

Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe NABEL

Messergebnisse 2023

Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt BAFU und von der Eidg. Materialprüfungs- und
Forschungsanstalt Empa, Bern, 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL)	4
3	Luftbelastung 2023 und langjährige Entwicklung	7
4	Stickoxide	10
5	Feinstaub	16
6	Ozon	24
7	Schwefeldioxid	30
8	Kohlenmonoxid	32
9	Flüchtige organische Verbindungen	34
10	Treibhausgase	38
11	Staubniederschlag	40
12	Schwermetalle	41
13	Regeninhaltsstoffe	47
14	Stickstoffverbindungen	51
15	Monats- und Jahreswerte der Stationen	55
16	VOC-Messwerte	88
	Anhang	91
	Anhang A1: Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung	92
	Anhang A2: Standortcharakterisierung	93
	Anhang A3: NABEL-Messprogramm	94
	Anhang A4: Messverfahren	95
	Anhang A5: Umrechnungsfaktoren der Konzentrationen	96
	Anhang A6: Homogenisierung von Messreihen der Station Bern	96

1 Einleitung

Der Bericht dokumentiert anhand von Messresultaten des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) den Zustand der Luft in der Schweiz. Er zeigt die Entwicklung der Luftverschmutzung seit Beginn der 1980er-Jahre und präsentiert ausführlich die Messwerte des Jahres 2023 für alle NABEL Messstationen.

Eine zusammenfassende Darstellung der Luftqualität in der Schweiz findet sich im Bericht [UZ-2418-D](#).

Die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen seit Beginn der Messungen zeigt eine deutliche Verbesserung der

Luftqualität in der Schweiz. Die Luftbelastung des Jahres 2023 kann wie folgt charakterisiert werden: Die Immissionsgrenzwerte für Ozon wurden im Jahr 2023 an allen NABEL-Stationen überschritten. Die Immissionsgrenzwerte für lungengängigen Feinstaub (PM_{2.5}) wurden erstmals an allen NABEL-Stationen eingehalten. Auch die Grenzwerte für weitere Luftschadstoffe wurden an allen NABEL-Stationen eingehalten.

2 Das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL)

Entstehung des Messnetzes

Systematische Messungen von Schadstoffen in der Aussenluft, sogenannte Immissionsmessungen, werden in der Schweiz etwa seit Mitte der sechziger Jahre durchgeführt, wobei man sich damals auf die Schadstoffe Schwefeldioxid und Staub konzentrierte. Seit 1968 beteiligt sich die Schweiz mit drei Messstationen (Payerne, Dübendorf und Locarno-Monti), seit 1973 auch mit dem Jungfraujoch, an internationalen Messprogrammen. Daraus ging 1978 das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL) hervor. Das Messnetz hat seinen Betrieb 1979 etappenweise aufgenommen. In den Jahren 1989 bis 1991 wurde das NABEL-Messnetz modernisiert und von 8 auf 16 Stationen erweitert. Der Betrieb und die Wartung der Messsysteme, die Qualitätssicherung und die Datenkontrolle werden von der Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Dübendorf durchgeführt. Das BAFU ist für das Konzept des Messnetzes, das Datenmanagement, die Auswertung der Daten und für die Datenpublikation zuständig.

Ziel und Zweck des Messnetzes

Gemäss Artikel 39 Absatz 1 der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 führt das Bundesamt für Umwelt Erhebungen über die Luftverschmutzung im gesamtschweizerischen Rahmen durch. Das NABEL dient insbesondere der Erfüllung dieser gesetzlichen Aufgabe. Es ist somit ein wichtiges Vollzugsinstrument der LRV, indem es vor allem der Erfolgskontrolle über die gegen die Luftverschmutzung ergriffenen Massnahmen (Art. 44 des Umweltschutzgesetzes) dient. Die Empa betreibt im Auftrag des BAFU das NABEL (Art. 39 Abs. 2 LRV).

Beim NABEL stehen grundsätzlich die gesamtschweizerischen Bedürfnisse im Vordergrund. Das Messnetz misst in erster Linie Luftschadstoffe von nationaler Bedeutung und Verbreitung. Es sind dies vor allem Schadstoffe, die von einer Vielzahl von Emittenten verursacht und in der ganzen Schweiz in beträchtlichen Mengen in die Luft ausgestossen werden. Sie gelten deshalb als Leitschadstoffe.

Aufgaben des Messnetzes

- Messung der aktuellen Luftbelastung und Vergleich mit den Grenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung
- Beobachtung der langfristigen Entwicklung der Luftbelastung als Basis für die Erfolgskontrolle
- Information der Öffentlichkeit (Internet, Teletext, Berichte)
- Beratung der Kantone und Städte für ihre Messaktivitäten (NABEL als Referenzmessnetz)
- Beurteilung des Schadstoffeintrags aus der Atmosphäre in die Ökosysteme im Zusammenhang mit dem internationalen Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UN-ECE/CLRTAP) und 8 Zusatzprotokolle

- Mitarbeit in internationalen Messnetzen und Datenlieferungen an internationale Organisationen (wie UNECE, EUA und WMO) sowie bilaterale Zusammenarbeit mit Nachbarstaaten
- Bereitstellung qualitativ hochwertiger Daten für Projekte und Studien von Hochschulen und privaten Umweltbüros

Seit Beginn der Messaktivitäten des NABEL sind mehrere ländliche Stationen Teil des «European Monitoring and Evaluation Programme» (EMEP-LRTAP). Daneben stellt das NABEL zusammen mit kantonalen Fachstellen der europäischen Umweltagentur von Anfang an Daten, insbesondere von Stationen aus den Städten und Vorstädten, für das EUROAIRNET zur Verfügung. Schliesslich sind die Stationen Jungfraujoch und Rigi-Seebodenalp Teil des Programms «Global Atmosphere Watch» (GAW) der World Meteorological Organization.

Standorte der Messstationen

Die Schadstoffbelastung in der Schweiz zeigt grosse räumliche Unterschiede, die in erster Linie von der Art des Standortes und den dort vorhandenen Emissionsquellen abhängen. Es ist daher sinnvoll, eine Klassierung der Messstationen nach Standorttypen vorzunehmen. Das NABEL-Messnetz erfasst die Luftschadstoffbelastung an solchen Standorttypen. Aufgrund einer Beurteilung der Stationsumgebung und der an den Stationen gemessenen Schadstoffbelastung ergibt sich folgende Einteilung der NABEL-Stationen nach Standorttypen. Die 16 Stationen des NABEL-Netzes sind räumlich weit über die Schweiz verteilt und repräsentieren verschiedene Stufen der Belastung (siehe Tab. 1), von sehr hoch bis sehr niedrig. Das NABEL deckt damit die wichtigsten in der Schweiz vorkommenden Belastungstypen ab.

Eine ausführliche Stationsbeschreibung ist im Anhang A2 (Tab. 26) zu finden. Weitere Angaben zu den Stationen finden sich auf <https://www.bafu.admin.ch/luft>.

Messprogramm und Messverfahren

Mit dem Messprogramm werden die im Messkonzept 2020 bis 2030 festgelegten Grundsätze und Ziele umgesetzt (*Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe NABEL*).

Mit dem NABEL werden vor allem die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂), Stickstoffmonoxid (NO), lungengängiger Feinstaub (PM₁₀), Ozon (O₃), Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO) und der Staubbiederschlag gemessen. Im Feinstaub und im Staubbiederschlag werden einige Schwermetalle bestimmt. An einzelnen Stationen werden zusätzlich Messungen der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) sowie chemische Analysen des Niederschlags und der Stickstoffaerosole durchgeführt.

An allen Standorten werden daneben die wichtigsten meteorologischen Grössen (Wind, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Strahlung, Niederschlag, Druck) erfasst. Acht NABEL-Standorte befinden sich in der Nähe von Stationen der MeteoSchweiz. An diesen Standorten übernimmt das NABEL die Messwerte der MeteoSchweiz. An den übrigen acht Standorten werden die meteorologischen Messwerte direkt durch das NABEL erhoben.

An den Standorten Bern, Härkingen, Lausanne und Sion-Aéroport werden zusätzlich Verkehrszähler betrieben, die

die Zahl der Fahrzeuge auf den nahe der Station vorbeiführenden Hauptverkehrsstrassen registrieren. Der Verkehrszähler der Station Härkingen wird vom Bundesamt für Strassen (ASTRA) betrieben.

Die im NABEL eingesetzten Messverfahren sind kompatibel mit den Empfehlungen über die Immissionsmessung von Luftfremdstoffen (BAFU 2021). Sie entsprechen dem neuesten Stand der Technik. Eine Liste des Messprogramms sowie zusammenfassende Angaben über die verwendeten Messverfahren befinden sich im Anhang A4 (Tab. 27 und Tab. 28).

Tab. 1: Klassierung der NABEL-Stationen nach Standorttyp

	Standorttyp	Abkürzung	Station	Koordinaten	Höhe über Meer
	Städtisch, verkehrsbelastet	BER	Bern-Bollwerk	2°600'170 / 1°199'990	536
		LAU	Lausanne-César-Roux	2°538'690 / 1°152'615	530
	Städtisch	LUG	Lugano-Universität	2°717'610 / 1°096'645	280
		ZUE	Zürich-Kaserne	2°682'450 / 1°247'990	409
	Vorstädtisch	BAS	Basel-Binningen	2°610'890 / 1°265'605	316
		DUE	Dübendorf-Empa	2°688'675 / 1°250'900	432
	Ländlich, Autobahn	HAE	Härkingen-A1	2°628'875 / 1°240'180	431
		SIO	Sion-Aéroport-A9	2°592'545 / 1°118'745	483
	Ländlich, unterhalb 1000 m	MAG	Magadino-Cadenazzo	2°715'500 / 1°113'195	203
		PAY	Payerne	2°562'285 / 1°184'775	489
		TAE	Tänikon	2°710'500 / 1°259'810	538
		LAE	Lägeren*	2°669'780 / 1°259'020	689
		BRM	Beromünster	2°655'840 / 1°226'780	797
	Ländlich, oberhalb 1000 m	CHA	Chaumont	2°565'085 / 1°211'040	1136
		RIG	Rigi-Seebodenalp	2°677'835 / 1°213'440	1031
		DAV	Davos-Seehornwald	2°784'455 / 1°187'735	1637
	Hochgebirge	JUN	Jungfrauoch	2°641'910 / 1°155'280	3580

*Messungen beendet per 31.12.2017.

Qualitätssicherung

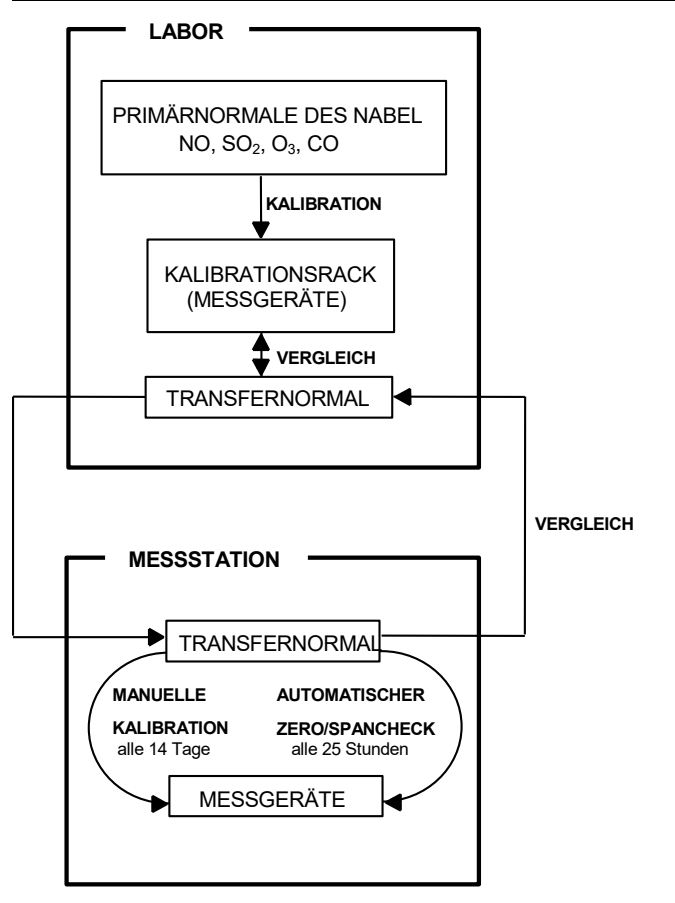
Im NABEL wird der Qualitätssicherung der Messdaten eine grosse Bedeutung zugemessen. Es gelten folgende allgemeine Qualitätssicherungsmaßnahmen:

- Einsatz empfohlener Messprinzipien (Referenzmethoden)
- Verwendung geprüfter und empfohlener Messgeräte
- Rückführung der Messungen auf nationale und internationale Normale
- Teilnahme an Ringversuchen

Die Messungen werden wo immer möglich auf Primärnormale zurückgeführt. Diese befinden sich in einem klimatisierten Kalibrierlabor, welches sie nur in Ausnahmefällen (bei Ringversuchen von Primärnormalen) verlassen. Die Primärnormale des NABEL werden ihrerseits auf nationale und internationale Normale zurückgeführt. Im Kalibrierlabor befindet sich ebenfalls ein Kalibrierstand für SO₂, NO, O₃ und CO. Alle für die Kalibrierung der Messgeräte auf den Messstationen verwendeten TransfERNormale werden hier zu Beginn und am Ende der Einsatzzeit mit dem NABEL-Primärnormal verglichen. Die Messgeräte der oben genannten Messgrößen werden auf den Messstationen mit den TransfERNormalen alle zwei Wochen manuell kalibriert. Zusätzlich wird das TransfERNormal alle 25 Stunden für einen automatischen Test des Kalibrierpunktes verwendet. Die Rückverfolgbarkeit für SO₂, NO, O₃ und CO ist in Abb. 1 dargestellt. Durch eine konsequente Umsetzung der Qualitätssicherungsmaßnahmen können die Unsicherheiten der eingesetzten Messmethoden klein gehalten werden. Eine Zusammenstellung der Messunsicherheiten einer Auswahl von Luftschadstoffen, die im NABEL gemessen werden, ist in Tab. 2 zu finden.

Ausführlichere Informationen zu den Messverfahren, der Qualitätssicherung sowie zu den Messunsicherheiten können dem Technischen Bericht zum Nationalen Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL) 2024 (*Berichte des NABEL (admin.ch)*) entnommen werden.

Abb. 1: Rückverfolgbarkeit von SO₂, NO, O₃ und CO



Tab. 2: Messunsicherheiten der im NABEL verwendeten Messverfahren bei den Grenzwerten

siehe Technischer Bericht 2024, (*Berichte des NABEL*)

Schadstoff	Grenzwert	Messunsicherheit
NO ₂	bei 80 µg/m ³ (Tagesmittelwert)	6.2 µg/m ³
	(trace level Gerät)	11.6 µg/m ³
	bei 30 µg/m ³ (Jahresmittelwert)	3.7 µg/m ³
	(trace level Gerät)	4.9 µg/m ³
PM10 / TSP	bei 50 µg/m ³ (Tagesmittelwert)	5.0 µg/m ³
	bei 20 µg/m ³ (Jahresmittelwert)	1.0 µg/m ³
PM2.5	bei 10 µg/m ³ (Jahresmittelwert)	0.5 µg/m ³
O ₃	bei 120 µg/m ³ (Stundenmittelwert)	4.2 µg/m ³
SO ₂	bei 100 µg/m ³ (Tagesmittelwert)	8.5 µg/m ³
	bei 30 µg/m ³ (Jahresmittelwert)	2.7 µg/m ³
CO	bei 8 mg/m ³ (Tagesmittelwert)	0.5 mg/m ³

3 Luftbelastung 2023 und langjährige Entwicklung

Übersicht

Die Belastung durch Feinstaub (PM10), Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid hat seit Beginn der Messungen infolge der Emissionsminderungen deutlich abgenommen. Die Ozonspitzenwerte während den Sommermonaten sind ebenfalls gesunken. Dennoch wurden im Jahr 2023 die Immissionsgrenzwerte für Ozon an allen Messstationen des NABEL überschritten (Tab. 3 und Abb. 2). Die Immissionsgrenzwerte für Feinstaub PM2.5 wurden erstmals seit Messbeginn an allen NABEL-Stationen eingehalten, an einigen kantonalen und kommunalen Stationen werden sie aber immer noch überschritten. Diese Überschreitungen sind die Folge der immer noch zu hohen Emissionen von Luftschadstoffen in der Schweiz und den Nachbarländern.

Das Jahr 2023 begann in der Schweiz extrem mild. Der Frühling brachte lokal Rekordnässe, während der Juni regional sehr trocken war. Im Juli und August traten Hitzewellen und Starkniederschläge in der Süd- und Ostschweiz auf. September und Oktober zeigten ähnliche Muster: Rekordwärme in der ersten Monatshälfte, starke Niederschläge in der Süd- und Westschweiz in der zweiten. Nördlich der Alpen war es im November und Dezember sehr nass. Gesamthaft lag die Jahrestemperatur von 2023 in vielen Regionen der Schweiz 1,3 bis 1,7 °C über dem Durchschnitt von 1991–2020 (Quelle: MeteoSchweiz).

