate 2023	6
4.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	6
4.2	Feinstaub (PM10 und PM2.5)	7
4.3	Russ (EBC)	8
4.4	Ozon (O ₃)	8
5	Messresultate seit Messbeginn	9
5.1	Stickstoffdioxid (NO ₂)	9
5.2	Feinstaub (PM10 und PM2.5)	11
5.3	Russ (EBC)	12
5.4	Ozon (O ₃)	13
6	Diskussion der Messergebnisse	15
6.1	Allgemeine Informationen	15
6.2	Stickstoffdioxid (NO ₂)	15
6.3	Feinstaub (PM10 und PM2.5)	16
6.4	Russ (EBC)	17
6.5	Ozon (O ₃)	18
7	Glossar	20
8	Anhang	21
8.1	Grafiken	21
8.2	BAFU-Stationsblätter	29

Text: Peter Schmidli, Stadt Luzern, Umweltschutz
Sebastian Wey, inNET Monitoring AG

Titelbild: Blick vom Dietschiberg auf den Pilatus (Fotograf: Peter Schmidli).

Luzern, Mai 2024

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.

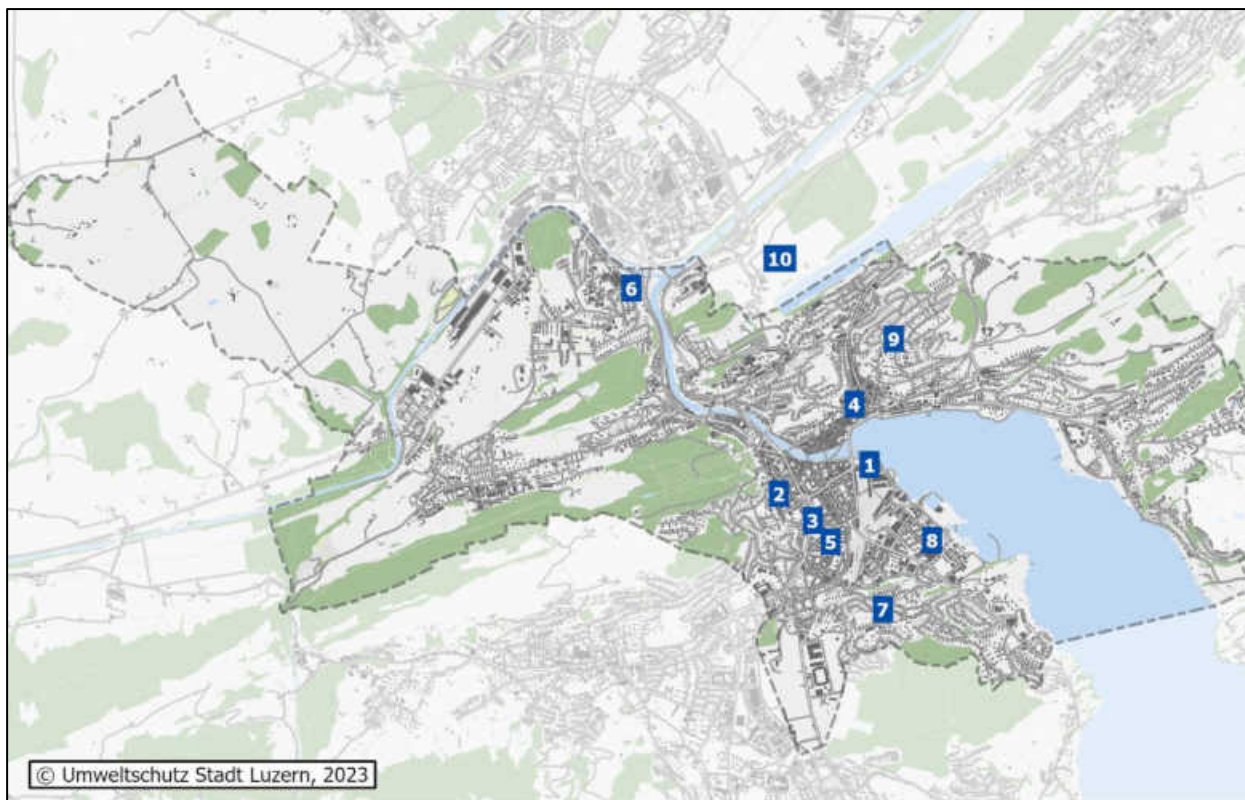
Die Messverfahren und die Interpretation der Ergebnisse stützen sich auf das schweizerische Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983 und die am 16. Dezember 1985 vom Bundesrat erlassene Luftreinhalte-Verordnung (LRV). Mit dem Ziel, Menschen, Tiere, Pflanzen, deren Lebensgemeinschaften und Lebensräume, sowie den Boden vor schädlichen und lästigen Luftverunreinigungen zu schützen, sind in der LRV Immissionsgrenzwerte festgelegt. Sie definieren die minimalen Anforderungen an die Luftqualität. In den letzten Jahren sind auf dem Gebiet der Stadt Luzern die Immissionen verschiedener Schadstoffe unter diese Grenzwerte gesunken. Trotz erheblicher Fortschritte in der Vergangenheit können aber 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 2023							
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 2023

Da das Wettergeschehen einen grossen Einfluss auf die Schadstoffbelastung hat, lohnt sich ein Blick auf den Wetterverlauf, der im Klimabulletin 2023 von MeteoSchweiz beschrieben wird.¹ Im Folgenden ist eine kurze Zusammenfassung des Wetters sowie eine klimatologische Einordnung des Jahres 2023 zu finden.

Mit einer Jahresmitteltemperatur von 7.2 °C liegt das Jahr 2023 auf Platz 2 der wärmsten Jahre seit Messbeginn 1864. Der Rekord von 7.4 °C wurde im Vorjahr aufgestellt. Damit liegt das Jahr 2023 um 1.4 °C über der Norm 1991-2020¹. In Bezug auf das Immissionsgeschehen sind eine lange Sonnenscheinperiode im Juni sowie ein niederschlagsreiches Frühjahr besonders hervorzuheben.

Der **Winter** verlief sehr mild (1.3 °C über der Norm 1991-2020) und vielerorts niederschlagsarm. So wurden nördlich der Alpen Niederschlagssummen zwischen 70 und 90 % der Norm 1991-2020 registriert. Der Februar war sehr sonnig. Während die Temperaturen im **Frühling** im Bereich der Norm lagen, waren insbesondere der März und April sehr niederschlagsreich. In Luzern war diese Tendenz nicht ganz so ausgeprägt. Mit 124.1 mm fielen im März aber doch 65 % mehr Niederschlag als im Schnitt während der Normperiode 1991-2020. Der **Sommer** startete im Juni mit anhaltendem Hochdruckwetter. In Luzern wurden 300 Sonnenstunden verzeichnet. Die erste Hitzewelle mit Temperaturen über 35 °C am 11. Juli folgte kurz darauf. Die zweite Hitzewelle im August wird als die bisher intensivste und längste Hitzeperiode dieser Jahreszeit in die Geschichte eingehen. Auch im September setzte sich der Sommer fort. Die Sonnenscheindauer lag mit 234 Stunden klar über dem Durchschnitt. Da der September meteorologisch als Herbstmonat definiert ist, registrierten viele Stationen neue Herbstrekorde bei den Sonnenstunden. Gegen Ende des Jahres gab es viel Niederschlag und vor allem wegen der sehr hohen Schneefallgrenze bestand vielerorts Hochwassergefahr.

Im Jahr 2023 wurden keine aussergewöhnlich starken Saharastaubereignisse beobachtet. Dennoch gingen Ende Februar sowie im Oktober eine Fracht Saharastaub in der Schweiz nieder.^{2,3} Saharastaub wird bei bestimmten Wettersituationen aus der Sahara nach Europa getragen und kann als eine Trübung der Atmosphäre und als Ablagerungen auf Oberflächen wahrgenommen werden. Er führt zu erhöhten Messwerten für Feinstaub.

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

Meteo-Messungen SwissMetNet-Station Luzern 2023			
	Normwert 1991 – 2020 ⁴	Jahresmittel bzw. Jahressumme 2023 ⁵	Abweichung 2023 zur Norm 1991 - 2020
Temperatur [°C]	10.1	11.6	+1.5
Niederschlag [mm]	1'291	1'284	-7
Sonnenscheindauer [h]	1'530	1'713	+183

¹ MeteoSchweiz (2024). Klimabulletin Jahr 2023. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publikationen/publikationen/berichte-und-bulletins/2023/klimabulletin-jahr-2023.html>. Letzter Zugriff: 25.03.2024

² Watson (2024). Der Saharastaub kehrt in die Schweiz zurück – und bringt erstaunliche Effekte mit sich. <https://www.watson.ch/schweiz/wissen/326286042-saharastaub-wie-er-in-die-schweiz-gelangt-und-was-er-alles-beeinflusst>. Letzter Zugriff: 25.03.2024

³ MeteoNews (2024). Spätsommerliche zweite Oktoberwoche. <https://meteonews.ch/de/News/N12303/Sp%C3%A4tsommerliche-zweite-Oktoberwoche>. Letzter Zugriff: 25.03.2024

⁴ MeteoSchweiz (2024). Klimanormwerte Luzern, Normperiode 1991-2020. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publikationen/applikationen/ext/climate-climsheet.html>. Letzter Zugriff: 31.05.2024

⁵ MeteoSchweiz (2024). Messwerte – Automatische Wetterstationen. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/service-und-publikationen/applikationen/messwerte-und-messnetze.html>. Letzter Zugriff: 25.03.2024