Ozon

Wie in den Vorjahren wurde der Immissionsgrenzwert von 120 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) für den Stundenmittelwert an allen Messstationen des NABEL überschritten (Tab. 3), mit Ausnahme des Jungfraujochs. Die häufigsten Grenzwertüberschreitungen (670 Stunden) wurden auf dem Chaumont registriert, dicht gefolgt vom Standort Lugano mit 564 Stunden. In Lugano wurde auch das maximale Stundenmittel der Alpensüdseite gemessen ($199 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Auf der Alpennordseite ist das maximale Stundenmittel ähnlich mit $191 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gemessen beim Standort Dübendorf-Empa. Die Belastung durch hohe Ozonkonzentrationen wird durch den höchsten monatlichen 98%-Wert der Ozon-Halbstundenmittel beschrieben. In der ganzen Schweiz wird der dafür festgelegte Immissionsgrenzwert von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ immer noch deutlich überschritten, obwohl die Belastung durch Ozon über die letzten Jahrzehnte abgenommen hat.

Feinstaub

Die **PM10-Belastung** hat seit 1990 deutlich abgenommen. In einzelnen Jahren mit langandauernden winterlichen Inversionslagen treten erhöhte Belastungen durch Feinstaub auf. Die Feinstaub-Jahresmittelwerte des Jahres 2023 sind unter dem Immissionsgrenzwert geblieben.

In den Städten und Vorstädten inklusive in der Strassenschlucht bei der Station Bern-Bollwerk wurden im 2023 Jahresmittelwerte zwischen 11 und $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Auf dem Land, entlang den Autobahnen, wurden auch

Werte bis $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beobachtet. Abseits von Strassen lagen auf der Alpennordseite die Messwerte der ländlichen Stationen mit $9 - 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlicher unter dem Grenzwert. An den Stationen oberhalb 1000 m über Meer sind die Messwerte mit $3 - 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ noch tiefer.

Zum siebten Mal seit Messbeginn wurde an allen NABEL-Stationen der Jahresgrenzwert für Feinstaub PM10 eingehalten. Auch der Tagesgrenzwert wurde auf der Alpensüdseite sowie auf der Alpennordseite nie mehr als die von der Luftreinhalte-Verordnung erlaubten drei Mal überschritten. Dabei lag der maximale Tageswert mit $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ über dem Tagesgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, aber deutlich tiefer als im Vorjahr.

Bei der feinen Grössenfraktion des Feinstaubs **PM2.5** wurde der Jahresmittelgrenzwert an allen NABEL-Stationen eingehalten. Dank der getroffenen Massnahmen zur Emissionsminderung von Luftschadstoffen sind die im NABEL-Messnetz gemessenen Konzentrationen von PM2.5 in den letzten 20 Jahren um die Hälfte gesunken. Der Immissionsgrenzwert von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entspricht der Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation von 2005. Die neuen Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO, 2021) und der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL, 2023) machen jedoch deutlich, dass zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein Wert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anzupfeilen ist.

Stickoxide

Die Summe der Stickoxide ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) ist in den letzten Jahren weiter zurückgegangen. Die gemessenen NO_x -Konzentrationen sind heute weniger als halb so hoch wie vor 30 Jahren.

Die Belastung der Luft durch Stickstoffdioxid (NO_2) hat seit dem Jahr 1990 deutlich abgenommen. Die von Jahr zu Jahr zu beobachtenden Schwankungen in der Belastung sind teilweise auf die Witterungsbedingungen zurückzuführen. An verkehrsexponierten Messstandorten wird der Jahresmittelgrenzwert von NO_2 im 2023 knapp eingehalten, an allen anderen NABEL-Standorten lag das Jahresmittel deutlich unter dem Immissionsgrenzwert. Auch der Tagesmittelgrenzwert wurde an allen NABEL-Stationen eingehalten. Analog zu den Jahresmitteln wurden die höchsten Werte in Städtischen und Verkehrsbelasteten Standorten gemessen.

Übrige Schadstoffe

Die Schwefeldioxidbelastung hat seit dem Jahr 2000 deutlich abgenommen. Der höchste gemessene Jahresmittelwert von $0.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (an der Station Magadino-Cadenazzo gemessen) wie auch der maximale Tagesmittelwert von $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (in Lugano gemessen) liegen deutlich unter den entsprechenden Grenzwerten.

Die Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (Nichtmethan-VOC) hat seit 1987 deutlich abgenommen.

Die Benzolbelastung liegt weiter auf einem tiefen Niveau unter 1 µg/m³ für den Jahresmittelwert. Blei und Cadmium im Schwebestaub (PM10) liegen an allen Standorten deut-

lich unter den Grenzwerten. Alle gemessenen Staubdepositionswerte, wie auch die Depositionswerte von Blei, Cadmium, Zink und Thallium, liegen ebenfalls deutlich unter den Grenzwerten.

Tab. 3: Vergleich der NABEL-Messwerte 2023 mit den Immissionsgrenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung

Gase		SO ₂	SO ₂	SO ₂	CO	NO ₂	NO ₂	NO ₂	O ₃	O ₃
Stationstyp	Station	JMW µg/m ³	P95 µg/m ³	Tage > IGW	Tage > IGW	JMW µg/m ³	P95 µg/m ³	Tage > IGW	P98 µg/m ³	Stunden > IGW
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk				0	24	50	0	130	86
	Lausanne-César-Roux				0	23	48	0	127	71
Städtisch	Lugano-Universität	0.5	1.6	0	0	19	50	0	154	564
	Zürich-Kaserne	0.3	0.9	0	0	18	45	0	151	359
Vorstädtisch	Basel-Binningen	0.6	2.0	0		12	35	0	150	321
	Dübendorf-Empa	0.3	0.7	0	0	17	45	0	149	345
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.4	1.1	0	0	24	51	0	146	241
	Sion-Aéroport-A9					24	60	0	131	80
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	0.6	1.4	0		12	34	0	146	323
	Payere	0.2	0.5	0	0	9	22	0	141	275
	Tänikon					8	20	0	147	310
	Beromünster					5	12	0	151	497
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont					3	9	0	145	670
	Rigi-Seebodenalp	0.3	0.5	0	0	4	9	0	149	499
	Davos-Seehornwald					2	6	0	118	5
Hochgebirge	Jungfrauoch	<0.1	0.1	0		<1	<1	0	108	0
LRV-Immissionsgrenzwert		30	100	1	1	30	100	1	100	1

Partikel	PM10	PM10	PM2.5	Pb_PM10	Cd_PM10	SN	Pb_SN	Cd_SN	Zn_SN	Tl_SN
Station	JMW µg/m ³	Tage > IGW	JMW µg/m ³	JMW ng/m ³	JMW ng/m ³	JMW mg/(m ² *d)	JMW µg/(m ² *d)	JMW µg/(m ² *d)	JMW µg/(m ² *d)	JMW µg/(m ² *d)
Bern-Bollwerk	16	1	9	1.5	<0.05	69	4.1	0.10	100	0.01
Lausanne-César-Roux	13	0	8	1.4	<0.05	64	6.6	0.04	69	0.01
Lugano-Universität	14	1	9	1.9	<0.05					
Zürich-Kaserne	12	1	8	1.5	<0.05	48	3.0	0.37	29	0.01
Basel-Binningen	11	1	8	1.5	<0.05	36	1.3	0.03	10	0.01
Dübendorf-Empa	11	0	7	1.3	<0.05					
Härkingen-A1	12	0	8	2	<0.05	56	2.5	0.64	44	0.01
Sion-Aéroport-A9	16	1	7	2.4	<0.05					
Magadino-Cadenazzo	14	2	9	1.6	<0.05	57	3.3	0.50	21	0.02
Payere	10	0	7	0.9	<0.05	43	1.1	0.34	10	0.01
Tänikon	10	0	6	1.4	<0.05					
Beromünster	9	0		1.6	<0.05					
Chaumont	7	0		0.6	<0.05					
Rigi-Seebodenalp	7	0	4	1.3	<0.05	25	1.6	0.37	11	0.01
Davos-Seehornwald	5	1			<0.05					
Jungfrauoch	3	2	2	0.1	<0.05					
LRV-Immissionsgrenzwert	20	3**	10**	500	1.5	200	100	2	400	2

JMW = Jahresmittelwerte P95 = 95-Perzentil der Halbstundenmittel d>IGW = Anzahl Tagesmittel über dem Grenzwert
 P98 = grösstes monatliches 98-Perzentil der Halbstundenmittel h>IGW = Anzahl Stundenmittel über dem Grenzwert SN = Staubniederschlag
 ** Grenzwerte seit dem 1. Juni 2018 in Kraft.

Abb. 2: Übersicht der Schadstoffbelastung 2023 an NABEL-Stationen im Vergleich zu den Immissionsgrenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung

Eingezeichnet sind die Werte der einzelnen NABEL-Stationen.

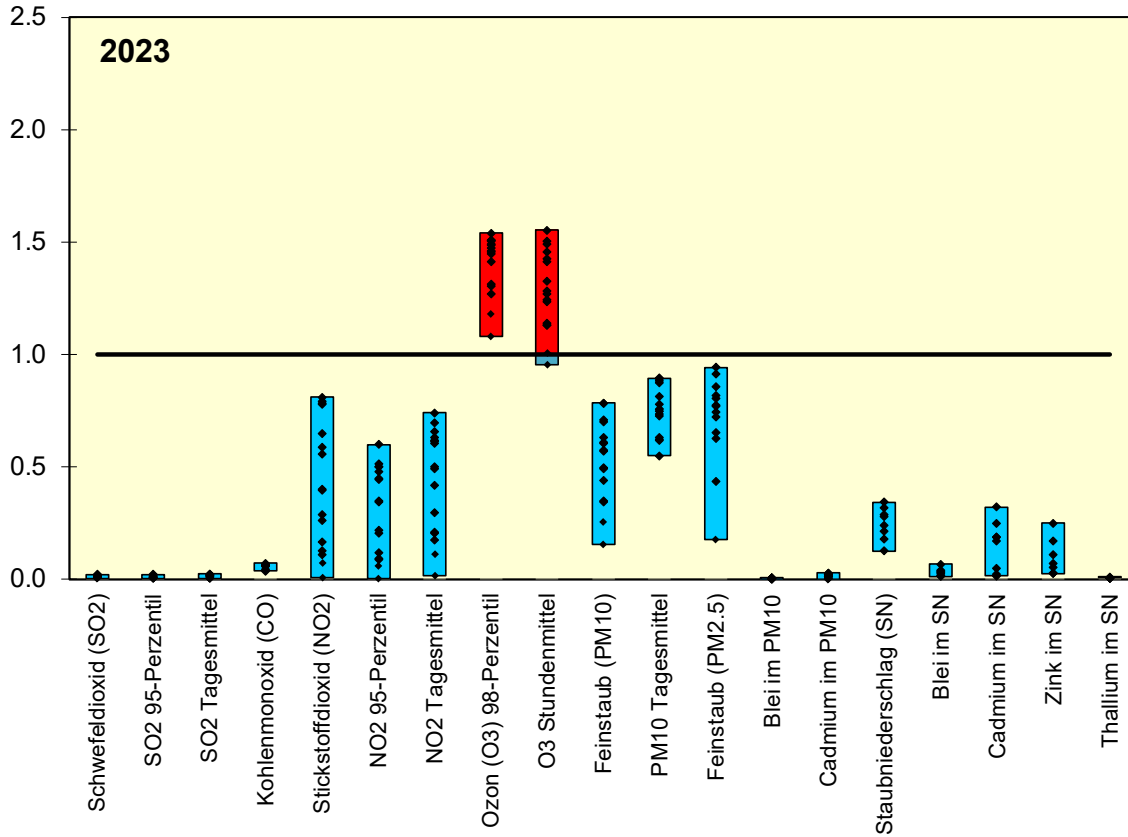
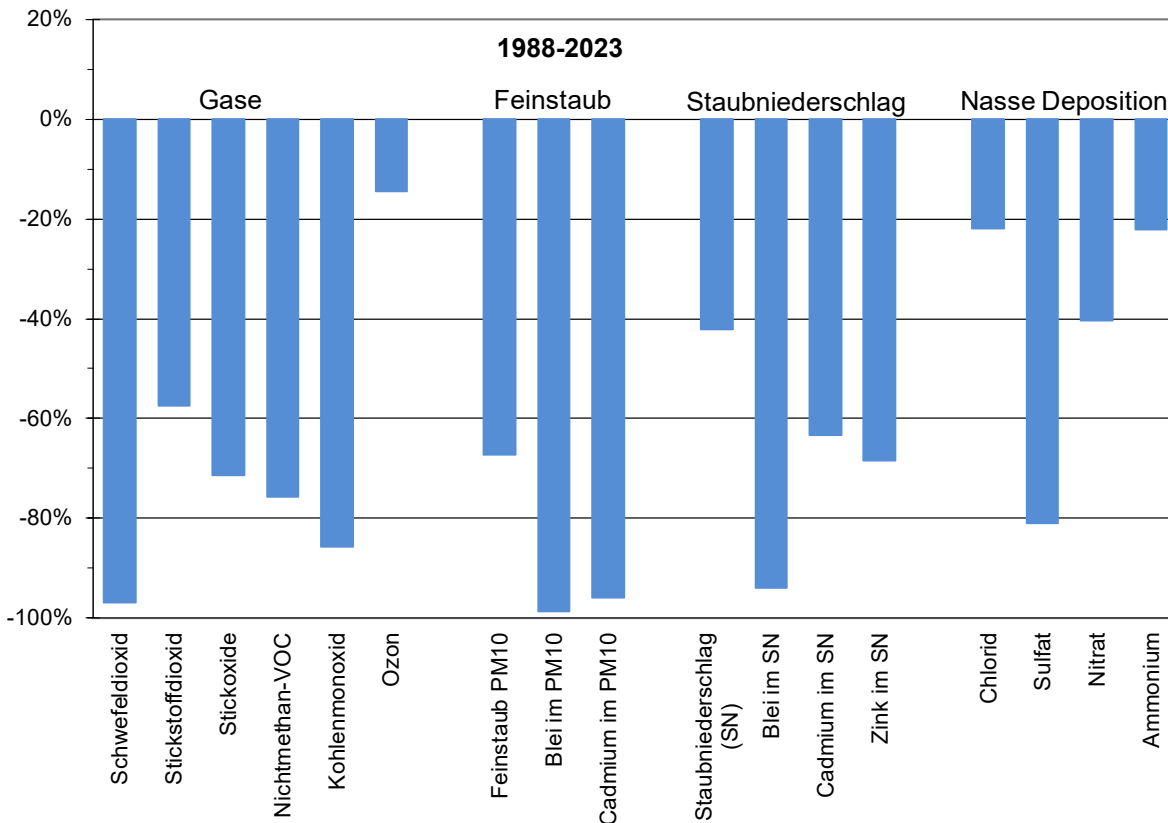


Abb. 3: Veränderung der Luftbelastung in der Schweiz zwischen 1988 und 2023

Berücksichtigt wurden alle NABEL-Stationen mit durchgehenden Messreihen, ausser den alpinen Stationen Davos und Jungfraujoch.



4 Stickoxide

Entstehung und Charakterisierung

Unter den Begriff der Stickoxide fällt eine Vielzahl von Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen des Typs N_xO_y . Die Verbindung N_2O ist als Lachgas bekannt und ist ein langlebiges klimarelevantes Spurengas. Sie wird zusammen mit anderen Klimagasen auf dem Jungfrauoch gemessen (siehe Kapitel 10 und www.empa.ch/web/s503/climate-gases). Die aus lufthygienischer Sicht wichtigsten Stickstoff-Verbindungen in der Atmosphäre sind die beiden Verbindungen Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2). Die Summe beider Substanzen wird als NO_x bezeichnet. Stickstoffmonoxid ist ein farb- und geruchloses Gas. Stickstoffdioxid ist ein in höheren Konzentrationen rötlich-braunes, stechend riechendes Reizgas. Aus den Stickoxiden bildet sich auch Nitrat, welches zur Feinstaubbelastung beiträgt.

Die Stickoxid-Emissionen entstehen beim Verbrennen fossiler Brenn- und Treibstoffe, insbesondere bei hohen Verbrennungstemperaturen, aus dem atmosphärischen Stickstoff und Sauerstoff, sowie bei der Verbrennung von Biomasse aus dem darin enthaltenen Stickstoff. Die Stickoxide werden zu einem grossen Teil als Stickstoffmonoxid (NO) emittiert, welches in der Folge in der Atmosphäre relativ rasch in das giftigere Stickstoffdioxid (NO_2) umgewandelt wird.

Für die negativen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt ist insbesondere das Stickstoffdioxid verantwortlich. Es begünstigt zusammen mit anderen Reizgasen Atemwegserkrankungen, wobei Kinder speziell betroffen sind. Darüber hinaus sind die Stickoxide wichtige Vorläufersubstanzen für die Bildung von bodennahem Ozon und von sauren Niederschlägen. Zusammen mit Ammoniak tragen sie auch zur Überdüngung von Ökosystemen bei.

Bewertung

Die Stickstoffdioxid-Immissionen sind entlang den Hauptverkehrsachsen nach wie vor hoch. An den verkehrsexponierten NABEL Stationen wird der Jahresmittel-Grenzwert jedoch eingehalten. An den vorstädtischen und städtischen Standorten (abseits von Hauptverkehrsstrassen) ist die Belastung tiefer, die NO_2 -Werte liegen somit auch unterhalb des Grenzwerts. In den ländlichen Gebieten abseits der Hauptverkehrsstrassen liegen die Jahresmittelwerte deutlich unterhalb des Immissionsgrenzwertes. Entlang der Hauptverkehrsachsen treten dagegen Belastungskorridore auf, in denen im ländlichen Raum die NO_2 -Messwerte im Winter hoch sind (Abb. 5).

Das Stickoxid-Problem ist im Wesentlichen das Symptom einer permanent hohen Belastung. Hohe Spitzenwerte der Stickstoffdioxidbelastung treten dagegen selten auf. Die Belastungssituation durch Stickoxide, insbesondere durch Stickstoffdioxid, ist im Weiteren von der Distanz zu stark befahrenen Strassen abhängig. Dies führt dazu, dass auch in kleineren Ortschaften entlang der Strassen die Konzentrationen hoch sein können.

Neben der Belastung von Mensch und Umwelt durch zu hohe NO_2 -Konzentrationen sind die Stickoxide auch für den Säureeintrag und die Überdüngung empfindlicher Ökosysteme mitverantwortlich. Der Eintrag von Stickstoffverbindungen in empfindliche Ökosysteme liegt ebenfalls über den tolerierbaren Werten.

Obschon die Stickstoffdioxidbelastung in den letzten Jahren zurückgegangen ist, stellt sie nach wie vor ein Problem dar, welches grosse Teile der Bevölkerung betrifft.

Abb. 4: Stickstoffdioxid (NO₂), Jahresmittelwerte 1981–2023

Die Messwerte der Station Bern wurden homogenisiert (siehe Anhang A6).

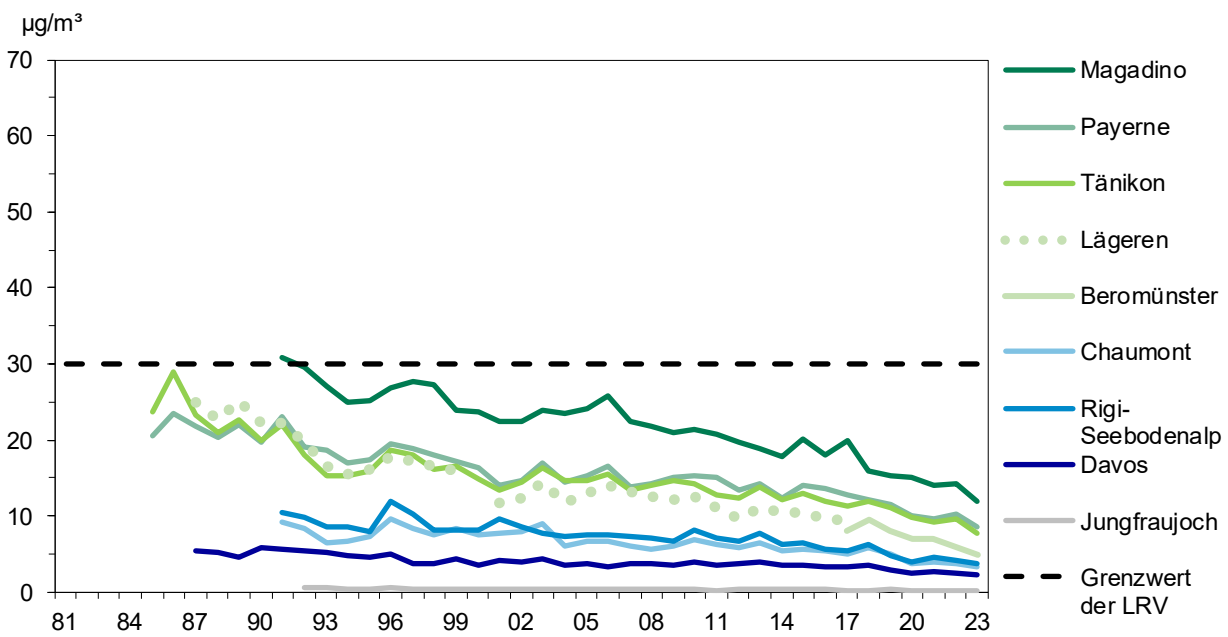
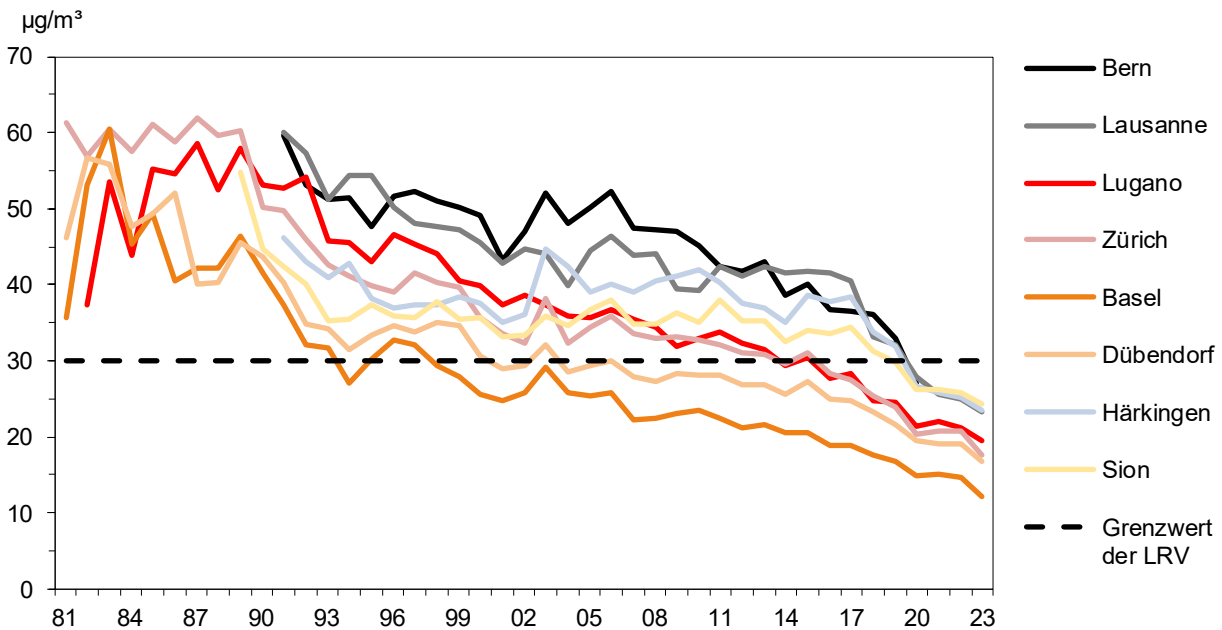


Abb. 5: Stickstoffdioxid (NO₂), Monatsmittelwerte 2023

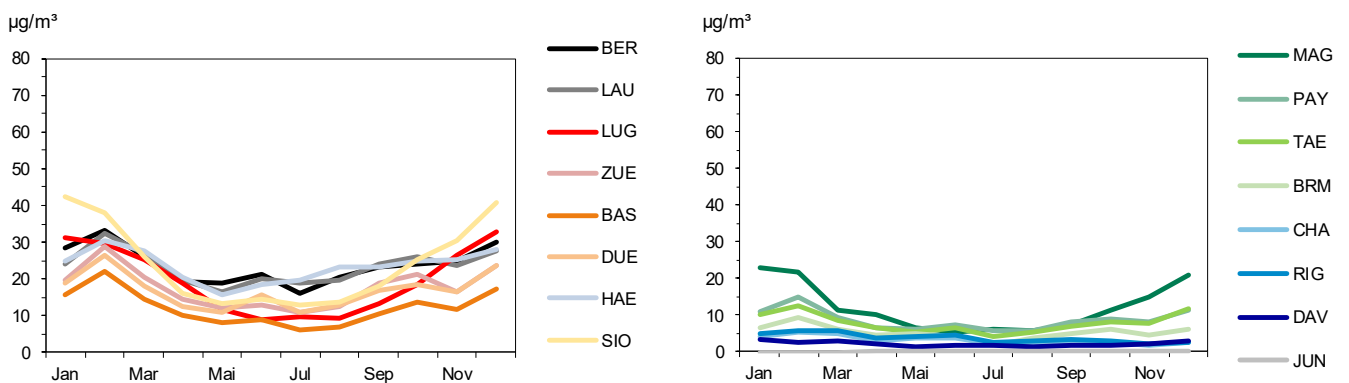


Abb. 6: Stickstoffmonoxid (NO), Jahresmittelwerte 1981–2023

Die Messwerte der Station Bern wurden homogenisiert (siehe Anhang A6).

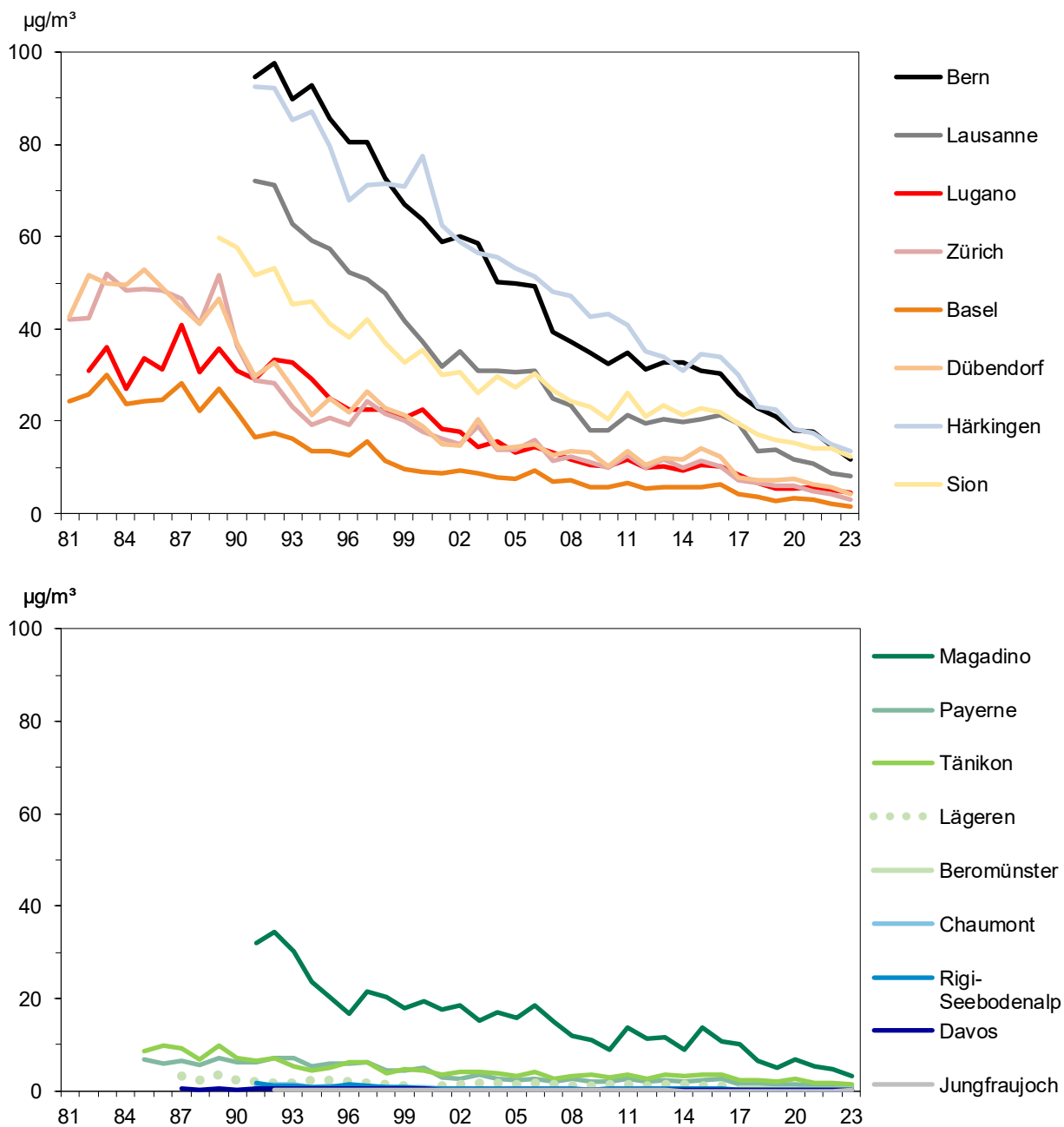


Abb. 7: Stickstoffmonoxid (NO), Monatsmittelwerte 2023

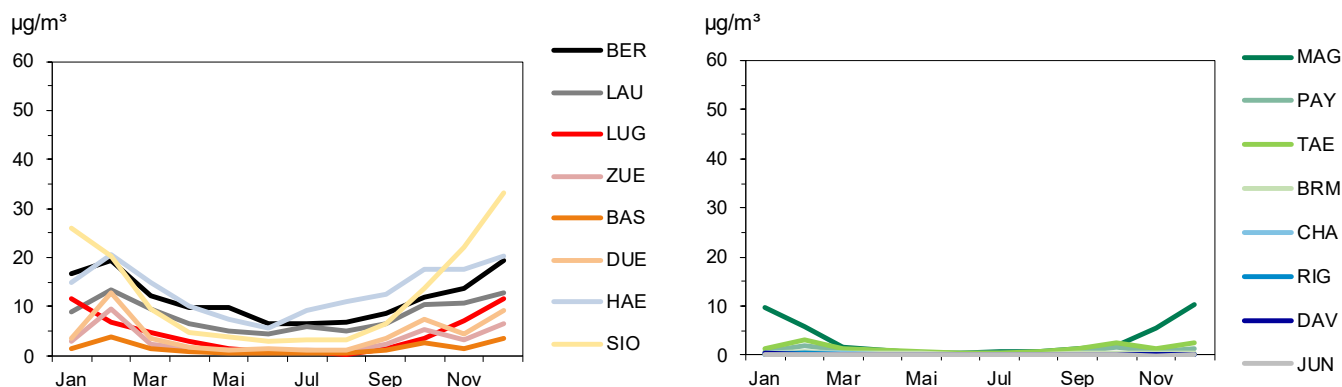


Abb. 8: Stickoxide (NO_x), Jahresmittelwerte 1981–2023

Die Messwerte der Station Bern wurden homogenisiert (siehe Anhang A6).