4 Messresultate 2023

4.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

4.1.1 Monitoring-Stationen

Stickstoffdioxid (NO ₂)	Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³
2023						
Januar	18.2	35.2	0	35.4	52.0	0
Februar	20.1	37.8	0	37.0	56.7	0
März	14.3	23.1	0	31.1	46.1	0
April	9.3	17.8	0	23.2	34.6	0
Mai	9.0	13.6	0	22.5	31.4	0
Juni	10.5	15.9	0	24.0	30.5	0
Juli	8.5	11.8	0	18.6	25.7	0
August	10.0	15.8	0	21.4	33.4	0
September	13.1	18.8	0	25.9	36.4	0
Oktober	15.6	21.3	0	29.2	44.8	0
November	15.8	37.4	0	30.1	47.5	0
Dezember	21.0	39.8	0	36.3	54.1	0
Jahr	13.7	39.8	0	27.8	56.7	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 Jahresmittel-Grenzwert LRV* 30 µg/m ³							
Periode		Museggstrasse	Kasimir-Pfyffer-Strasse	Sternmatt	Bahnhofplatz	Wesemlin Kloster	Neustadt Bleicherpark	Tribtschen (VBL)	Reussbühl
von	bis								
02.01.2023	30.01.2023	21.6	21.2	20.8	28.4	16.2	25.6	20.3	20.1
30.01.2023	01.03.2023	23.0	21.6	22.1	28.2	17.1	26.1	20.6	22.1
01.03.2023	27.03.2023	18.6	16.4	16.2	25.3	13.2	20.7	14.5	17.6
27.03.2023	25.04.2023	15.1	11.3	10.0	19.7	7.3	13.4	10.1	13.0
25.04.2023	22.05.2023	14.9	9.6	9.9	20.4	8.3	11.8	8.6	12.7
22.05.2023	19.06.2023	13.8	9.1	7.3	19.3	7.8	10.9	8.3	10.3
19.06.2023	17.07.2023	16.4	9.7	8.6	22.4	8.9	11.1	8.7	11.9
17.07.2023	14.08.2023	13.3	8.4	7.7	18.3	6.1	9.6	7.9	9.5
14.08.2023	11.09.2023	19.7	12.5	10.4	27.1	9.0	13.8	10.3	12.6
11.09.2023	09.10.2023	17.0	13.1	12.5	27.3	10.1	16.3	13.4	14.4
09.10.2023	06.11.2023	18.7	15.6	15.5	29.7	13.9	19.8	18.2	17.2
06.11.2023	06.12.2023	19.6	16.7	19.7	29.0	16.1	22.6	19.2	21.1
06.12.2023	10.01.2024	20.0	19.6	17.9	28.2	15.9	24.1	19.2	19.2
Jahresmittel		17.9	14.3	13.8	24.9	11.6	17.4	13.9	15.6

* 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
2023						
Januar	11.5	31.0	0	14.4	40.2	0
Februar	16.5	35.5	0	18.4	35.5	0
März	13.6	40.2	0	14.8	40.8	0
April	8.0	14.9	0	9.2	16.4	0
Mai	11.1	18.9	0	13.1	19.7	0
Juni	14.0	19.7	0	17.4	23.5	0
Juli	10.1	17.7	0	12.8	25.3	0
August	13.4	31.3	0	13.6	32.5	0
September	13.9	25.5	0	13.5	23.5	0
Oktober	16.0	40.2	0	15.2	38.1	0
November	6.1	12.5	0	7.1	15.5	0
Dezember	8.7	22.2	0	10.5	23.1	0
Jahr	11.9	40.2	0	13.3	40.8	0
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
2023		
Januar	9.6	35.8
Februar	12.5	29.8
März	10.3	34.5
April	6.4	13.2
Mai	8.3	14.4
Juni	10.6	13.0
Juli	7.0	15.2
August	7.8	16.1
September	8.7	17.5
Oktober	8.9	24.5
November	4.3	11.3
Dezember	8.0	20.2
Jahr	8.5	35.8
Grenzwert LRV*	10.0	-

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

4.3 Russ (EBC)

Russ (EBC)	Ebikon, Sedel		Moosstrasse	
2023	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Mittelwert µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³
Januar	0.37	0.71	0.61	1.48
Februar	0.50	1.04	0.70	1.20
März	0.36	1.03	0.53	1.16
April	0.23	0.46	0.37	0.61
Mai	0.27	0.47	0.40	0.62
Juni	0.30	0.40	0.39	0.57
Juli	0.23	0.39	0.36	0.54
August	0.29	0.59	0.43	0.75
September	0.39	0.73	0.56	0.85
Oktober	0.42	1.09	0.61	1.19
November	0.26	0.59	0.47	0.74
Dezember	0.36	0.73	0.63	1.03
Jahr	0.33	1.09	0.50	1.48
Schutzziel EKL*	0.1	-	0.1	-

* EKL, Eidgenössische Kommission für Lufthygiene

4.4 Ozon (O₃)

Ozon (O ₃)	Ebikon, Sedel				
2023	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	35.9	0	82.1	76.8	-
Februar	39.6	0	86.5	77.7	-
März	55.6	0	106.1	98.5	-
April	65.6	0	103.9	96.5	-
Mai	60.7	27	131.2	124.3	-
Juni	95.3	192	151.3	146.5	-
Juli	66.7	17	135.9	122.1	-
August	69.2	62	165.4	149.8	-
September	57.6	43	143.2	136.5	-
Oktober	38.5	0	106.1	93.1	-
November	39.5	0	87.8	76.4	-
Dezember	29.9	0	86.1	78.3	-
Jahr	54.5	341	165.4	-	14.9
Grenzwert LRV*	-	1	120.0	100.0	5.0**

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

** Schwellenwert (kein Grenzwert)

5 Messresultate seit Messbeginn

5.1 Stickstoffdioxid (NO₂)

5.1.1 Monitoring-Stationen

Stickstoffdioxid NO ₂	Museggstrasse			Ebikon, Sedel			Moosstrasse		
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Anzahl Tagesmittel > 80 µg/m ³
Jahr									
1991				37	85	2			
1992				36	99	3			
1993				34	67	0			
1994				35	68	0			
1995				33	87	1			
1996				31	71	0			
1997				31	77	0			
1998				29	69	0			
1999				28	73	0			
2000	37	75	0	27	68	0			
2001	34	54	0	25	51	0			
2002	32	58	0	26	55	0			
2003	35	83	1	26	71	0			
2004	33	66	0	23	70	0			
2005	34	75	0	26	69	0			
2006	34	70	0	27	68	0			
2007	32	61	0	24	54	0			
2008	32	65	0	25	61	0			
2009	32	77	0	25	70	0			
2010	33	88	1	25	80	0	49	99	11
2011				24	58	0	50	100	9
2012				23	76	0	48	92	6
2013				23	70	0	47	87	4
2014				22	54	0	44	76	0
2015				23	64	0	45	81	2
2016				21	57	0	41	71	0
2017				20	56	0	41	81	1
2018				18	48	0	37	93	1
2019				17	48	0	35	69	0
2020				16	44	0	30	73	0
2021				15	52	0	29	65	0
2022				15	40	0	29	55	0
2023				14	40	0	28	57	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)	Ebkon, 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
2023			18	14	14	25	12	17	14	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/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 **
2022				14	39	0	17	47	0
2023				12	40	0	13	41	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/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
2022	10	37
2023	9	36
Grenzwert LRV*	10	-

* Schweizerische Luftreinhalte-Verordnung

5.3 Russ (EBC)

Russ (BC, EBC)*	Ebikon, Sedel		Moosstrasse	
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Tagesmittel µg/m ³
2012			2.2	8.3
2013			1.8	6.3
2014	0.5	2.3	1.3	5.5
2015	0.5	2.1	1.2	2.7
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
2023	0.3	1.1	0.5	1.5
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/m ³	Maximales Stundenmittel µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	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/m ³	Maximales Stundenmittel µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	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/m ³	Maximales Stundenmittel µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	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			
	Jahresmittel µg/m ³	Maximales Stundenmittel µg/m ³	Anzahl Stundenmittel > 120 µg/m ³	AOT40 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
2022	53	177	303	15.7
2023	55	165	341	14.9
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 rund 5'200 Feuerungsanlagen 82'900 Einwohnerinnen und Einwohner und 81'800 Beschäftigte mit Wärme.⁶ Täglich fahren 2023 101'200 Fahrzeuge auf der Autobahn A2 durch den Reussport-Tunnel.⁷ Auf der Seebrücke verkehrten 2023 rund 32'700 Fahrzeuge pro Tag. 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 2023

An der Monitoring-Station *Ebikon, Sedel* wurde 2023 ein NO₂-Jahresmittelwert von 14 µg/m³ gemessen. Am stark verkehrsexponierten Standort *Moosstrasse* wurde ein Jahresmittelwert von 28 µg/m³ registriert. Dieser liegt damit ein drittes Mal in Folge unterhalb des Jahresmittelgrenzwertes von 30 µg/m³, stellt aber im regionalen Vergleich immer noch einen sehr hohen Wert dar. Erfreulicherweise wurde im Jahr 2023 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 Dieselsebusse des öffentlichen Verkehrs und Reisecars einen erheblichen Anteil zur Belastung beisteuern. Aber auch diese Fahrzeugkategorien unterliegen den immer strengeren Abgasnormen der EU und die Luftqualität scheint sich auch dort in den letzten Jahren verbessert zu haben. Beim Standort vor dem KKL wird der Grenzwert für das Jahresmittel seit 2020 unterschritten und stagniert seither bei ungefähr 25 µg/m³. Es muss immer noch davon ausgegangen werden, dass der Jahresmittelgrenzwert am zentralen Bahnhofplatz nach wie vor überschritten wird, wie dies während einmaligen Messungen im Jahr 2020 beobachtet wurde. Zudem kann angefügt werden, dass der NO₂-Jahresmittelwert am *Bahnhofplatz* immer noch mehr als doppelt so hoch ist wie derjenige am Standort *Wesemlin-Kloster*.