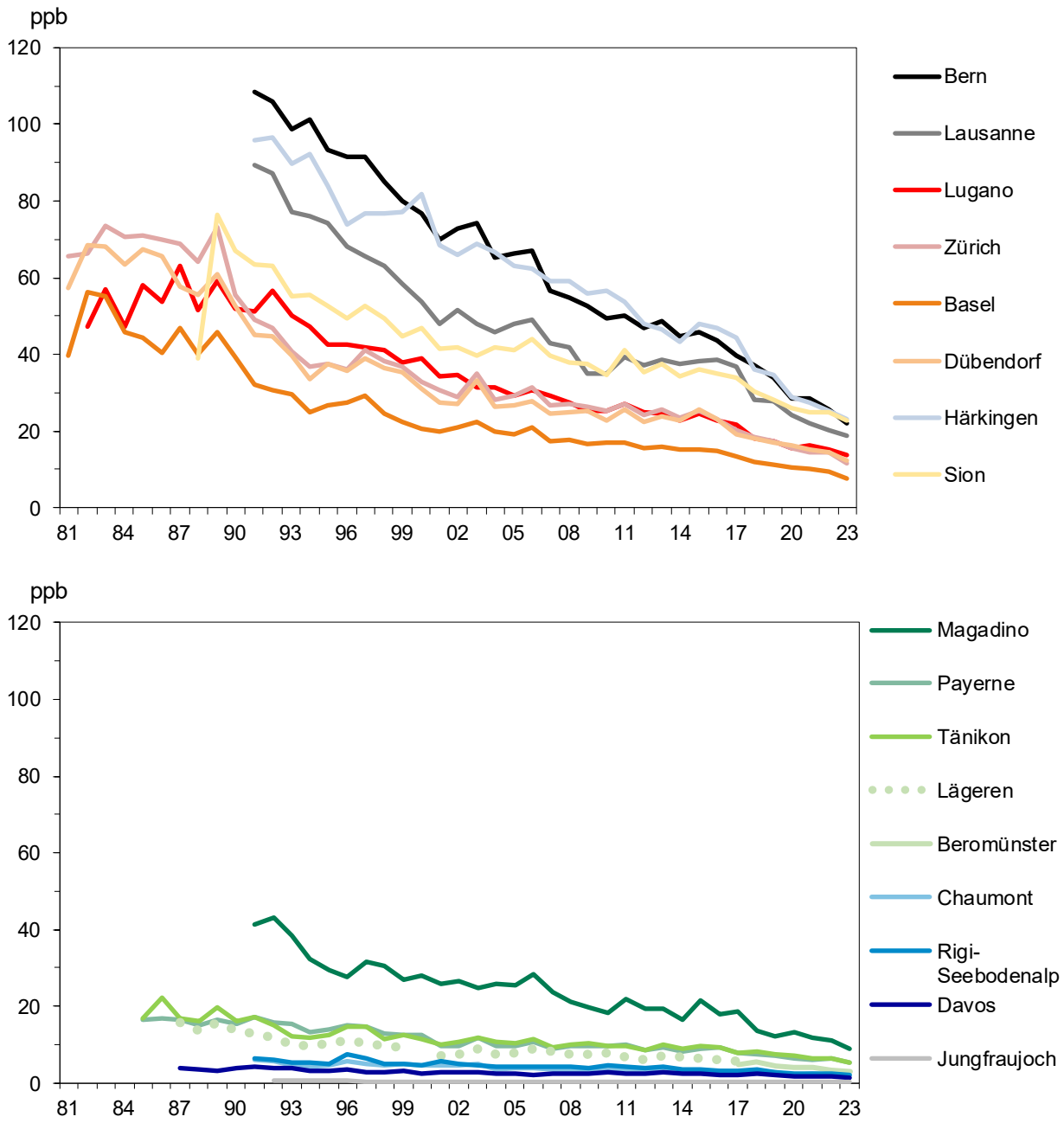


Abb. 9: Stickoxide (NO_x), Monatsmittelwerte 2023

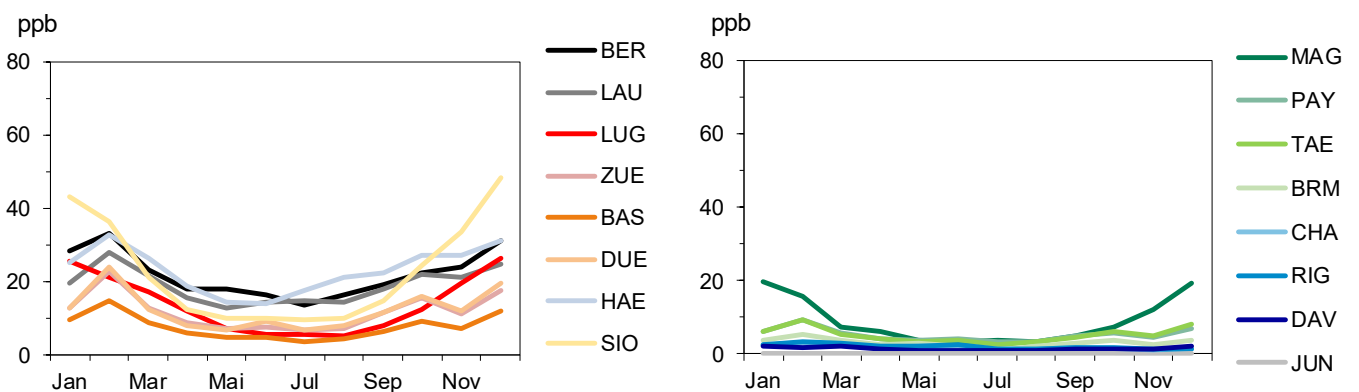


Abb. 10: Stickstoffdioxid (NO₂), mittlerer Wochengang 2023

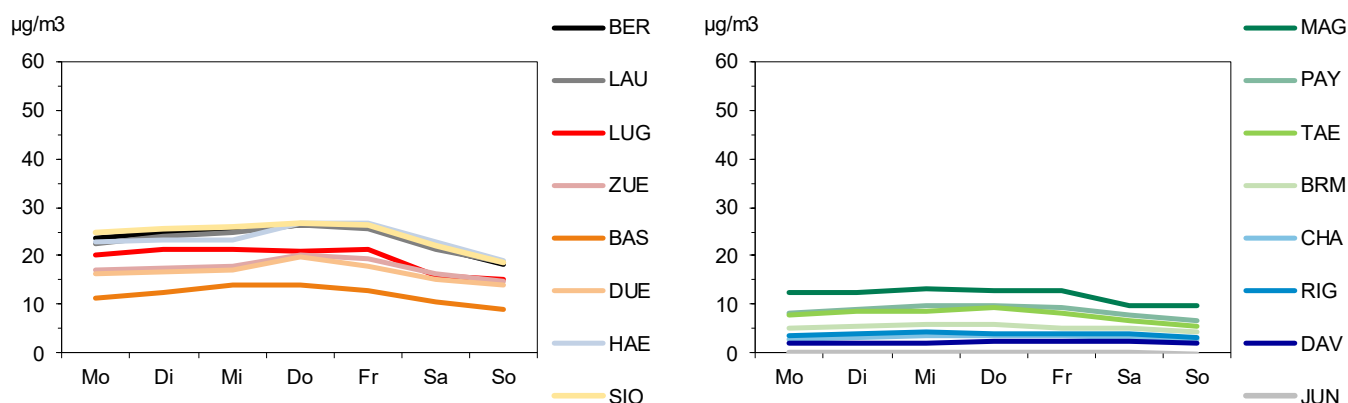
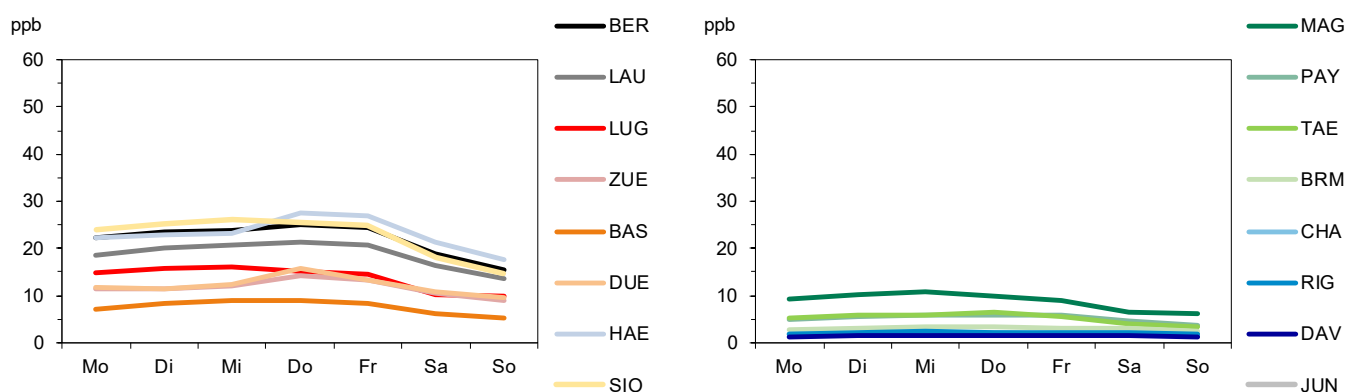


Abb. 11: Stickoxide (NO_x), mittlerer Wochengang 2023



Tab. 4: Stickstoffdioxid (NO₂), Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µg/m ³	95 %-Wert µg/m ³	max. 24h-Mittelwert µg/m ³	Anzahl Grenzwert- überschreitungen 24h-Mittelwert
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	24	50	49	0
	Lausanne-César-Roux	23	48	53	0
Städtisch	Lugano-Università	20	50	50	0
	Zürich-Kaserne	18	45	58	0
Vorstädtisch	Basel-Binningen	12	35	42	0
	Dübendorf-Empa	17	45	55	0
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	24	51	52	0
	Sion-Aéroport-A9	24	60	61	0
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	12	34	42	0
	Payerne	9	22	28	0
	Tänikon	8	20	41	0
	Beromünster	5.2	12	19	0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	3.3	8.6	14	0
	Rigi-Seebodenalp	3.8	9.3	18	0
	Davos-Seehornwald	2.1	5.7	11.9	0
Hochgebirge	Jungfraujoch	0.16	0.43	3.41	0
LRV-Immissionsgrenzwert		30	100	80	1

Tab. 5: Stickstoffmonoxid (NO), Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µg/m ³	95 %-Wert µg/m ³	max. 24h- Mittelwert µg/m ³
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	12	41	46
	Lausanne-César-Roux	8	25	30
Städtisch	Lugano-Università	4.4	21	32
	Zürich-Kaserne	3.1	15	36
Vorstädtisch	Basel-Binningen	1.5	9	17
	Dübendorf-Empa	4.2	23	51
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	14	48	53
	Sion-Aéroport-A9	12	54	82
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	3.2	17	59
	Payerne	0.8	3.8	7
	Tänikon	1.4	5	16
	Beromünster	0.2	1.3	1.1
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	0.2	0.7	1.1
	Rigi-Seebodenalp	0.2	0.7	1.7
	Davos-Seehornwald	0.1	0.6	1.8
Hochgebirge	Jungfrauoch	<0.1	<0.1	1.6

Tab. 6: Stickoxide (NO_x), Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert ppb	95 %-Wert ppb	max. 24h- Mittelwert ppb
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	22	56	57
	Lausanne-César-Roux	19	42	52
Städtisch	Lugano-Università	14	41	49
	Zürich-Kaserne	12	35	55
Vorstädtisch	Basel-Binningen	8	24	36
	Dübendorf-Empa	12	40	69
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	23	62	68
	Sion-Aéroport-A9	23	74	97
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	9	29	68
	Payerne	5.2	14	18
	Tänikon	5.2	15	32
	Beromünster	3.0	7.3	13
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	1.9	5.0	8.2
	Rigi-Seebodenalp	2.1	5.3	11
	Davos-Seehornwald	1.4	3.9	8.8
Hochgebirge	Jungfrauoch	0.15	0.39	4.33

5 Feinstaub

Entstehung und Charakterisierung

Partikelförmige Schadstoffe in der Atmosphäre kommen in sehr unterschiedlicher Grösse vor. Aus lufthygienischer Sicht interessiert insbesondere der lungengängige Feinstaub, daneben wird aber auch der grobkörnige Sedimentstaub als Staubbiederschlag gemessen. Die Zusammensetzung der Stäube ist sehr variabel. Sie können zahlreiche anorganische (z. B. Schwermetalle, Sulfat, Nitrat) und organische Verbindungen (z. B. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) enthalten. Zu den Stäuben zählen auch Russpartikel, die vorwiegend aus Kohlenstoff bestehen.

Als Ursache für die Staubbilastung in der Atmosphäre kommen sowohl motorisierter Verkehr, Feuerungen und Industrie, wie auch natürliche Quellen (z. B. Blütenstaub, vom Boden aufgewirbelter Staub) in Frage. Feinste schwebefähige Staubpartikel, einschliesslich des lungengängigen Anteils, werden als Schwebestaub gemessen. Schwebestaub besteht aus primären, direkt als Teilchen emittierten Anteilen und aus sekundären Bestandteilen, welche sich erst in der Luft durch chemische und physikalische Prozesse aus gasförmigen Vorläufersubstanzen bilden.

Wird die Gesamtheit der feindispersen Schwebestoffe mit einer Sinkgeschwindigkeit von weniger als 10 cm/s und einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als etwa 50 µm gemessen, so spricht man von einer TSP-Messung (TSP = total suspended particles). Werden nur die lungengängigen Feinstäube mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 µm gemessen, so spricht man von einer **PM10-Messung** (PM10 = particulate matter < 10 µm, thorakale Fraktion des Schwebestaubs). Wird nur der Feinstaub mit einem Durchmesser von weniger als 2,5 µm erfasst, spricht man von einer **PM2.5-Messung** (alveolengängige Fraktion des Schwebestaubs). Im Feinstaub enthalten sind die sehr feinen Verbrennungsaerosole, beispielsweise die Russmissionen von Dieselmotoren. Da es sich dabei um sehr feine lungengängige Partikel handelt, tragen sie gewichtsmässig nicht sehr viel bei. Sie sind jedoch von grosser Bedeutung für die gesundheitlichen Auswirkungen. Die sogenannten ultrafeinen Partikel (< 0.1 µm) bilden zahlenmässig den grössten Anteil. Weiterführende Informationen finden sich im Status-Bericht «Feinstaub in der Schweiz 2013» der eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (Bern, 2013).

Seit 2005 wird an mehreren Standorten des NABEL die **Partikelanzahlkonzentration** gemessen. Die Messungen erfolgen mit einem Kondensationspartikelzähler, der durch

geeignete Verdünnung grösstenteils im Einzelzählmodus betrieben wird. Das Messgerät zählt Partikel zwischen 4 nm und 3 µm Grösse. Die meisten Partikel in der Umgebungsluft sind kleiner als 200 nm, in der Nähe von Emissionsquellen von Verbrennungsprozessen sogar kleiner als 100 nm (ultrafeine Partikel). Damit gibt die gemessene Partikelanzahl ein Mass für die kleinsten Partikel, die nicht nur in die Lunge, sondern auch ins Blut eindringen können.

Mikroskopisch kleine **Russpartikel** dringen tief in die Lunge ein und können zu Atemwegserkrankungen, Herz-Kreislaufstörungen und einem erhöhten Krebsrisiko führen. Um das Gesundheitsrisiko für die Bevölkerung genauer bestimmen zu können, ist es notwendig, eine Übersicht über die Russbelastung zu erstellen. Messungen von Russ (als EBC, Equivalent Black Carbon) an repräsentativen Standorten sind ein wichtiger Schritt dazu.

Bewertung

Der maximale 24h-Mittelwert für PM10 wurde an keiner NABEL-Station mehr als die von der LRV erlaubten drei Mal überschritten und auch die Jahresgrenzwerte für PM2.5 wurden erstmals an allen NABEL-Stationen eingehalten. Die neuen Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO, 2021) und der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL, 2023) machen jedoch deutlich, dass zum Schutz der menschlichen Gesundheit tiefere Richtwerte anzustreben sind. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die bisherige schweizerische Luftreinhalte-Politik konsequent weiter zu führen. Mit den bisher getroffenen und eingeleiteten Massnahmen, beispielsweise mit der Verschärfung der Abgasvorschriften für Motorfahrzeuge (in Abstimmung mit der EU) oder strengeren Emissionsvorschriften für stationäre Anlagen, wird auch die Feinstaubbelastung reduziert.

Da verschiedene Quellen und Schadstoffe (primäre Staubemissionen und Vorläuferschadstoffe für die sekundären Partikel) zur PM10-Belastung beitragen, wird nur eine Summe von Massnahmen die Belastung erfolgreich senken können. Dabei sind Aktivitäten von der lokalen bis zur internationalen Ebene erforderlich. Die Aktivitäten der EU (z. B. Emissionsverminderung durch neue Abgasgrenzwerte) werden sich auch in der Schweiz positiv auswirken.

Besondere Anstrengungen braucht es bei den kleinen, krebserregenden Russpartikeln. Für diese Schadstoffe gibt es keine Unbedenklichkeitsschwelle. Gemäss der schweizerischen Gesetzgebung sind die Emissionen des krebserregenden Russes soweit zu begrenzen als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

Abb. 12: Feinstaub (PM10), Jahresmittelwerte 1991–2023

Die Werte vor 1997 wurden aus TSP-Messungen umgerechnet.

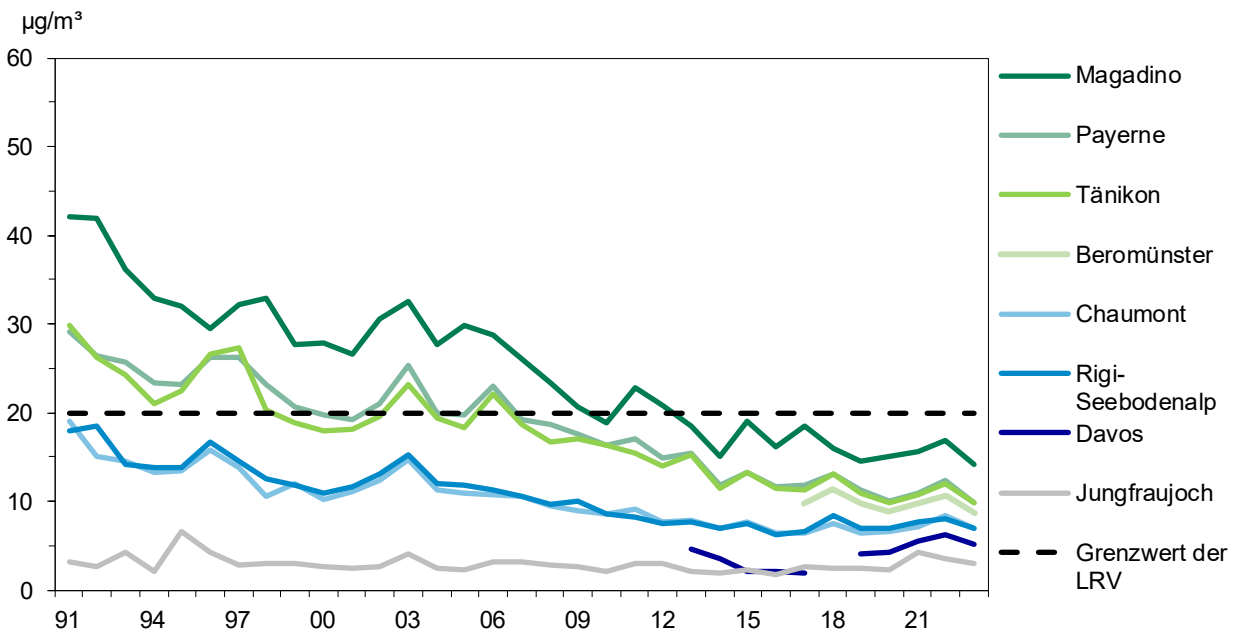
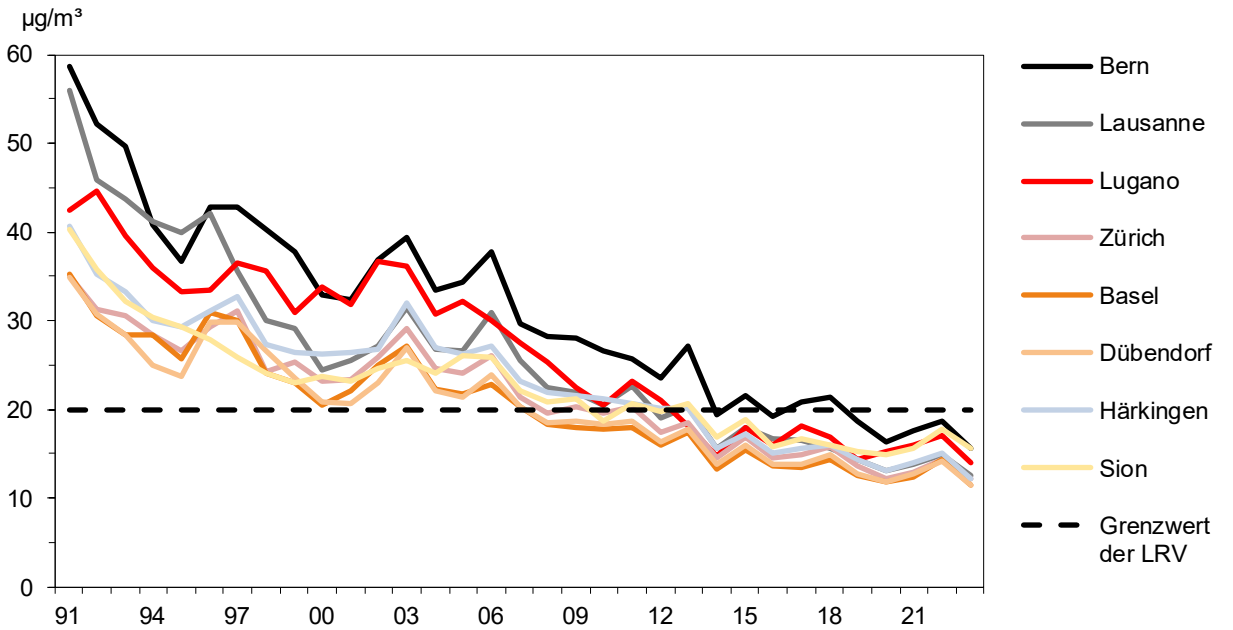
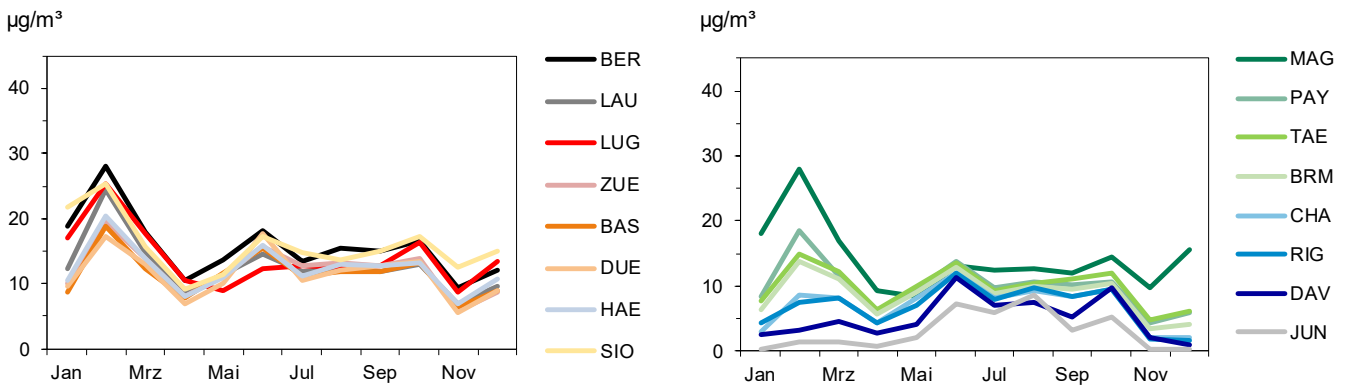


Abb. 13: Feinstaub (PM10), Monatsmittelwerte 2023



Tab. 7: Feinstaub (PM10), Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	max. 24h-Mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Grenzwert- überschreitungen 24h-Mittelwert
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	15.7	52	1
	Lausanne-César-Roux	12.6	48	0
Städtisch	Lugano-Universität	14.0	50	1
	Zürich-Kaserne	12.1	50	1
Vorstädtisch	Basel-Binningen	11.5	51	1
	Dübendorf-Empa	11.4	48	0
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	12.2	48	0
	Sion-Aéroport-A9	15.7	50	1
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	14.2	58	2
	Payerne	9.9	44	0
	Tänikon	9.8	47	0
	Beromünster	8.8	44	0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	7.0	37	0
	Rigi-Seebodenalp	6.9	40	0
	Davos-Seehornwald	5.1	66	1
Hochgebirge	Jungfrauoch	3.1	53	2
LRV-Immissionsgrenzwert		20	50	3

Tab. 8: Feinstaub: PM10 und PM2.5 Parallelmessungen 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert PM2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Verhältnis der Jahresmittel PM2.5/PM10 %
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	8.6	54%
	Lausanne-César-Roux	8.2	65%
Städtisch	Lugano-Universität	9.4	67%
	Zürich-Kaserne	8.0	66%
Vorstädtisch	Basel-Binningen	7.7	67%
	Dübendorf-Empa	7.2	63%
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	7.8	63%
	Sion-Aéroport-A9	7.4	47%
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	9.1	65%
	Payerne	6.5	66%
	Tänikon	6.3	64%
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	4.3	63%
LRV-Immissionsgrenzwert		10*	

* Grenzwert in Kraft seit dem 1. Juni 2018

Abb. 14: Feinstaub (PM2.5), Jahresmittelwerte 1998–2023

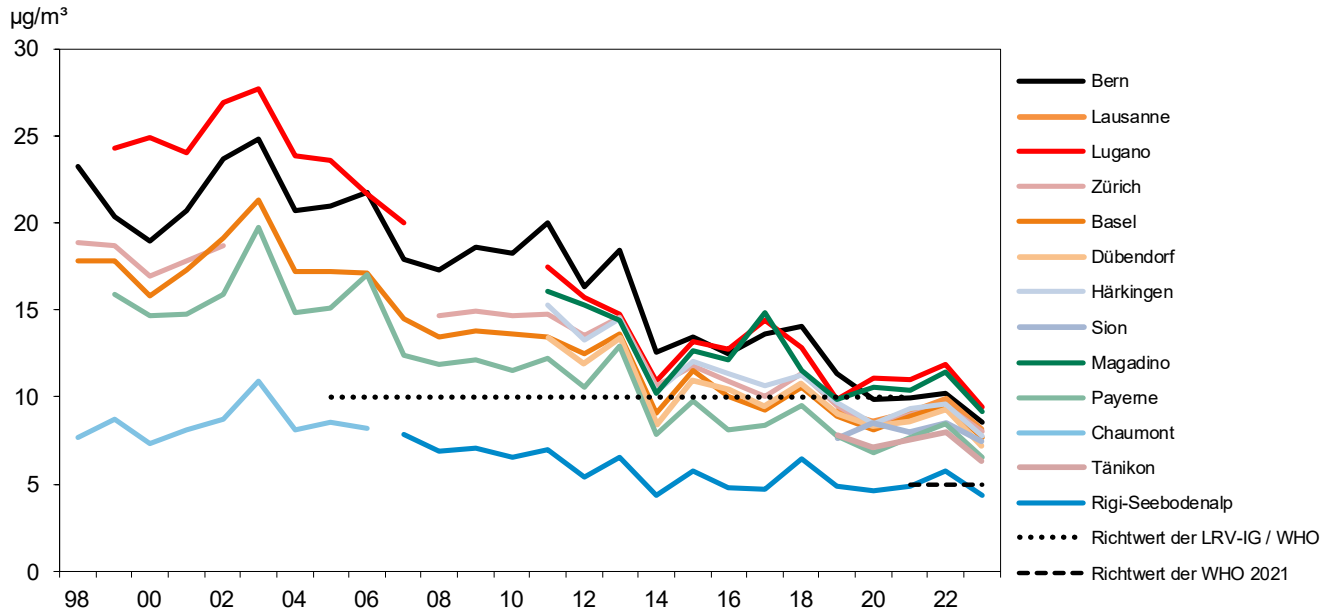


Abb. 15: Feinstaub (PM2.5), Monatsmittelwerte 2023

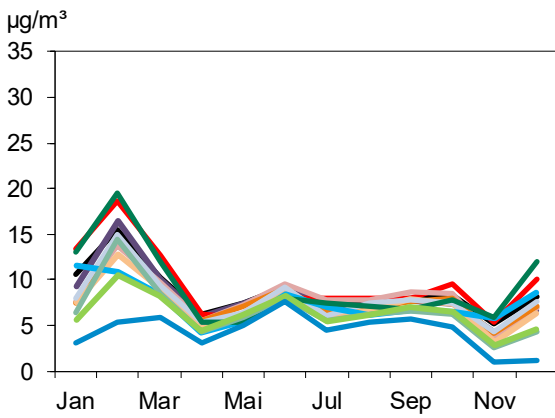


Abb. 16: Verhältnis der Jahresmittel PM2.5/PM10 1998–2023

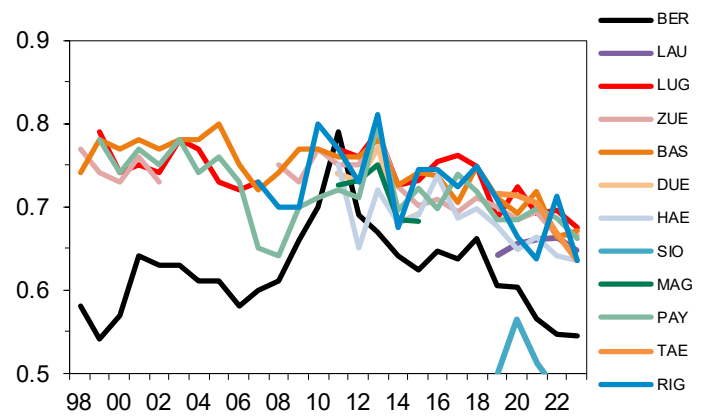


Abb. 17: Partikelanzahl-Konzentration, Jahresmittelwerte 2005–2023

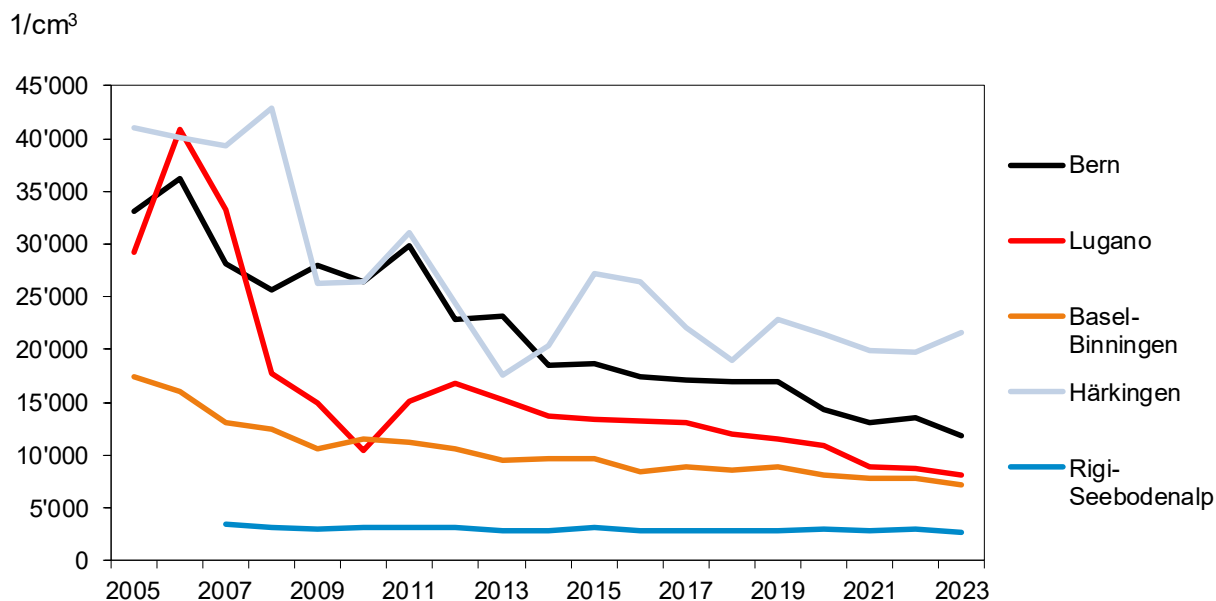
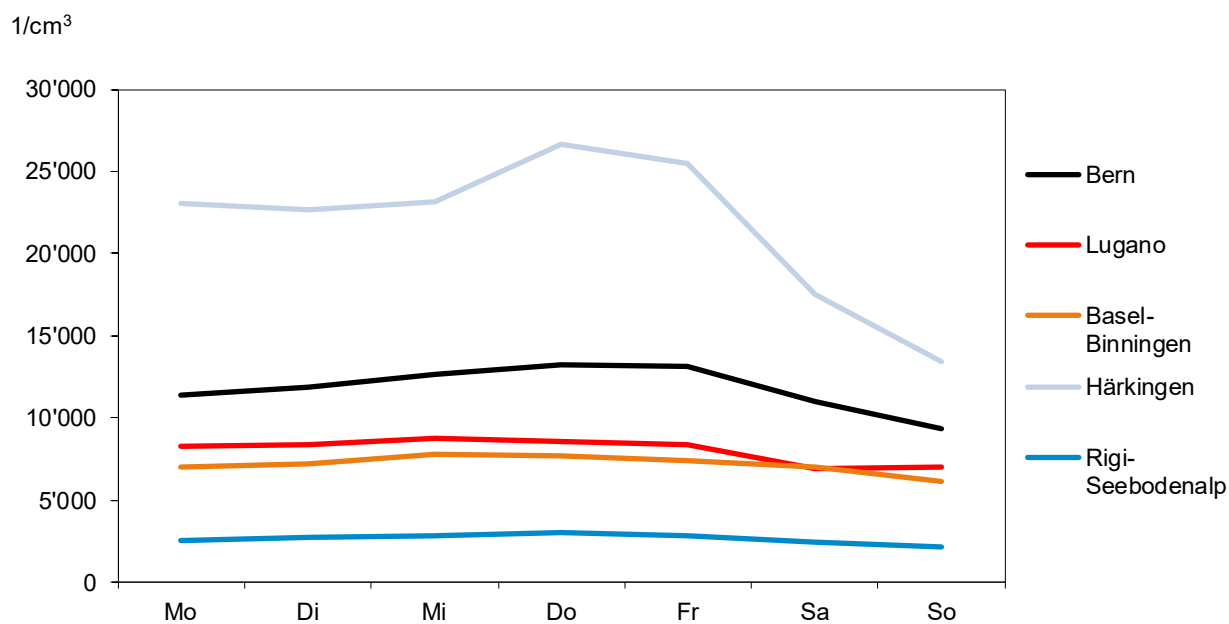


Abb. 18: Partikelanzahl-Konzentration, mittlerer Wochengang 2023



Tab. 9: Partikelanzahl, Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert Partikelanzahl 1/cm ³	max. 24h- Mittelwert 1/cm ³	95%-Wert der Halbstundenmittel 1/cm ³
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	11'819	20'942	25'902
Städtisch	Lugano-Universität	8'030	19'063	18'015
Vorstädtisch	Basel-Binningen	7'176	13'827	15'621
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	21'641	52'345	58'469
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	2'640	6'595	6'001

Tab. 10: Schwefel und Sulfat in PM10, Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Schwefel im PM10		Sulfat im PM10	
		Jahresmittelwert µg/m ³	max. 24h-Mittelwert µg/m ³	Jahresmittelwert µg/m ³	Anteil Sulfat in PM10 %
Städtisch	Lugano-Universität	0.35	0.52	1.05	7.5
Ländlich, unterhalb 1000 m	Payerne	0.25	1.23	0.75	7.6
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.21	1.09	0.63	9.2
Hochgebirge	Jungfrauoch	0.08	0.19	0.23	7.3