Im Winterhalbjahr liegt 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 regelmässig 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 zei-

⁶ LUSTAT Statistik Luzern (2024). Beschäftigungsdichte. <https://www.lustat.ch/monitoring/kennzahlen-stadt-luzern/wirtschaft-und-arbeit/beschaeftigungsdichte>. Letzter Zugriff: 25.03.2024

⁷ Bundesamt für Strassen ASTRA (2024). Jahresergebnisse 2023. <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/dokumentation/daten-informationsprodukte/verkehrsdaten/daten-publikationen/automatische-strassenverkehrszaehlung/monats-jahresergebnisse.html>. Letzter Zugriff: 25.03.2024

gen 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.⁸ Für die stark verkehrsbelastete Monitoring-Station *Moosstrasse* ist dieser Rückgang in der Belastung mit Stickstoffdioxid in den letzten zehn Jahren noch deutlicher.⁹

In Bezug auf die Stickstoffdioxidbelastung in der Stadt Luzern wurden im Jahr 2023 die bisher besten Ergebnisse verzeichnet. An allen langjährigen Messstationen wurde der Grenzwert für das Jahresmittel deutlich unterschritten oder (im Fall der Messstation *Moosstrasse*) zumindest 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 Reussbühlstrasse¹⁰ ist die Stickstoffdioxid-Belastung an der Hauptstrasse um über ein Drittel gesunken und liegt heute deutlich unter dem Jahresmittelgrenzwert der LRV.¹¹

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 2023 wurde zum fünften Mal in Folge keine einzige Überschreitung des Tagesgrenzwertes beobachtet.

6.3 Feinstaub (PM10 und PM2.5)

6.3.1 Situation 2023

Das PM10-Jahresmittel lag an der Station *Ebikon, Sedel* bei 12 µg/m³ und somit unter dem in der LRV vorgegebenen Grenzwert von 20 µg/m³. An der Messstation *Moosstrasse* betrug die PM10-Jahresmittelkonzentration 13 µg/m³ und lag damit ebenfalls unter dem Grenzwert. Mit 40 respektive 41 µg/m³ an den Messstandorten *Ebikon, Sedel* respektive *Moosstrasse* lagen die höchsten Tagesmittelwerte über das ganze Jahr betrachtet im Rahmen der Vorschriften.

Es ist üblich, dass während Inversionslagen in den Wintermonaten hohe Tagesmittelwerte beobachtet werden. Anfangs März lag im Flachland Hochnebel¹², und die Feinstaubkonzentrationen waren hoch. Der höchste Tagesmittelwert wurde an beiden Messstationen am 4. März beobachtet. Mit dem Einsetzen einer Tiefdrucklage am 6. März begannen auch die Feinstaubwerte in Luzern wieder zu sinken.

Im Vergleich zu September und November wurde im Oktober ein hoher Monatsmittelwert verzeichnet. Dies ist auf hohe Tagesmittelwerte Anfangs Oktober zurückzuführen. Bis am 14. Oktober war das Wetter hochdruckbedingt.¹³ Bei solchen Wetterlagen werden Abgase nur bedingt verdünnt. Zudem wurde in diesem Zeitraum der Niedergang von Saharastaub dokumentiert, was ebenfalls zu höheren Werten beigetragen hat. Auch im Oktober sanken die Feinstaubkonzentrationen zeitgleich mit einem Wetterumschwung am 14. Oktober.

Für die gesundheitlich relevantere Feinstaubfraktion PM2.5 wurde ein Jahresmittelwert von 9 µg/m³ verzeichnet. Somit wurde der Grenzwert von 10 µg/m³ leicht unterschritten. Der PM2.5-Anteil in PM10 lag im Jahr 2023 bei 71 %, was knapp unter dem langjährigen Mittel von NABEL-Stationen liegt (75 %).¹⁴ Für PM2.5 existiert kein Grenzwert für den Tagesmittelwert.

⁸ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen NO₂-Belastung an der Monitoring-Station *Ebikon, Sedel*: -1.0 [-1.15, -0.88]

⁹ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen NO₂-Belastung an der Monitoring-Station *Moosstrasse*: -2.1 [-2.58, -1.70]

¹⁰ 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.

¹¹ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen NO₂-Belastung am Passivsammlerstandort *Reussbühl*: -1.7 [-2.21, -1.22]

¹² Meteoschweiz (2023). Klimabulletin März 2023.

¹³ Meteoschweiz (2023). Klimabulletin Oktober 2023.

¹⁴ Bundesamt für Umwelt BAFU (2019). Feinstaub PM2.5: Fragen und Antworten zu Eigenschaften, Emissionen, Immissionen, Auswirkungen und Massnahmen.

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 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, welcher im Jahr 2013 zum letzten Mal überschritten wurde. Ebenfalls sind in den letzten Jahren weniger, respektive gar keine Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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. Es gilt zu erwähnen, dass die Belastung am Standort *Moosstrasse* stark von den Verkehrsemissionen beeinflusst ist.

Der statistisch signifikante Rückgang der Feinstaubkonzentration in den letzten Jahren^{15,16} 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.¹⁷

Die gesundheitlich relevantere Feinstaubfraktion PM2.5 wird auf Stadtgebiet nur an der Messstation *Moosstrasse* und erst seit 2019 gemessen. Der Jahresmittelwert ist seither nicht wesentlich zurückgegangen und liegt jeweils bei etwa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, was gleichzeitig auch dem Grenzwert gemäss LRV entspricht. Dieser Trend ist analog zu den gemessenen PM10-Konzentrationen, die vor allem in den Jahren vor 2019 eine sinkende Tendenz aufweisen und seither weitgehend konstant geblieben sind.

6.4 Russ (EBC)

Nebst dem Verkehr sind Feuerungsanlagen (insbesondere Holzfeuerungen) eine wichtige Quelle der Russemissionen. Seit Juni 2012 wird Dieselmotoren 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 2023

Der Jahresmittelwert 2023 betrug an der Messstation *Moosstrasse* $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der Messstation *Ebikon, Sedel* $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An beiden Standorten wurden somit die tiefsten Werte seit Messbeginn registriert. Der Zielwert der EKL wurde allerdings weiterhin (Faktor 5 bzw. 3) 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. So wurde im Februar 2023 sowohl am Standort *Moosstrasse* sowie am Standort *Ebikon, Sedel* der höchste Monatsmittelwert

¹⁵ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen PM10-Belastung an der Monitoring-Station *Ebikon, Sedel*: -0.4 [-0.64, -0.06]

¹⁶ Trendberechnung inkl. Konfidenzintervall der 10-jährigen PM10-Belastung an der Monitoring-Station *Moosstrasse*: -1.2 [-1.54, -0.77]

¹⁷ 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>

($0.70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $0.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) registriert. 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. Der erneute Rückgang im letzten Messjahr kann somit als Fortsetzung des rückläufigen Trends gedeutet werden. Am Messstandort *Ebikon, Sedel* wurde seit 2014 eine konstante Russbelastung von etwa $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Der diesjährige Jahresmittelwert liegt zum ersten Mal deutlich tiefer.

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-Jahres-Zwischenziel für die Reduktion von krebserregendem Russ auf 20 % der damaligen Werte.¹⁸ An der *Moosstrasse* betrug die Russkonzentration dieses Jahr 29 % der Konzentration im Jahr 2013. Damit wurde das Zwischenziel zwar verfehlt, aber die Verbesserung ist deutlich. Die Zeitreihe am Standort *Ebikon, Sedel* ist knapp zehnjährig. Deshalb lässt sich hier kein Vergleich zwischen 2013 und 2023 ziehen. Ein Vergleich zwischen 2014 und 2023 zeigt, dass die Russkonzentration im Jahr 2023 noch 65 % derjenigen im Jahr 2014 beträgt. Hier wird das Reduktionsziel somit klar verfehlt.

Im Russbericht, welcher im Auftrag von «Umwelt Zentralschweiz» erstellt wurde, werden die Russdaten der vergangenen Jahre detailliert aufgeschlüsselt und analysiert.¹⁹ 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* 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 2023

An der Station *Ebikon, Sedel* wurde im Jahr 2023 der Grenzwert für das Stundenmittel 341-mal überschritten. Der Belastungswert für Wald (AOT40 Wald) erreichte mit $14.9 \text{ ppm}\cdot\text{h}$ das Dreifache des Schwellenwertes, ab dem schädliche Auswirkungen auf Wachstum und Entwicklung der Pflanzen zu erwarten sind. Folglich kommt es weiterhin zu negativen gesundheitlichen Auswirkungen auf die Bevölkerung und auf die Vegetation.

Der maximale Stundenmittelwert als Mass für kurzfristige Spitzenbelastungen lag im Jahr 2023 bei $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Ozonbelastung bewegte sich 2023 erneut massiv über den zulässigen Grenzwerten der LRV. Ins Auge sticht insbesondere der Monat Juni. Hier wurden ein Monatsmittelwert von $95.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sowie 192 Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes verzeichnet. Diese hohen Werte sind klar auf die hohe Sonnenscheindauer zurückzuführen.

Der letztjährige Rekordjahresmittelwert von $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde dieses Jahr mit $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ noch einmal übertroffen. Der Jahresmittelwert 2023 stellt somit den höchsten Wert seit Messbeginn im Jahr 1991 dar.