Abb. 19: Sulfat in PM10, Jahresmittelwerte 1981-2023

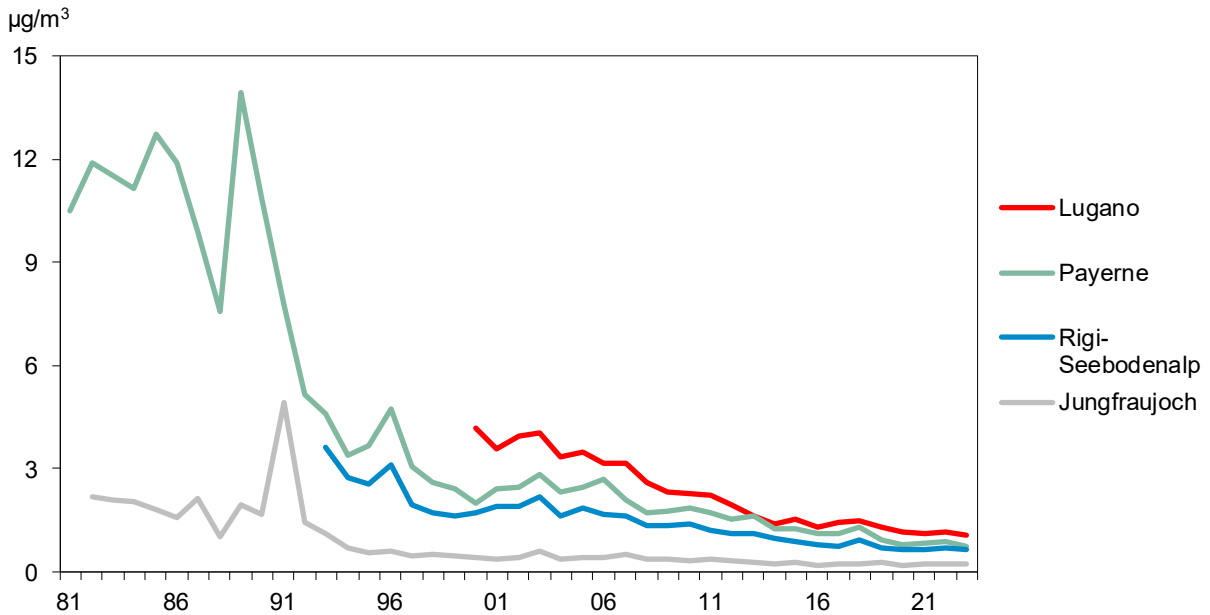


Abb. 20: Benzo(a)pyren in PM10, Jahresmittelwerte 2006-2023

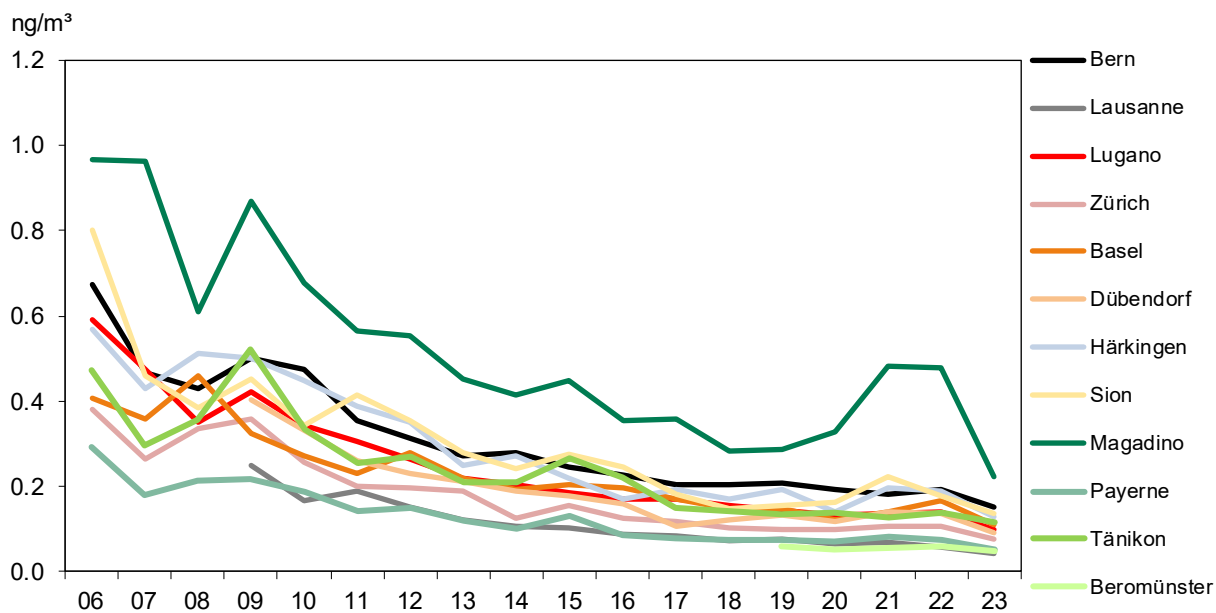
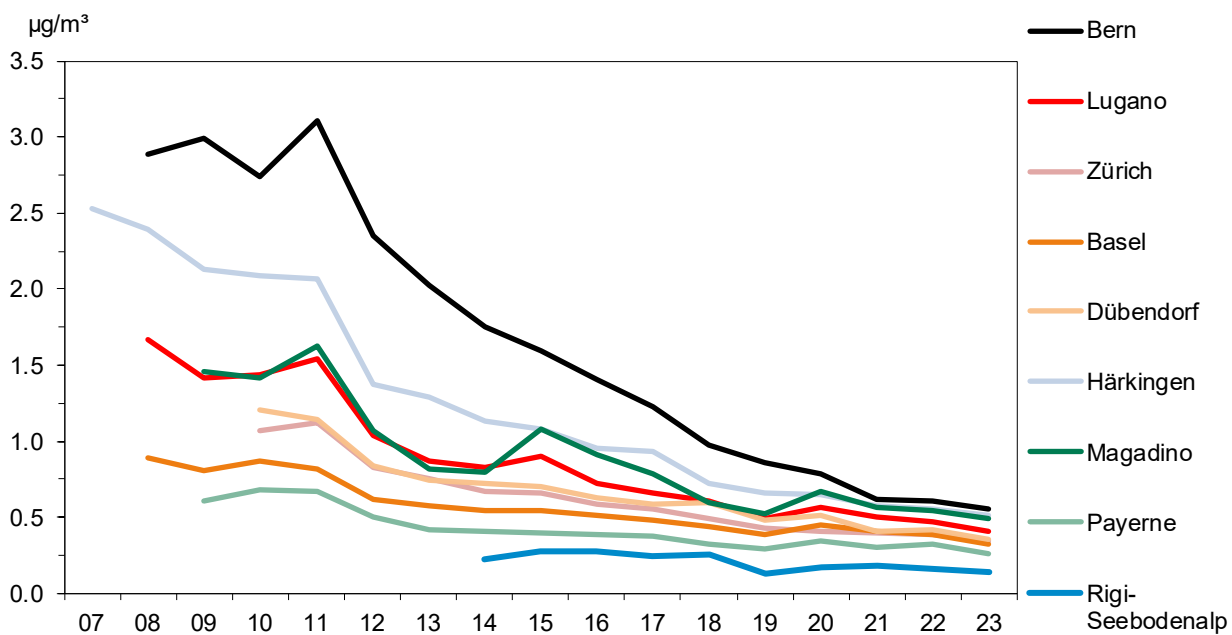


Abb. 21: Russkonzentration in PM2.5 als EBC gemäss TOT/EUSAAR-2 Verfahren, Jahresmittelwerte 2007-2023



Tab. 11: Russ in PM2.5 als EBC gemäss TOT/EUSAAR-2 Verfahren, Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximaler Tagesmittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anteil EBC am PM2.5 %
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	0.56	1.38	6%
Städtisch	Lugano-Universität	0.41	1.53	4%
	Zürich-Kaserne	0.34	1.22	4%
Vorstädtisch	Basel-Binningen	0.33	1.20	4%
	Dübendorf-Empa	0.36	1.37	5%
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.51	1.51	7%
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	0.49	2.18	5%
	Payerne	0.26	1.03	4%
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.14	0.80	3%

6 Ozon

Entstehung und Charakterisierung

Ozon, ein farbloses Gas von etwas stechendem Geruch und geringer Löslichkeit in Wasser, ist eines der wichtigsten Spurengase in der Erdatmosphäre. In der Diskussion um die Umweltveränderungen durch den Menschen wird es im Zusammenhang mit drei verschiedenen Umweltproblemen erwähnt:

- Unter dem Stichwort «Ozonloch» wird der Abbau der Ozonschicht in der Stratosphäre (10–50 km über der Erdoberfläche) diskutiert. Diese Ozonschicht schützt den Menschen und die Ökosysteme vor zu intensiver UV-Strahlung. Ihr Abbau wird durch die anthropogenen Emissionen von Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffen (FCKW) verursacht. Diese langlebigen Substanzen sind in der Troposphäre (bis ca. 10 km Höhe) völlig unreaktiv und entfalten erst in der Stratosphäre ihre negative Wirkung.
- Ein ganz anderes Problem sind die während des Sommers auftretenden übermässigen Konzentrationen von bodennahem Ozon. Das bodennahe Ozon ist unerwünscht, da es wegen seiner Aggressivität und Giftigkeit den Menschen und die Umwelt direkt schädigen kann. Die übermässigen Konzentrationen von bodennahem Ozon werden vor allem durch die anthropogenen Emissionen von Stickoxiden (NO_x) und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) verursacht.
- Ozon absorbiert neben UV-Strahlung auch Infrarotstrahlung und wirkt deshalb in der Stratosphäre und in der Troposphäre als klimarelevantes Spurengas mit relativ kurzer Lebensdauer.

Zu Beginn des letzten Jahrhunderts lag die Ozonbelastung am Erdboden in der Grössenordnung von 15 ppb (30 µg/m³) und in 1–2 km Höhe über Boden im Bereich von 20–30 ppb (35–52 µg/m³). Diese Werte ergeben sich aus alten Messdaten, die auf ihre Plausibilität überprüft wurden. Es wird angenommen, dass sie ungefähr der natürlichen Ozonbelastung entsprechen, die sich ohne menschliche Emissionen einstellen würde. Die hauptsächlichste Quelle für dieses natürliche Ozon ist der Transport von Ozon aus der Stratosphäre in die Troposphäre. Daneben kommt als weitere Quelle eine photochemische Bildung auf Grund der natürlichen Emissionen von Stickoxiden, flüchtigen organischen Verbindungen, Kohlenmonoxid und Methan in Frage. Die heute in der freien Troposphäre zu beobachtenden Ozonkonzentrationen, die oft als Ozon-Hintergrundbelastung bezeichnet werden, liegen um mindestens einen Faktor 2 über diesem Niveau. Diese Hintergrundbelastung darf nicht mit dem natürlichen Ozongehalt der Atmosphäre verwechselt werden.

Das anthropogene Ozon in der Grundsicht der Atmosphäre entstammt nicht direkten Schadstoffquellen. Es wird erst in der Atmosphäre durch photochemische Reaktionen aus so genannten Vorläuferschadstoffen, dem Stickstoffdioxid (NO₂) und den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) gebildet. Ozon ist der dominierende Bestandteil des photochemischen Smogs, der jedoch eine Vielzahl weiterer Schadstoffe enthält (organische Säuren, Peroxide, Peroxyacetylnitrat [PAN] etc.). Zur Ozonbildung ist intensive Sonnenstrahlung notwendig, zudem begünstigen erhöhte Lufttemperaturen den Reaktionsablauf. Hohe Ozonkonzentrationen treten deshalb typischerweise während sommerlichen Hochdruckwetterlagen («Schönwetterperioden») auf. Die Ozonbildung in einem Hochdruckgebiet ist ein grossräumiger Prozess. Sie ist jedoch in der Umgebung von grossen Agglomerationen besonders intensiv, da dort ein sehr reaktives Gemisch von Vorläuferschadstoffen (z. B. aus der Morgenverkehrsspitze) vorliegt. Bei der Bildung des grossräumigen Hintergrundozons spielen neben den Vorläuferschadstoffen NO₂ und NMVOC auch Kohlenmonoxid und Methan eine wesentliche Rolle (www.empa.ch/web/s503/climate-gases).

Ozon ist eines der stärksten Oxidationsmittel und eines der stärksten Reizgase überhaupt. Aus dieser Eigenschaft resultiert eine hohe Aggressivität gegen menschliche, tierische und pflanzliche Gewebe sowie Materialien. Es greift beim Menschen vor allem Atemwege und Lungengewebe an.

Bewertung

Die übermässigen Ozonimmissionen stellen ein Lufthygieneproblem von grossräumigem Ausmass dar. Ursache dieser Ozonimmissionen ist die zu hohe Belastung der Luft durch die anthropogen bedingten Vorläufersubstanzen, das Stickstoffdioxid (NO₂) und die flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Das Sommersmogproblem lässt sich nur durch eine massive Verminderung dieser Vorläuferschadstoffe lösen.

Das Sommersmogproblem soll grundsätzlich durch dauerhaft wirksame Massnahmen gelöst werden. Die bisher national und international eingeleiteten Massnahmen sollen die Ozonvorläuferstoffe weiter vermindern. Zusätzliche dauerhaft wirksame Luftreinhalte-Massnahmen sind notwendig und vorgesehen. Mit der Realisierung dieser Massnahmen ist mittelfristig jedoch eine weitere Entschärfung des Sommersmogproblems zu erwarten.

Abb. 22: Statistik der Ozonstundenmittelwerte: städtische, vorstädtische und verkehrsbelastete Stationen

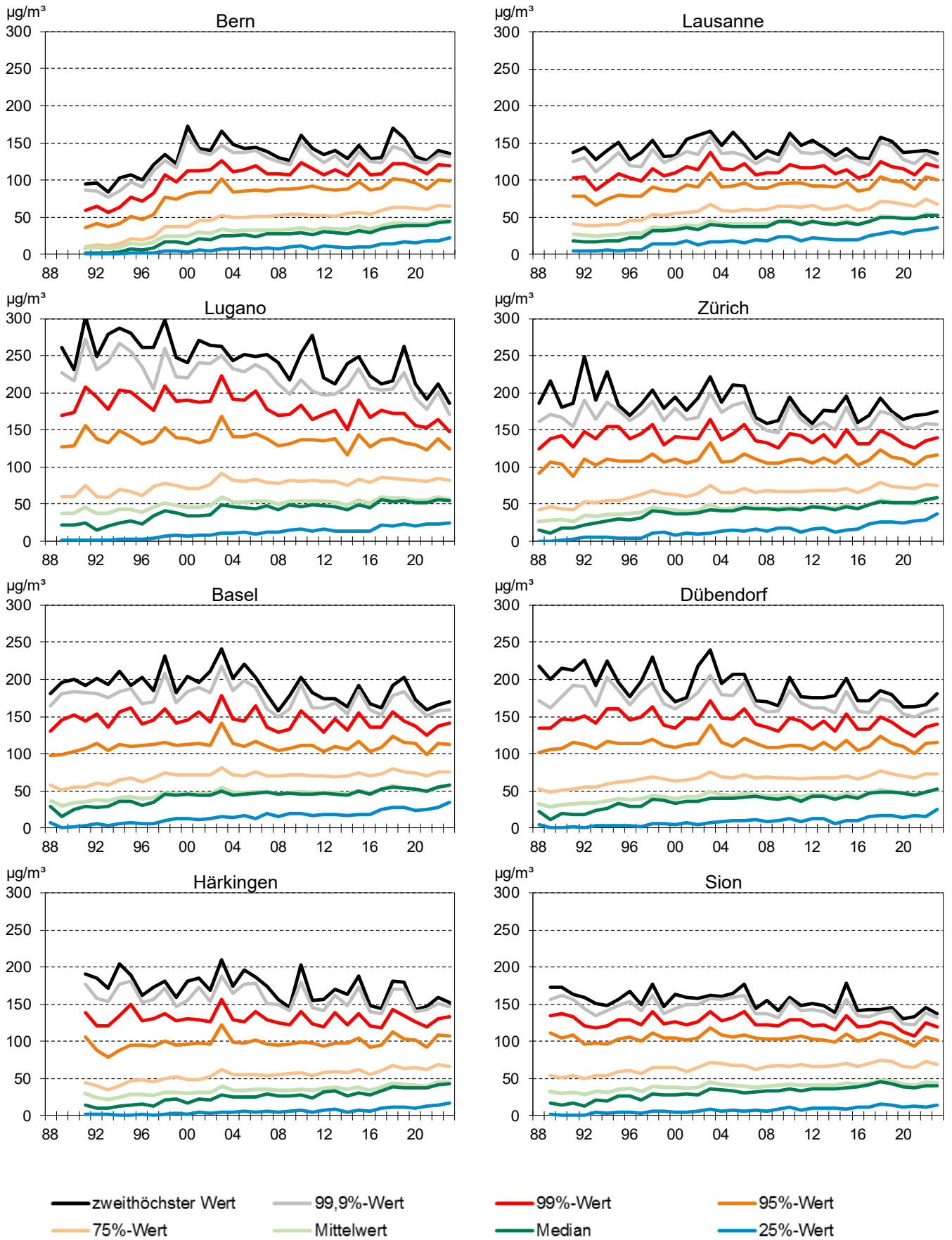
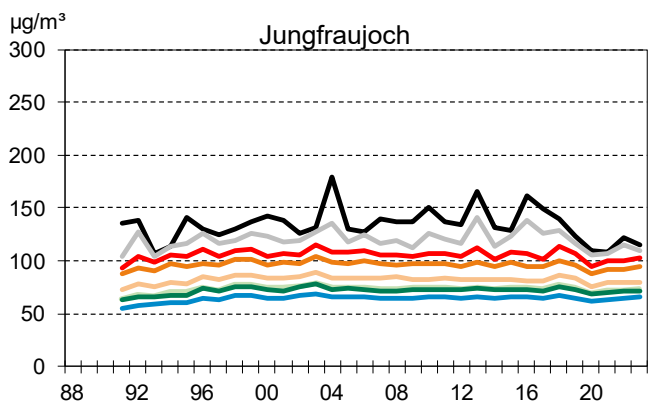
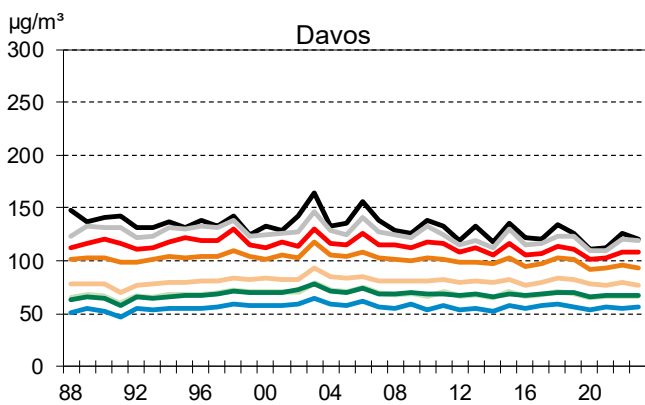
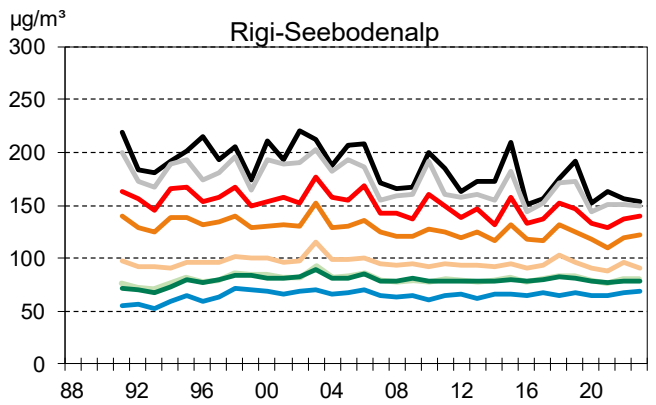
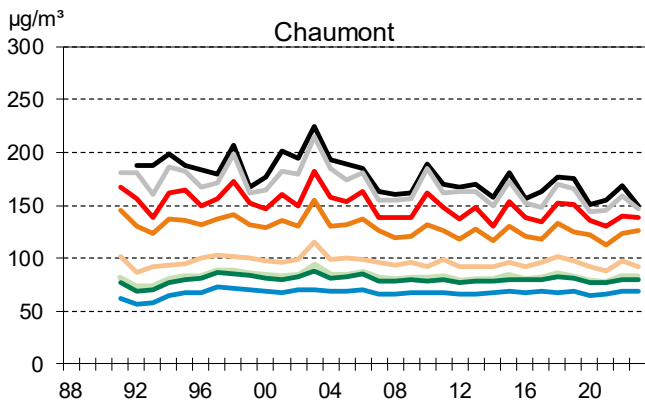
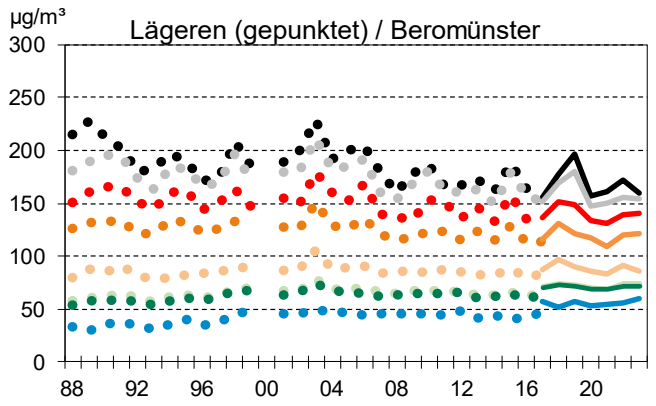
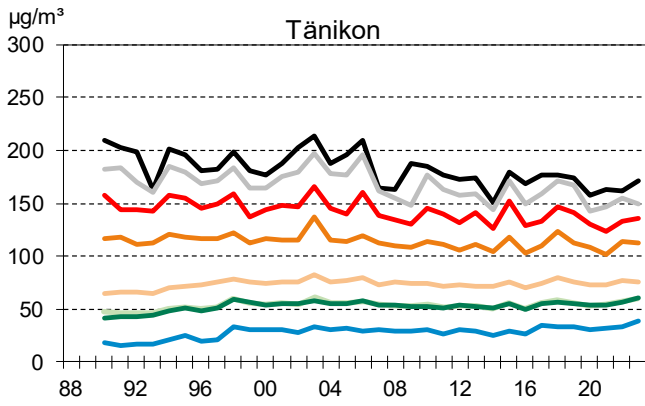
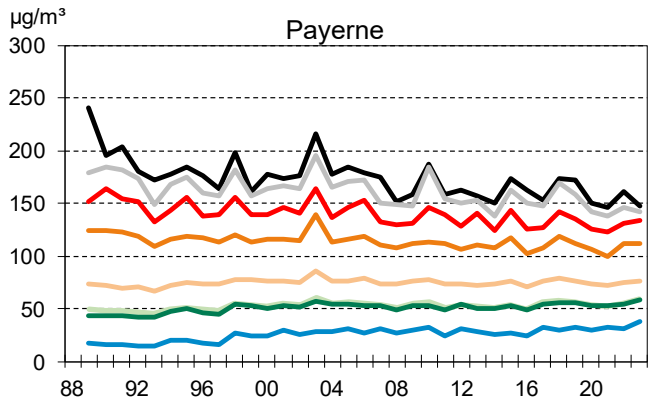
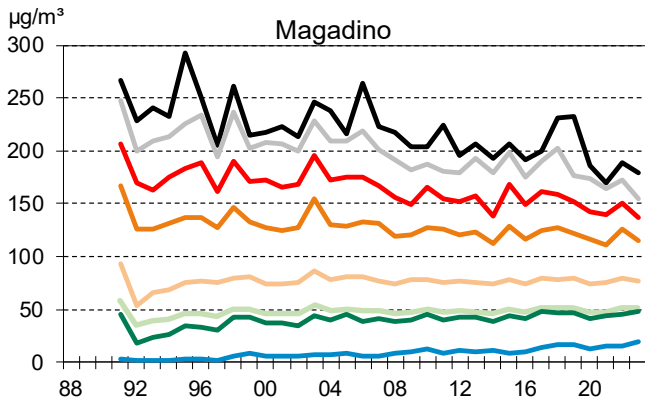


Abb. 23: Statistik der Ozonstundenmittelwerte: ländliche Stationen und Gebirgsstationen



— zweithöchster Wert — 99,9%-Wert
— 75%-Wert — Mittelwert

— 99%-Wert — 95%-Wert
— Median — 25%-Wert

Tab. 12: Ozon (O₃), Jahresstatistik 2023

Die Umrechnung von ppb in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erfolgt für die Stationen Davos-Seehornwald und Jungfrauoch mit standortabhängigen Faktoren (Siehe Anhang A5).

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max. 98%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	max. Stundenmittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anz. Grenzwertüberschreitungen (1h-Wert)	Anzahl Tage mit max. 1h-Mittelwert			Max. 8h-Mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Tage mit max. 8h-Mittelwert	
						>120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		>100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	46	130	136	86	20	0	0	132	44	9
	Lausanne-César-Roux	54	127	136	71	16	0	0	128	42	9
Städtisch	Lugano-Universität	57	154	199	564	94	1	0	178	122	65
	Zürich-Kaserne	58	151	182	359	59	1	0	158	67	42
Vorstädtisch	Basel-Binningen	57	150	174	321	50	0	0	154	68	38
	Dübendorf-Empa	52	149	191	345	57	1	0	156	65	41
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	45	146	153	241	40	0	0	148	52	30
	Sion-Aéroport-A9	44	131	140	80	19	0	0	132	56	9
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	51	146	184	323	68	1	0	158	103	43
	Payerne	59	141	150	275	47	0	0	143	69	32
	Tänikon	59	147	172	310	59	0	0	157	68	33
	Beromünster	74	151	173	497	57	0	0	151	80	46
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	83	145	150	671	55	0	0	144	92	52
	Rigi-Seebodenalp	80	149	155	499	56	0	0	148	86	43
	Davos-Seehornwald	66	118	121	5	2	0	0	119	19	0
Hochgebirge	Jungfrauoch	73	108	119	0	0	0	0	109	13	0
LRV-Immissionsgrenzwert			100	120	1						

Abb. 24: Ozon (O₃), 98%-Werte des ozonreichsten Sommermonats 1990–2023

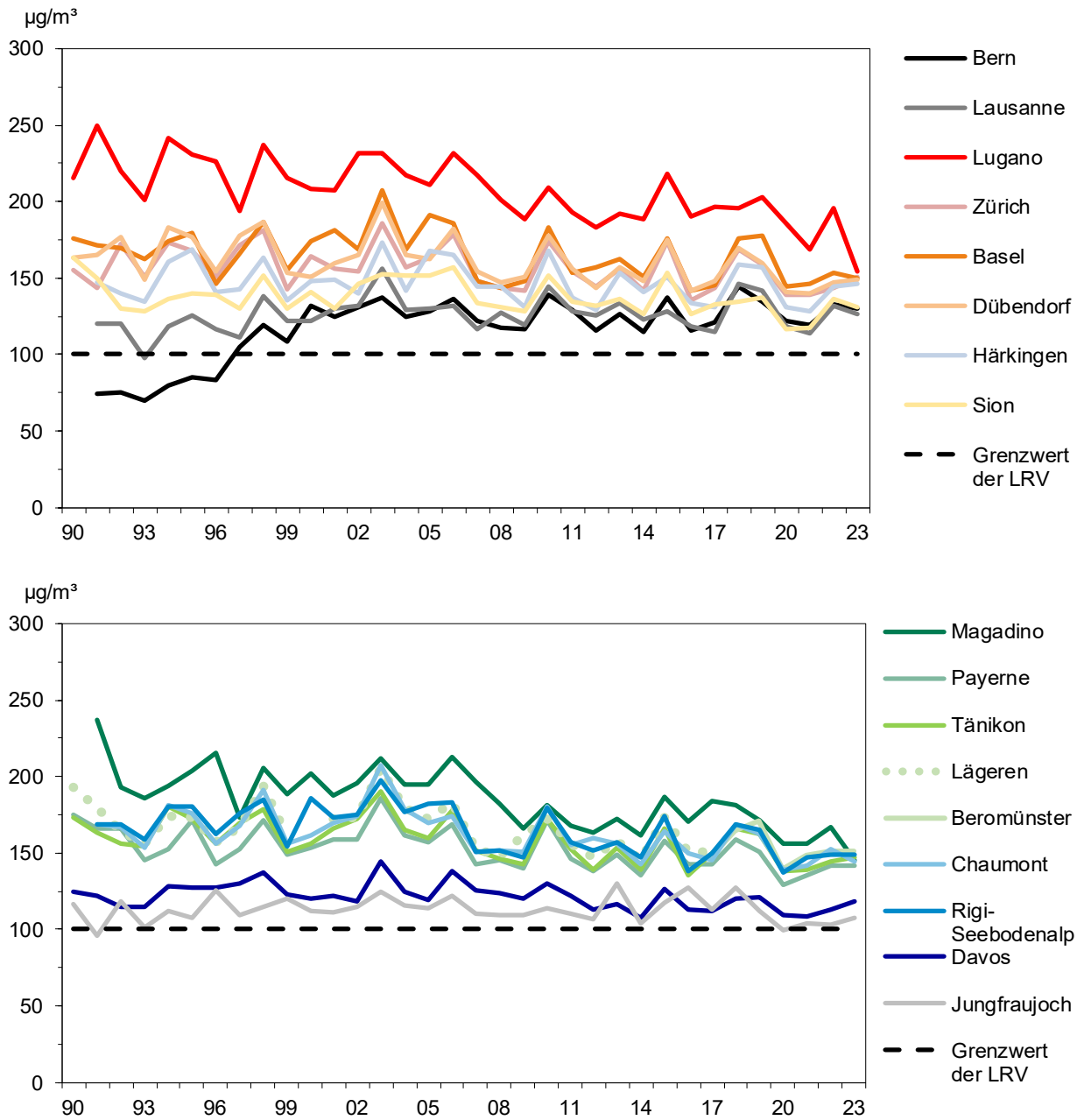


Abb. 25: Ozon (O₃), Monatsmittelwerte 2023

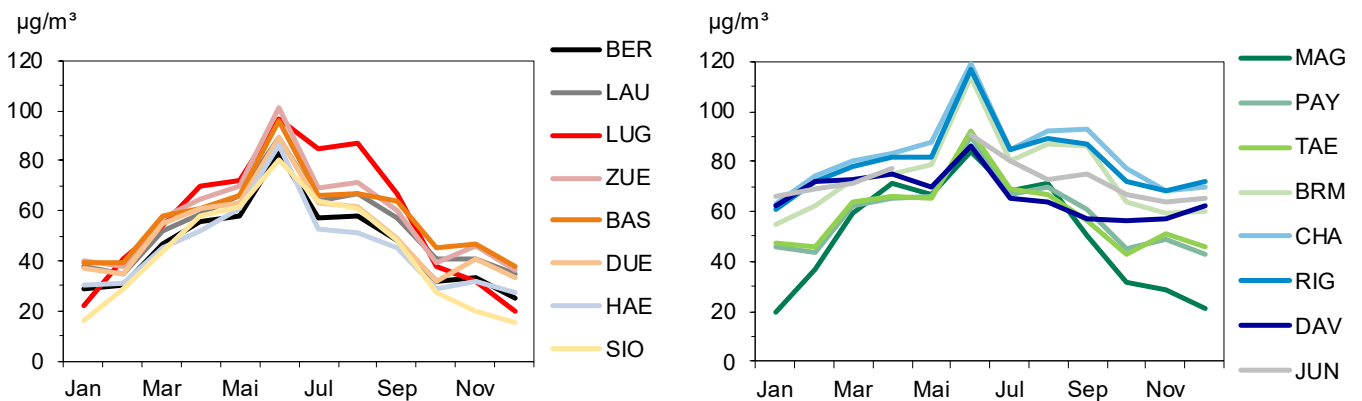


Abb. 26: Ozon (O₃), Anzahl Überschreitungen des 1h-Immissionsgrenzwertes 1990–2023

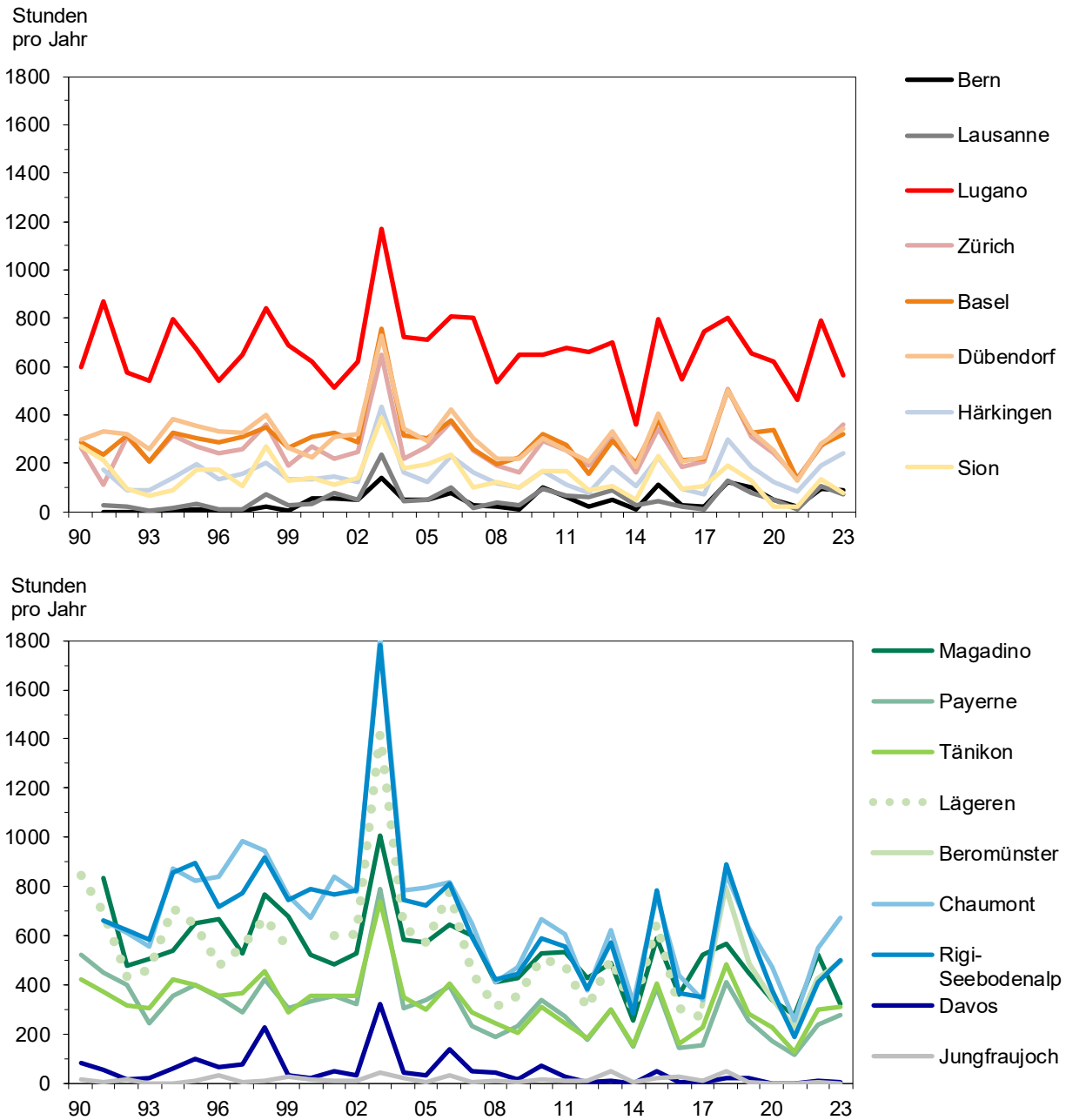
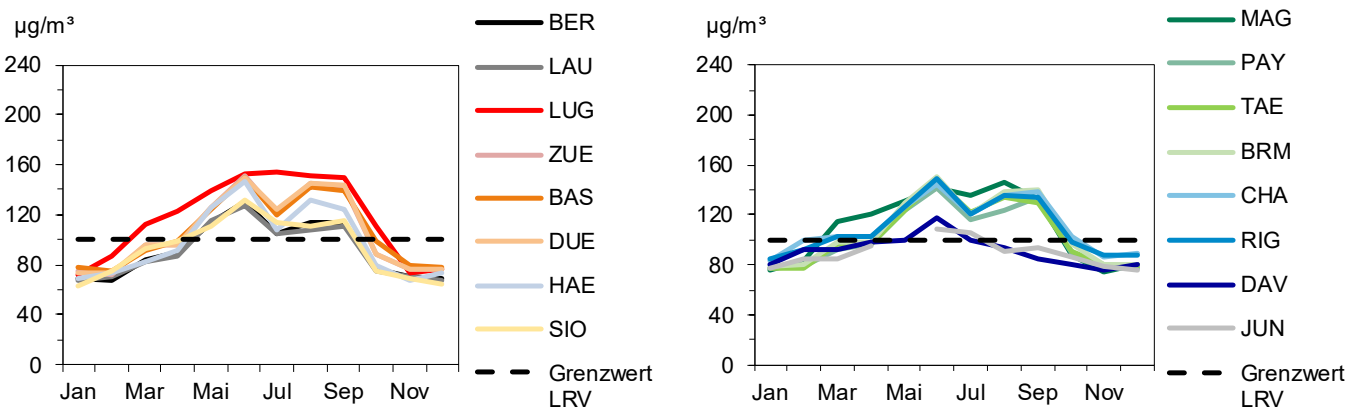