¹⁸ Eidgenössische Kommission für Lufthygiene EKL (2013). *Feinstaub in der Schweiz 2013*.

¹⁹ Wey, H. (2022). Auswertung der Russmessdaten des in-LUFT und des MfMU-U-Projekts der Jahre 2009 bis 2016. inNET Monitoring AG.

6.5.2 Langjährige Entwicklung

Die Entwicklung hin zu höheren Jahresmittelwerten stellt einen Kontrast zu den Entwicklungen der Konzentrationen der anderen Schadstoffe dar. Ein Grund dafür könnte ein nachlassender Ozon-Abbauprozess sein. An verkehrsbelasteten Standorten wird bodennahes Ozon während der Nacht in einer Reaktion mit Stickstoffmonoxid abgebaut. Mit dem Rückgang der NO_x-Emissionen aus dem Verkehr reduziert sich das Ausmass dieses nächtlichen Ozonabbaus.

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 2023 liegt mit 341 Stunden innerhalb dieser Spanne. Der hohe Wert ist klar auf die hohe Sonnenscheindauer zurückzuführen. Vor allem während der Hochdruckphase im Juni fand eine starke Ozonbildung statt.

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 2023 lag der maximale Stundenmittelwert mit 165 µg/m³ im unteren Bereich dieser Spanne.

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. Mit der starken Abnahme der Stickstoffdioxidkonzentrationen an diesem Standort ist davon auszugehen, dass auch die Konzentrationen der Vorläufersubstanz Stickstoffmonoxid und das Ausmass des damit verbundenen Ozonabbaus abnehmen. Periodische Messungen der Ozonbelastung an diesem Standort könnten dazu Anhaltspunkte geben.

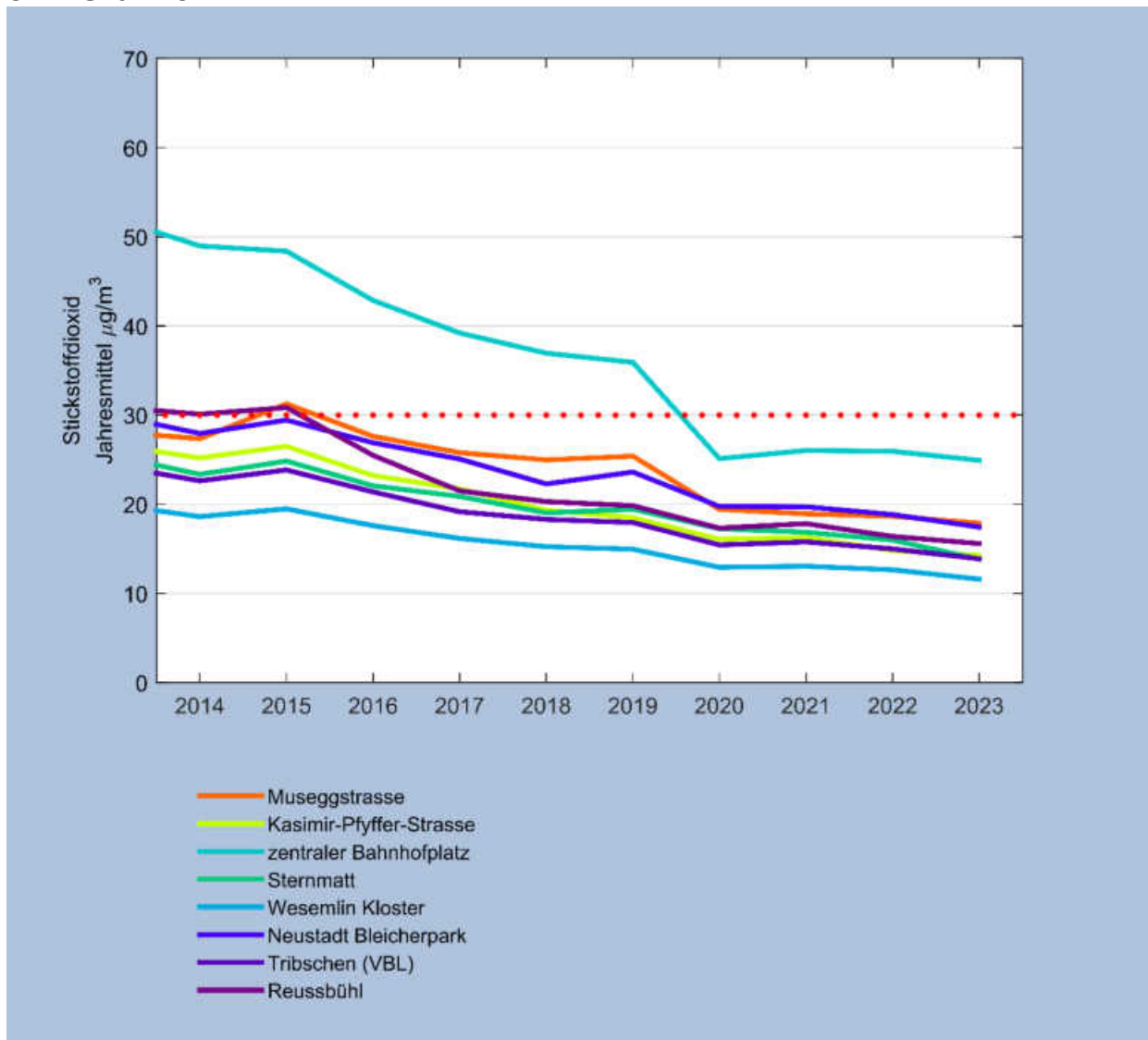
7 Glossar

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 $5 \text{ ppm}\cdot\text{h}$ für langzeitliche Ozonbelastungen festgelegt, bei dessen Überschreitung schädliche Wirkungen auf Wachstum und Entwicklung der Pflanzen zu erwarten sind. ²⁰
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
PM10	Partikelförmige (PM = Particulate Matter), feindisperse Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser $< 10 \mu\text{m}$
PM2.5	Partikelförmige (PM = Particulate Matter), feindisperse Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser $< 2.5 \mu\text{m}$
ppb	Parts per billion, zu Deutsch Teile pro Milliarde
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.

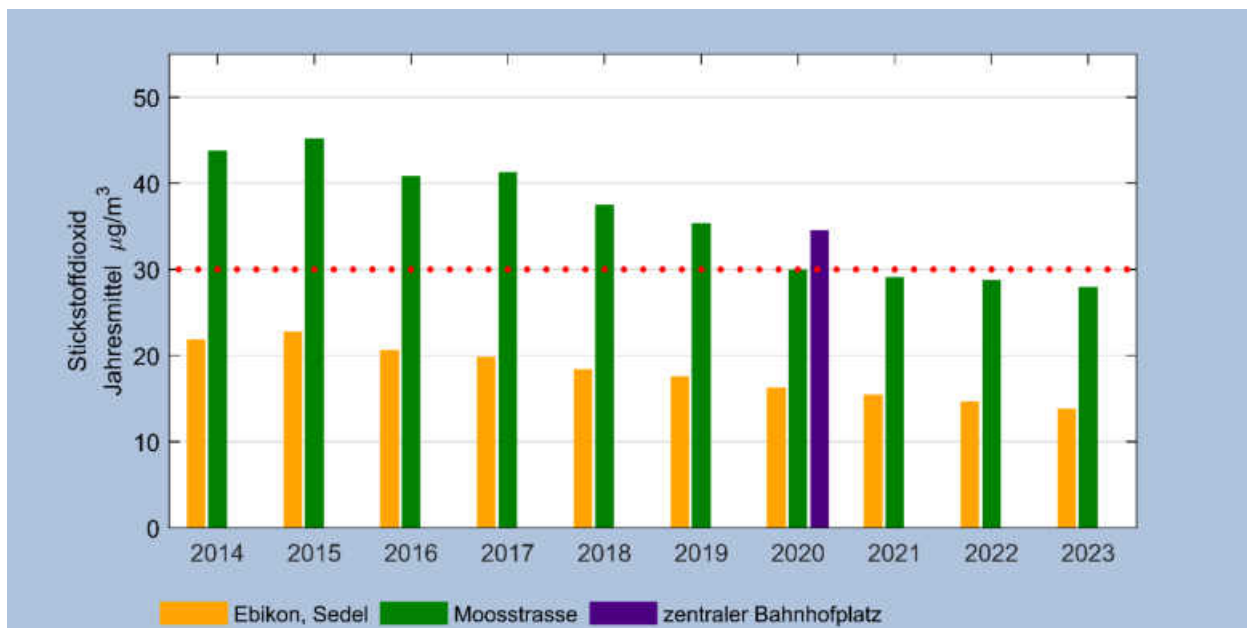
²⁰ Bundesamt für Umwelt BAFU (2021). 4.7 Berechnung der AOT40-Werte für Ozon. In *Immissionsmessung von Luftfremdstoffen: Messempfehlungen Stand 2021* (2. Aktualisierte Aufl., S.19-20).

8 Anhang

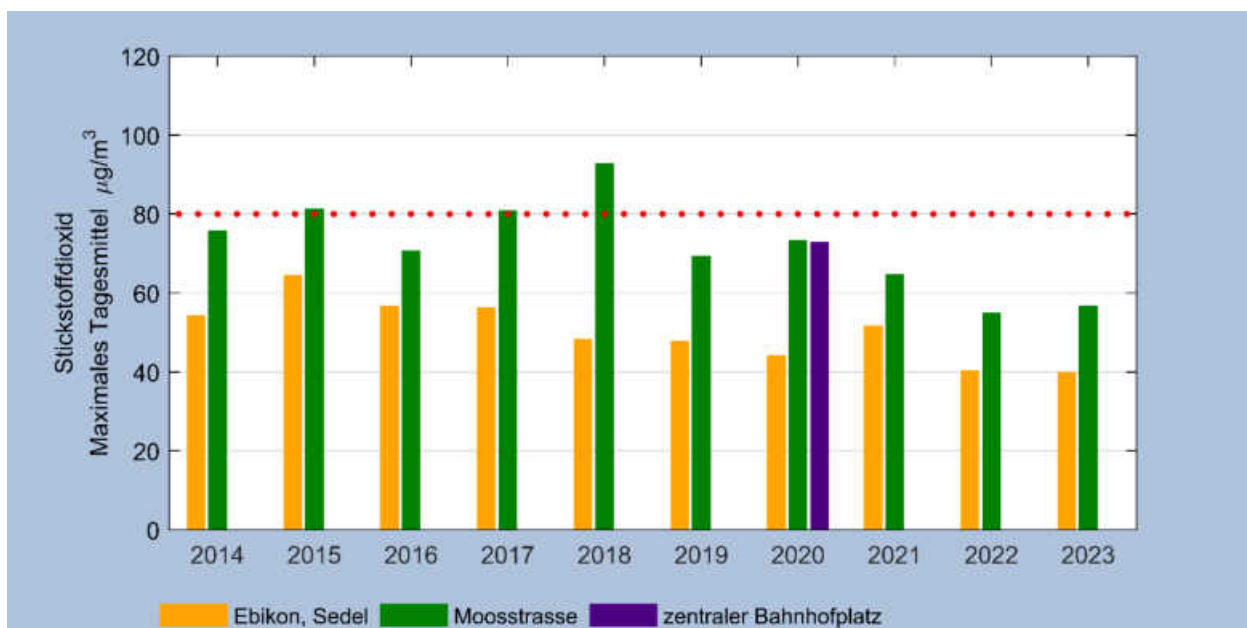
8.1 Grafiken



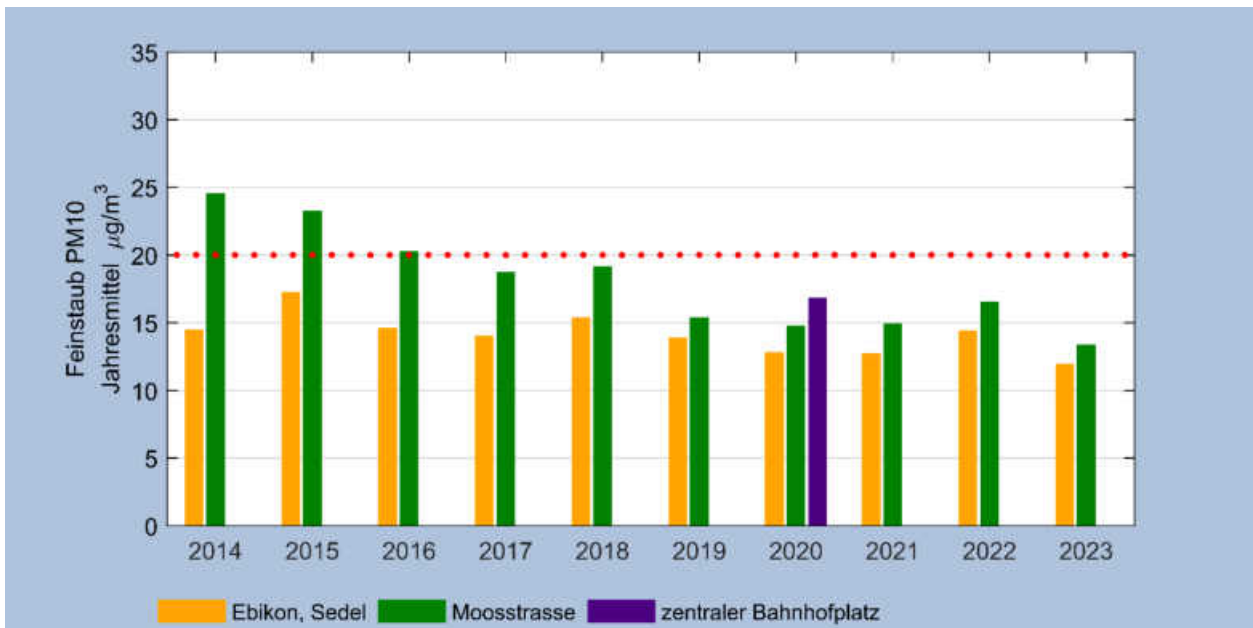
Graphik 8.1: Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte von Messungen mit Passivsammlern an verschiedenen Standorten (2014 bis 2023). Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV definierten Jahresmittelgrenzwert von 30 µg/m³.



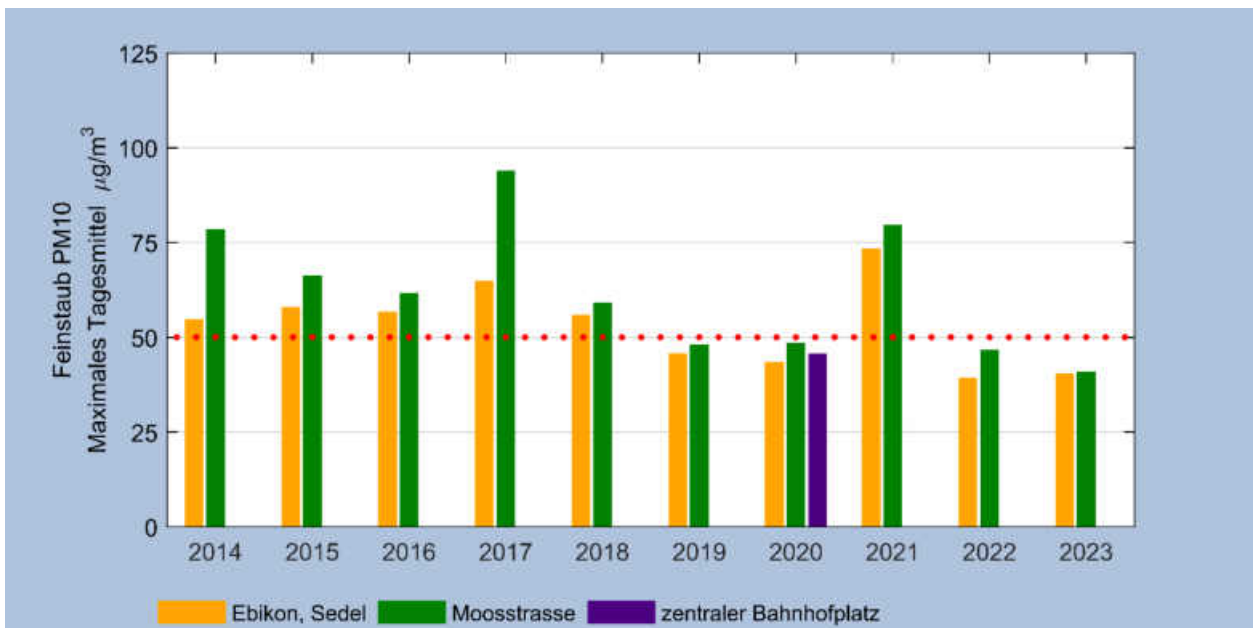
Grafik 8.2: NO₂-Jahresmittelwerte der Monitoring-Stationen *Moosstrasse*, *zentraler Bahnhofplatz* und *Ebikon, Sedel* von 2014 bis 2023. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV definierten Jahresmittelgrenzwert von 30 µg/m³.



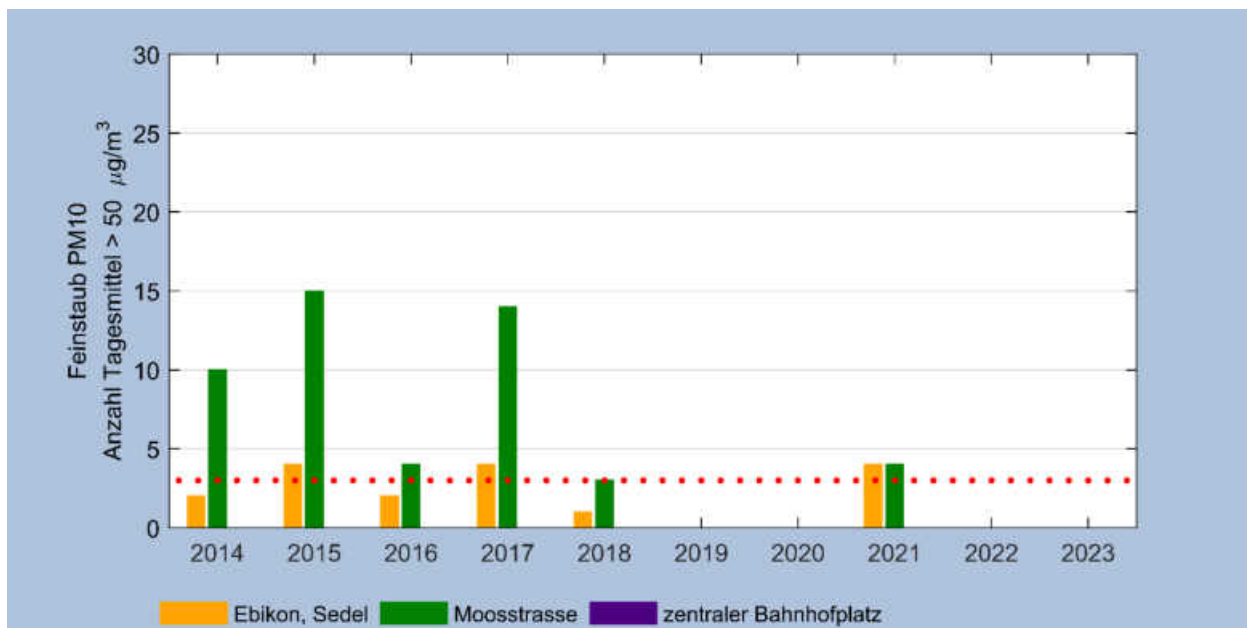
Grafik 8.3: Maximale NO₂-Tagesmittelwerte der Monitoring-Stationen *Moosstrasse*, *zentraler Bahnhofplatz* und *Ebikon, Sedel* von 2014 bis 2023. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV definierten 24-h-Mittelwert von 80 µg/m³, welcher höchstens einmal pro Jahr überschritten werden darf.



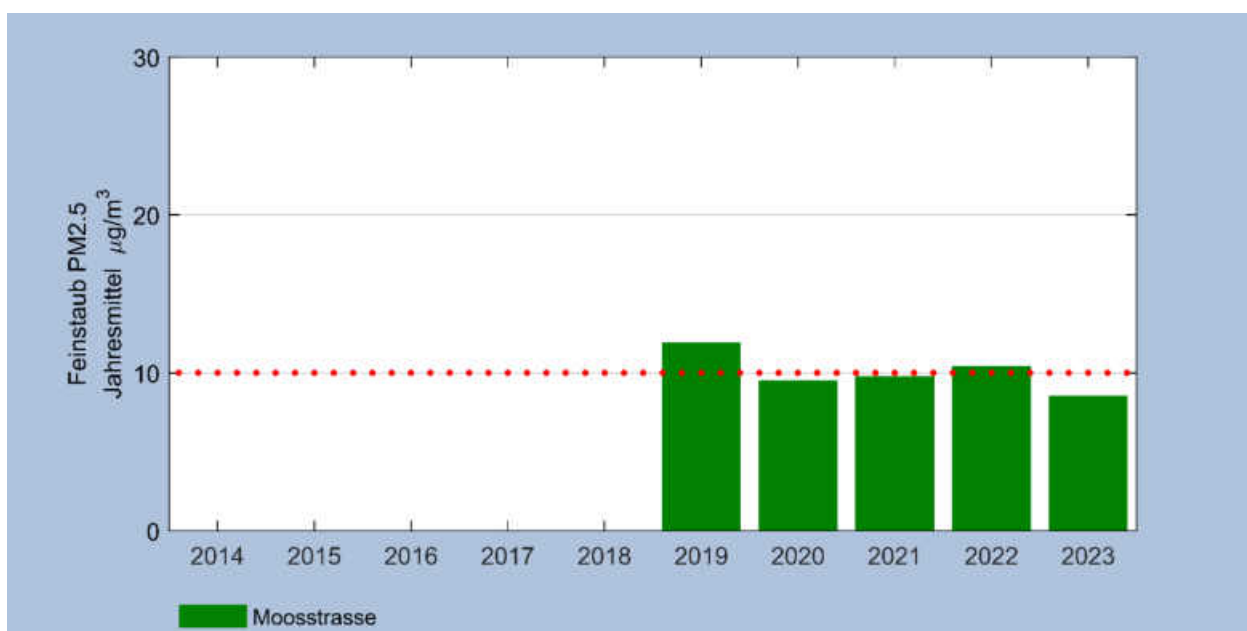
Grafik 8.4: PM10-Jahresmittelwerte der Monitoring-Stationen *Moosstrasse*, *zentraler Bahnhofplatz* und *Ebikon, Sedel* von 2014 bis 2023. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV definierten Jahresmittelgrenzwert von 20 µg/m³.



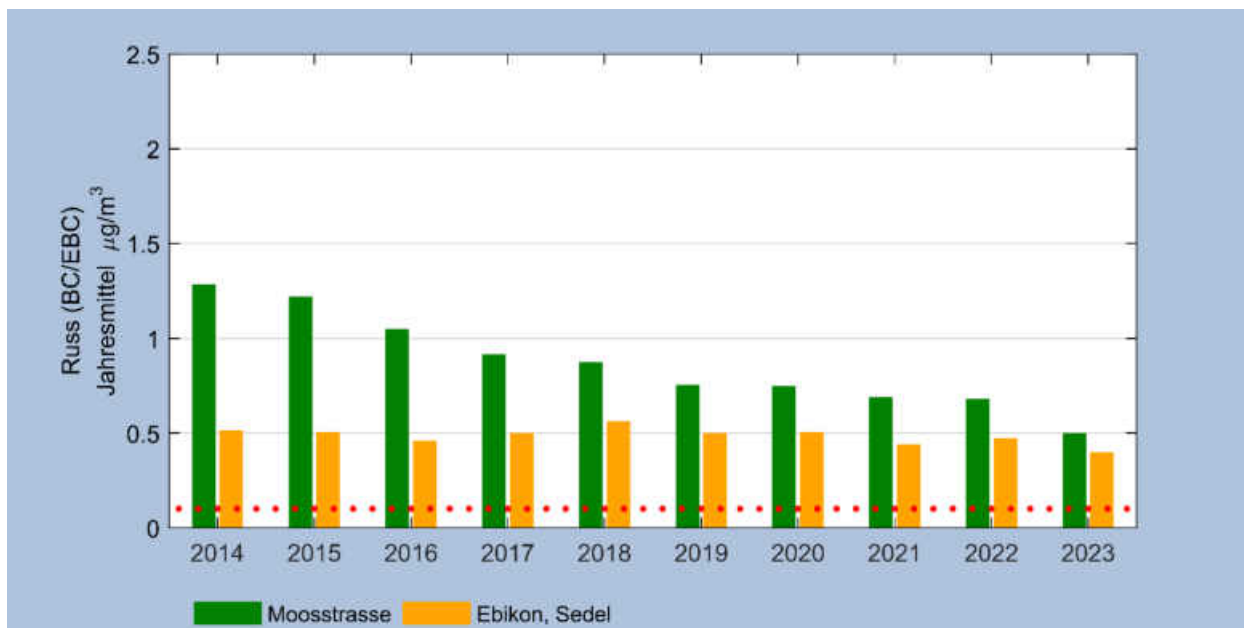
Grafik 8.5: Maximale PM10-Tagesmittelwerte der Monitoring-Stationen *Moosstrasse*, *zentraler Bahnhofplatz* und *Ebikon, Sedel* von 2014 bis 2023. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV definierten 24-h-Mittelwert von 50 µg/m³, welcher höchstens dreimal pro Jahr überschritten werden darf.



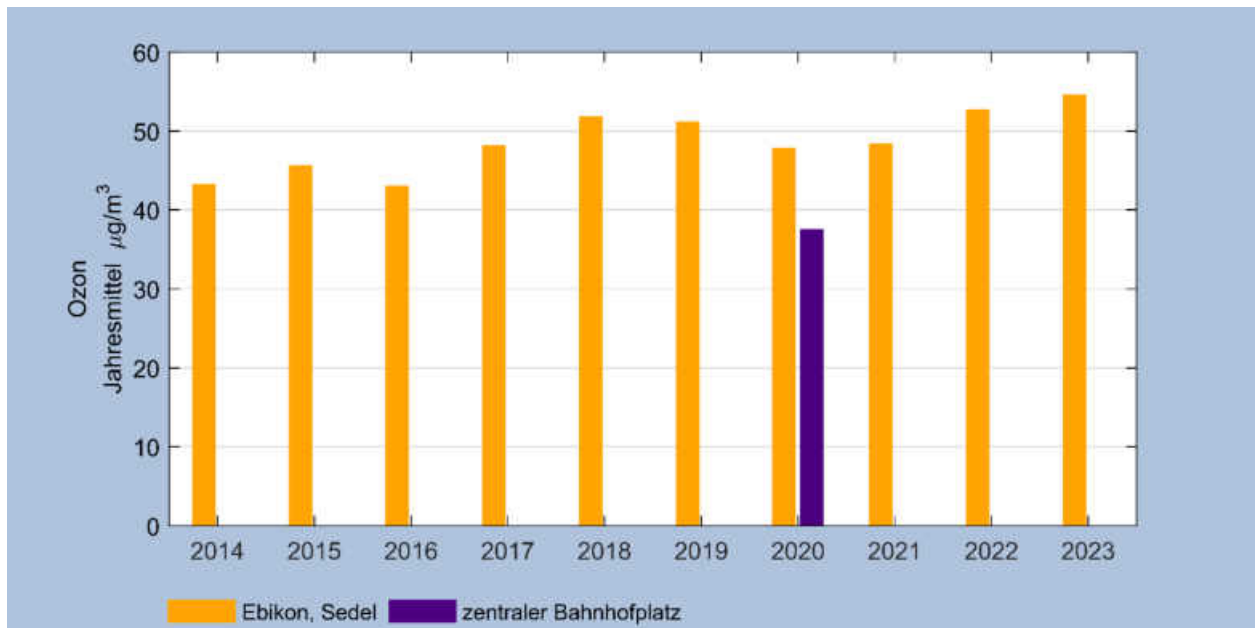
Grafik 8.6: Anzahl Tage mit PM10-Tagesmittelwerten über dem in der LRV festgehaltenen Grenzwert von 50 µg/m³ an den Monitoring-Stationen *Moosstrasse*, *zentraler Bahnhofplatz* und *Ebikon, Sedel* von 2014 bis 2023. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert die drei Tage, an denen gemäss LRV der Grenzwert von 50 µg/m³ maximal überschritten werden darf.



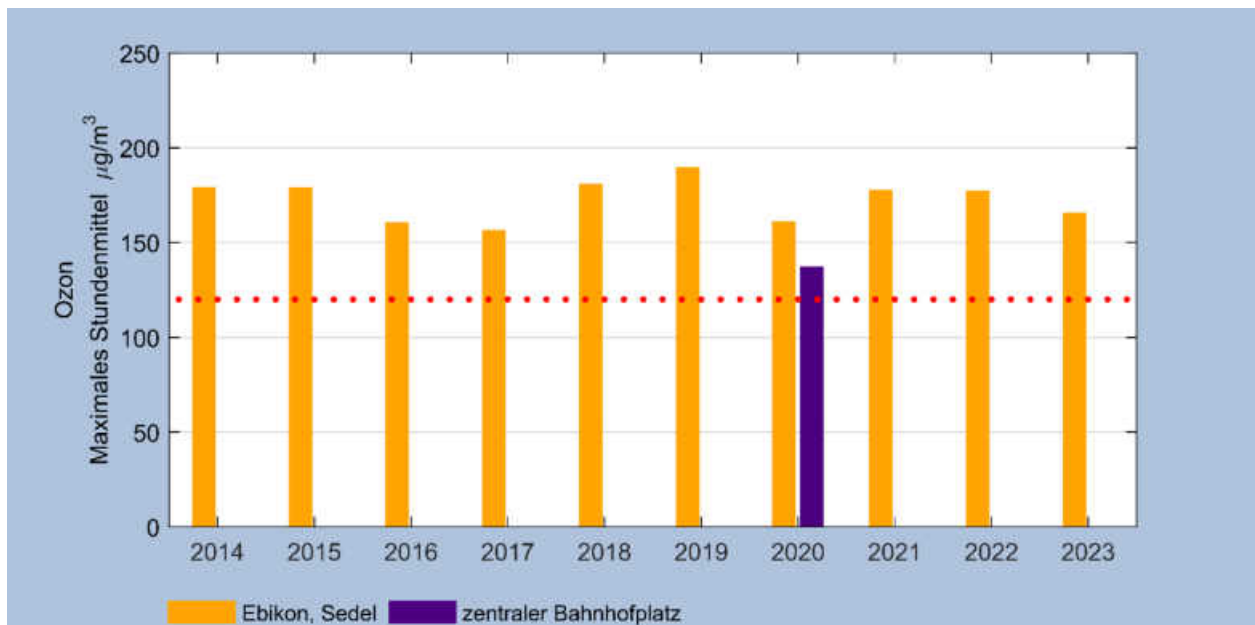
Grafik 8.7: PM2.5-Jahresmittelwerte an der Monitoring-Station *Moosstrasse* von 2019 bis 2023. PM2.5-Messungen finden erst seit 2019 statt. Die gepunktete, rote Linie repräsentiert den in der LRV festgehaltenen Jahresmittelgrenzwert von 10 µg/m³.



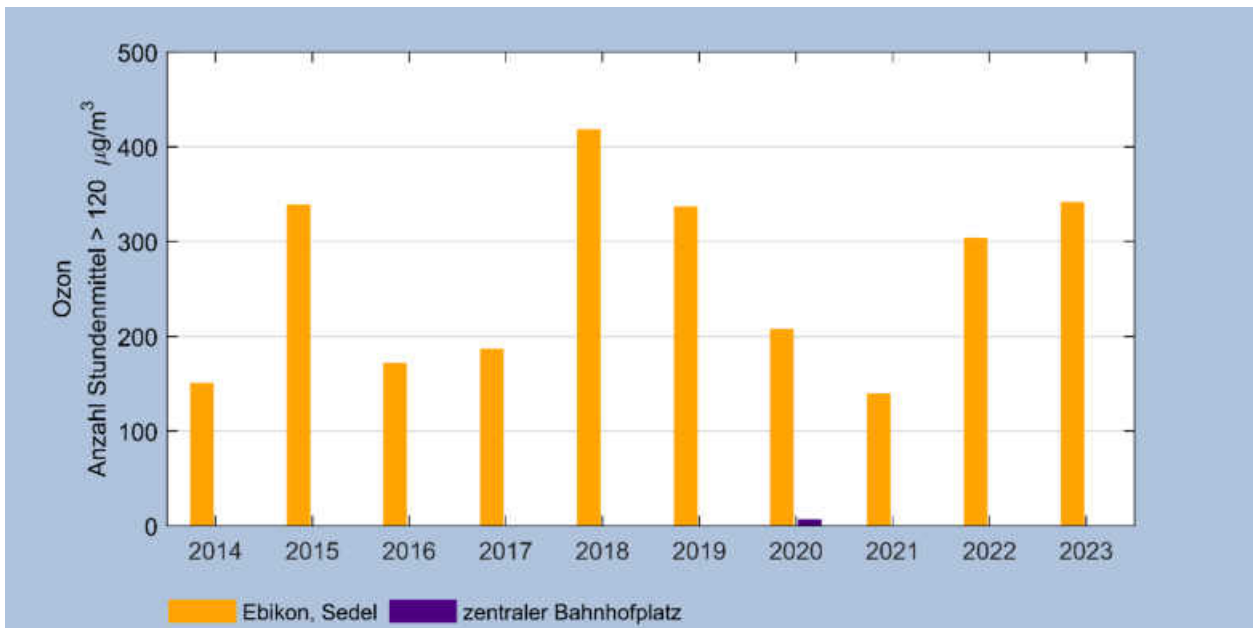
Grafik 8.8: Russ-Jahresmittelwerte der Monitoring-Stationen *Ebikon, Sedel* und *Moosstrasse* von 2014 bis 2023. Die gepunktete, rote Linie stellt das Schutzziel von $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene dar.



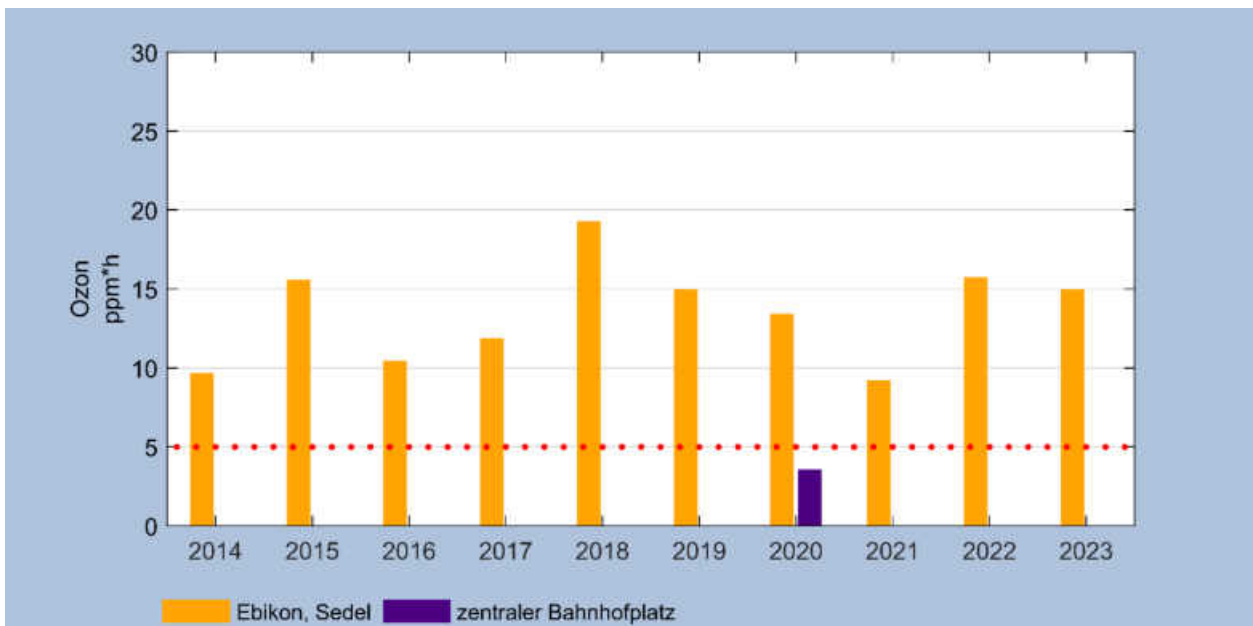
Grafik 8.9: O₃-Jahresmittelwerte an den Monitoring-Stationen *Ebikon, Sedel* und *zentraler Bahnhofplatz* von 2014 bis 2023.



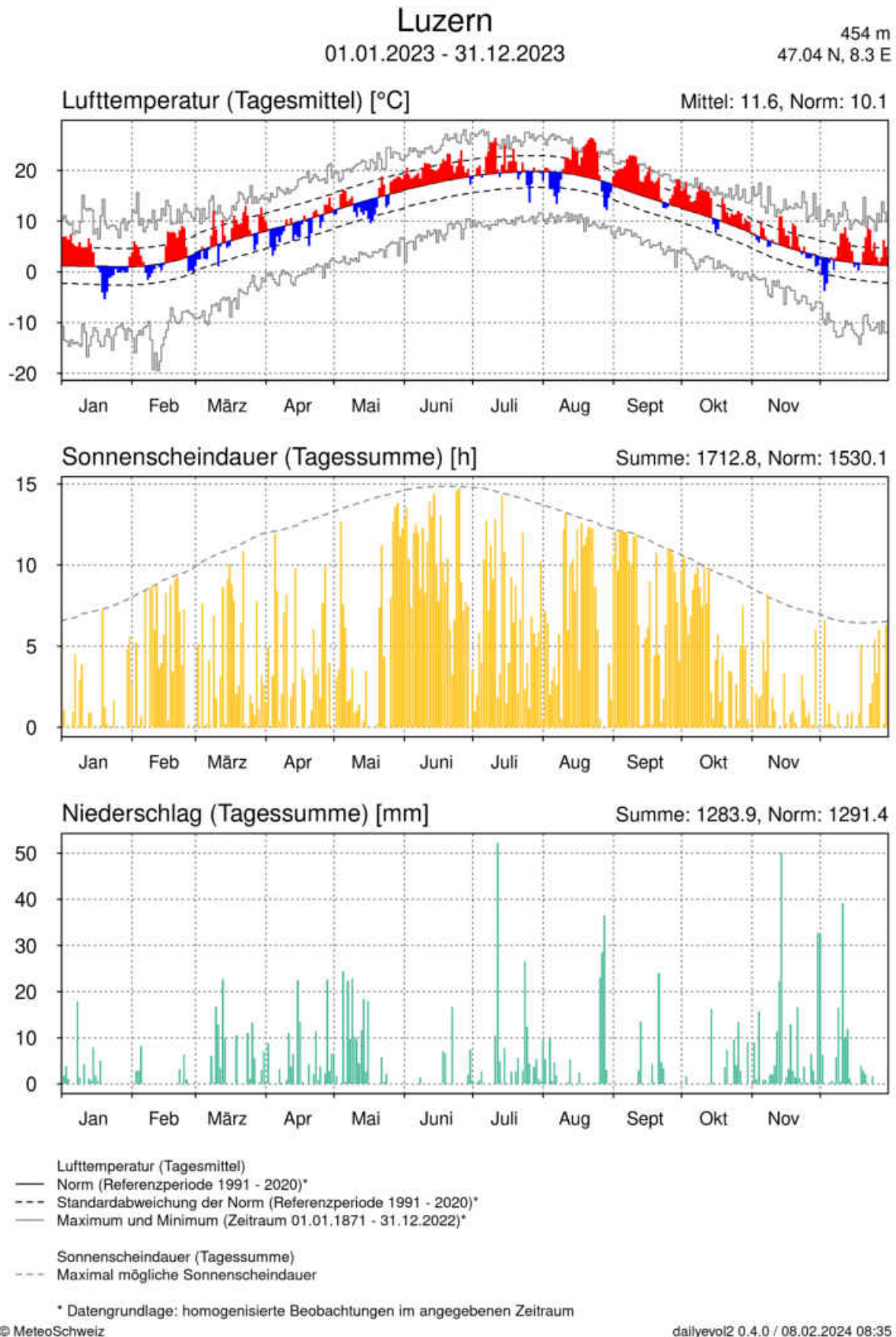
Grafik 8.10: Maximaler O₃-Stundenmittelwert an den Monitoring-Stationen *Ebikon, Sedel* und *zentraler Bahnhofplatz* von 2014 bis 2023. Die gepunktete, rote Linie stellt den in der LRV festgehaltenen Grenzwert von 120 µg/m³ dar, welcher höchstens einmal im Jahr überschritten werden darf.



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 2014 bis 2023. 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 2014 bis 2023. Die gepunktete, rote Linie stellt den kritischen Schwellenwert von 5 ppm·h dar, ab welchem mit Wachstumseinbussen in Wäldern gerechnet werden muss.



Grafik 8.13: Lufttemperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag vom 01.01.2023 bis 31.12.2023 an der Messstation Luzern. Die angegebenen Normwerte entsprechen der Periode 1991-2020.²¹

²¹ MeteoSchweiz (2024). Jahresverlauf Temperatur, Sonnenschein und Niederschlag. <https://www.meteoschweiz.admin.ch/klima/klima-der-schweiz/jahresverlauf-temperatur-sonnenschein-und-niederschlag.html>. Letzter Zugriff: 25.03.2024

8.2 BAFU-Stationsblätter

8.2.1 Ebikon, Sedel

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort Jahr

Messinstanz Ost in m Nord in m Höhe m über Meer

Kontaktperson/Tel. Koordinaten / m von Strasse m über Boden

Umrechnung von ppb in µg/m³ bei °C / hPa Probenahme m von Strasse m über Boden

Umgebung	Haupt-Emissionsquellen	Ländliche Hintergrund-Station	Ausbreitung	Verkehrsbelastung	Meteoparam.
<input type="checkbox"/> städtische <input checked="" type="checkbox"/> vor-/kleinstädtisch <input type="checkbox"/> ländlich	<input type="checkbox"/> Verkehr <input type="checkbox"/> Industrie <input checked="" type="checkbox"/> Hintergrund	<input type="checkbox"/> stadtnah <input type="checkbox"/> regional <input type="checkbox"/> abgelegen	<input type="checkbox"/> Strassenschlucht <input type="checkbox"/> einseitig offen <input checked="" type="checkbox"/> offen <input type="checkbox"/> erhöht	<input type="checkbox"/> sehr gering <input type="checkbox"/> Gering <input type="checkbox"/> Mittel <input type="checkbox"/> Hoch <input type="checkbox"/> sehr hoch	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

	Einheit	95%-Wert der			Tagesmittel > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte			Messgerät / Messmethode
		Jahresmittel	1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel		Jahr	Tag	95%	
SO ₂	µg/m ³					30	100	100	Thermo42i / chemi
NO ₂	µg/m ³	13.74	36.11	39.82	0	30	80	100	
NO _x	ppb	9.60	30.11	43.18					Thermo42i / chemi
CO	mg/m ³						8		
TSP	µg/m ³								
PM10	µg/m ³	11.91		40.24	0	20	50		FIDAS200 oder APDA-372 / light-scat + FIDAS200 oder APDA-372 / light-scat +
PM2.5	µg/m ³					10			
PM1	µg/m ³								
Partikelanzahl	1/cm ³								
EC / Russ	µg/m ³	0.33		1.09					AE33 / light-abs + EC/OC-Analytik
Pb in PM10	ng/m ³					500			
Cd in PM10	ng/m ³					1.5			
Staubniederschlag	mg/(m ² ·d)					200			
Pb im SN	µg/(m ² ·d)					100			
Cd im SN	µg/(m ² ·d)					2			
Zn im SN	µg/(m ² ·d)					400			
Tl im SN	µg/(m ² ·d)					2			
Benzol	µg/m ³								
Toluol	µg/m ³								
NMVO _C	µg CH ₄ /m ³								
Ammoniak	µg/m ³								

Ozon		Messgerät		Horiba APOA-370		Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel						Dosis
Einheit	Jahresmittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m ³	Anzahl 1h-Mittel	> 120 µg/m ³		> 180 µg/m ³		> 240 µg/m ³		AOT40f in ppm·h
µg/m ³	54.55	149.77	165.43	5	8539	h	d	h	d	h	d	14.94
						341	51	0	0	0	0	

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 **Jahr**

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

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

Umgebung	Haupt-Emissionsquellen	Ländliche Hintergrund-Station	Ausbreitung	Verkehrsbelastung	Meteoparam.
<input checked="" type="checkbox"/> städtische <input type="checkbox"/> vor-/kleinstädtisch <input type="checkbox"/> ländlich	<input checked="" type="checkbox"/> Verkehr <input type="checkbox"/> Industrie <input type="checkbox"/> Hintergrund	<input type="checkbox"/> stadtnah <input type="checkbox"/> regional <input type="checkbox"/> abgelegen	<input checked="" type="checkbox"/> Strassenschlucht <input type="checkbox"/> einseitig offen <input type="checkbox"/> offen <input type="checkbox"/> erhöht	<input type="checkbox"/> sehr gering <input type="checkbox"/> Gering <input type="checkbox"/> Mittel <input checked="" type="checkbox"/> Hoch <input type="checkbox"/> sehr hoch	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW (Anz.)	Immissionsgrenzwerte			Messgerät / Messmethode
						Jahr	Tag	95%	
SO ₂	µg/m ³					30	100	100	
NO ₂	µg/m ³	27.84	55.23	56.65	0	30	80	100	Horiba APNA-370 / chemi
NO _x	ppb	24.44	61.42	74.66					Horiba APNA-370 / chemi
CO	mg/m ³						8		
TSP	µg/m ³								
PM10	µg/m ³	13.33		40.80	0	20	50		FIDAS200 oder APDA-372 / light-scat +
PM2.5	µg/m ³	8.53		35.79		10			FIDAS200 oder APDA-372 / light-scat +
PM1	µg/m ³								
Partikelanzahl	1/cm ³								
EC / Russ	µg/m ³	0.50		1.48					AE33 / light-abs + EC/OC-Analytik
Pb in PM10	ng/m ³					500			
Cd in PM10	ng/m ³					1.5			
Staubniederschlag	mg/(m ² -d)					200			
Pb im SN	µg/(m ² -d)					100			
Cd im SN	µg/(m ² -d)					2			
Zn im SN	µg/(m ² -d)					400			
Tl im SN	µg/(m ² -d)					2			
Benzol	µg/m ³								
Toluol	µg/m ³								
NMVOG	µg CH ₄ /m ³								
Ammoniak	µg/m ³								

Ozon		Messgerät <input type="text"/>		Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel						Dosis AOT40f		
	Jahresmittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m ³		Anzahl 1h-Mittel		> 120 µg/m ³	> 180 µg/m ³	> 240 µg/m ³	AOT40f in ppm-h	
Einheit								h	d	h	d	
µg/m ³												

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.