Abb. 27: Ozon (O₃), monatliche 98%-Werte 2023



7 Schwefeldioxid

Entstehung und Charakterisierung

Schwefeldioxid ist ein farbloses, in höheren Konzentrationen stechend riechendes, gut wasserlösliches Reizgas. Es entsteht vor allem beim Verbrennen schwefelhaltiger Brenn- und Treibstoffe. Das Maximum der Schwefeldioxidemissionen wurde 1980 erreicht. Die Emissionen sind seither auf weniger als ein Sechstel des damaligen Maximalwertes zurückgegangen.

Gesundheitliche Auswirkungen erhöhter Belastungen von Schwefeldioxid betreffen insbesondere die Atemwege. Asthmatiker und Individuen mit chronischen Atemwegserkrankungen sind speziell betroffen. SO₂ ist auch stark phytotoxisch. Es ist zudem eine wichtige Vorläufersubstanz für die Bildung von sauren Niederschlägen.

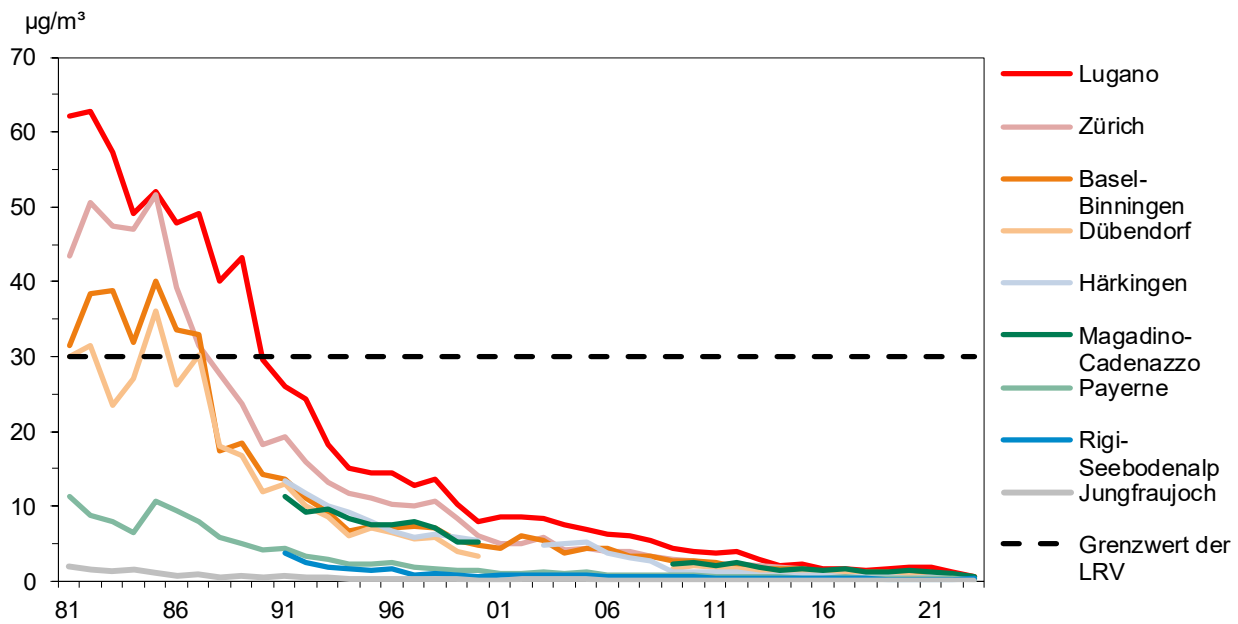
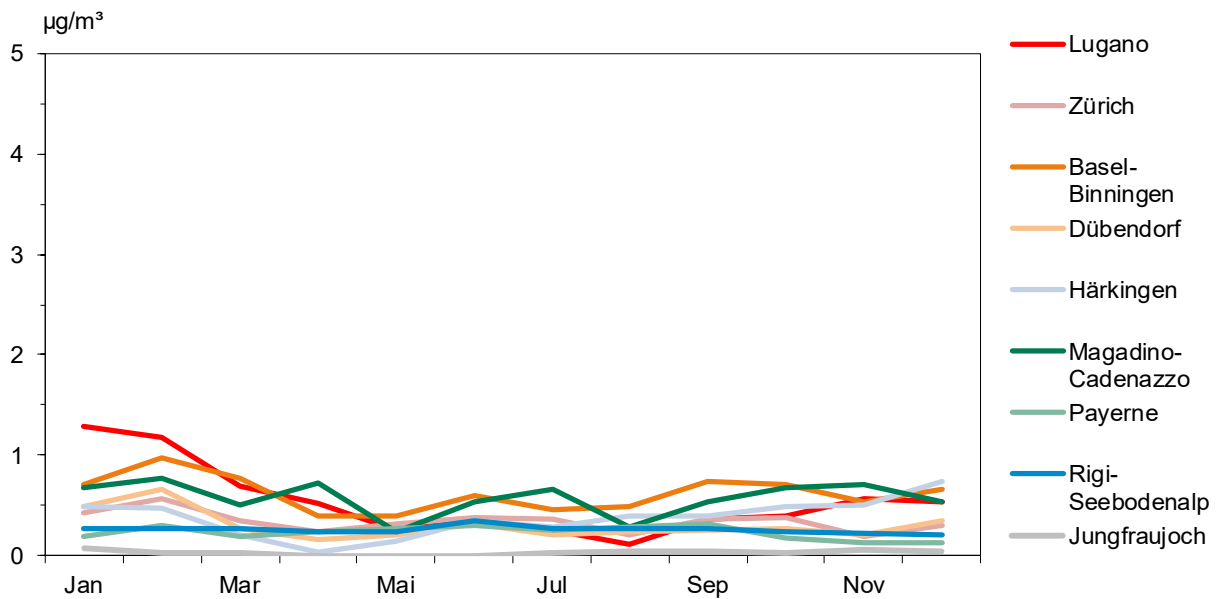
Bewertung

Beim Schadstoff Schwefeldioxid wurden 2023 sowohl der Langzeitgrenzwert wie auch die Kurzzeit-Immissionsgrenzwerte an allen NABEL-Stationen eingehalten.

Die günstige Situation ist eine direkte Folge der seit den 90er-Jahren bedeutend verringerten SO₂-Emissionen. Der Erfolg der getroffenen Massnahmen (insbesondere Herabsetzung des Schwefelgehalts im Heizöl und Diesel sowie Umstellung auf Erdgas infolge strenger Emissionsgrenzwerte) zeigt sich im deutlichen Rückgang der Schwefeldioxid-Belastung. Dieses Beispiel macht deutlich, dass die im Luftreinhalte-Konzept des Bundesrates verfolgte Strategie richtig ist und dass durch konsequent durchgeführte Massnahmen in der Schweiz die Immissionsgrenzwerte selbst an vorher stärkst belasteten Standorten eingehalten werden können.

Tab. 13: Schwefeldioxid (SO₂), Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µg/m ³	95%-Wert µg/m ³	max. 24h-Mittelwert µg/m ³	Anzahl Grenzwert- überschreitungen 24h-Mittelwert
Städtisch	Lugano-Università	0.53	1.6	2.5	0
	Zürich-Kaserne	0.34	0.9	1.7	0
Vorstädtisch	Basel-Binningen	0.62	2.0	2.2	0
	Dübendorf-Empa	0.30	0.7	1.1	0
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.37	1.1	1.5	0
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	0.57	1.4	1.7	0
	Payerne	0.23	0.5	0.7	0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.25	0.50	0.8	0
Hochgebirge	Jungfrauojoch	<0.1	0.11	0.6	0
LRV-Immissionsgrenzwert		30	100	100	1

Abb. 28: Schwefeldioxid (SO₂), Jahresmittelwerte 1981–2023Abb. 29: Schwefeldioxid (SO₂), Monatsmittelwerte 2023

8 Kohlenmonoxid

Entstehung und Charakterisierung

Kohlenmonoxid ist ein farb- und geruchloses Gas, das bei praktisch allen Verbrennungsprozessen, insbesondere bei unvollständiger Verbrennung, entsteht. Das Maximum der Kohlenmonoxidemissionen wurde Mitte der 70er-Jahre erreicht. Seither haben sich die Emissionen auf weniger als ein Drittel reduziert.

Kohlenmonoxid ist – anders als Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Ozon – kein Reizgas. Es verdrängt jedoch den Sauerstoff aus seiner Bindung mit dem roten Blutfarbstoff Hämoglobin und vermindert dadurch die Sauerstoff-Transportkapazität des Blutes. Kohlenmonoxid ist deshalb für Menschen und warmblütige Tiere ein Atemgift.

Bewertung

Die Kohlenmonoxidbelastung in der Schweiz stellt heute kein direktes Problem für die menschliche Gesundheit mehr dar. Die deutliche Reduktion der Emissionen seit Mitte der 70er-Jahre hat dazu geführt, dass selbst in innerstädtischen Strassenschluchten, wo die CO-Immissionen wegen des stockenden Verkehrs und der schlechten Durchlüftung am höchsten sind, die Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung nicht überschritten werden.

Kohlenmonoxid ist ein langlebiges Spurengas und trägt als Vorläufersubstanz bei zur Bildung von Ozon in der oberen Troposphäre.

Tab. 14: Kohlenmonoxid (CO), Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert mg/m ³	95%-Wert mg/m ³	max. 24h-Mittelwert mg/m ³	Anzahl Grenzwert- überschreitungen 24h-Mittelwert
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	0.31	0.49	0.52	0
	Lausanne-César-Roux	0.28	0.45	0.57	0
Städtisch	Lugano-Università	0.27	0.47	0.73	0
	Zürich-Kaserne	0.31	0.49	0.56	0
Vorstädtisch	Dübendorf-Empa	0.21	0.39	0.50	0
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.25	0.42	0.48	0
Ländlich, unterhalb 1000 m	Payerne	0.19	0.30	0.35	0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.16	0.22	0.30	0
Hochgebirge	Jungfrauoch	0.09	0.12	0.23	0
LRV-Immissionsgrenzwert				8	1

Abb. 30: Kohlenmonoxid (CO), Jahresmittelwerte 1981–2023

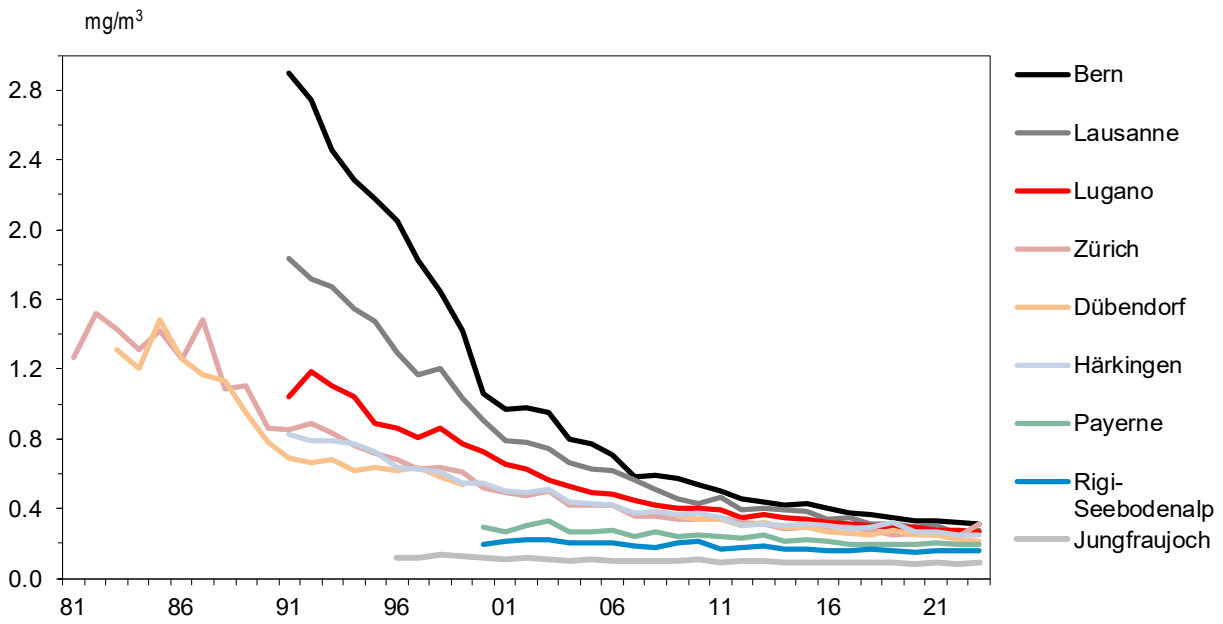


Abb. 31: Kohlenmonoxid (CO), Monatsmittelwerte 2023

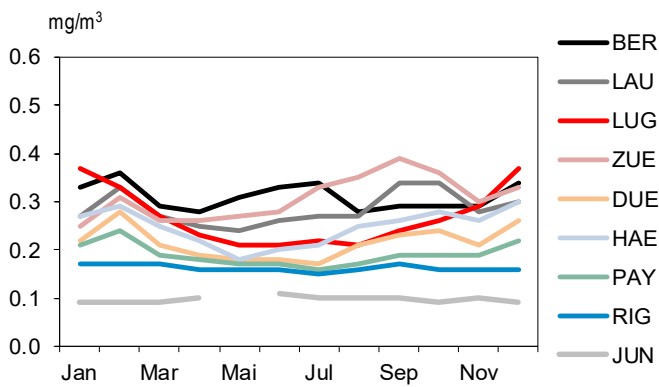
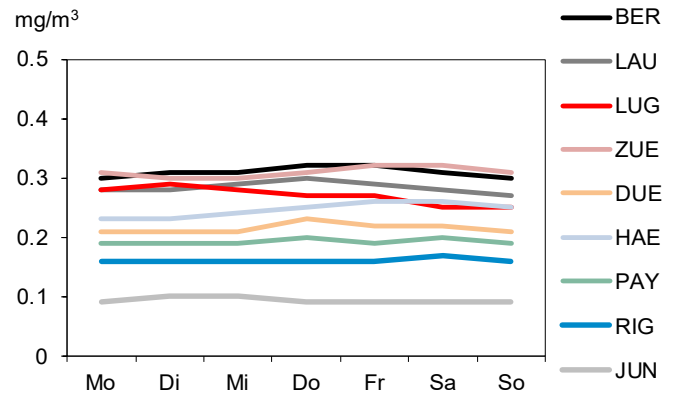


Abb. 32: Kohlenmonoxid (CO), mittlerer Wochengang 2023



9 Flüchtige organische Verbindungen

Entstehung und Charakterisierung

Als VOC bezeichnet man üblicherweise organische Verbindungen mit einem Siedepunkt unter 250 °C, die somit bei atmosphärischen Bedingungen einen genügend hohen Dampfdruck aufweisen, um gasförmig vorzuliegen.

Der einfachste Kohlenwasserstoff, der zudem in der Atmosphäre in grösseren Mengen vorkommt, ist das Methan (CH₄). Dieses wird in der Regel separat betrachtet und von den übrigen Kohlenwasserstoffen (NMVOC) abgetrennt.

Die flüchtigen organischen Verbindungen sind zusammen mit den Stickoxiden wichtige Vorläufersubstanzen für die Ozonbildung. Verantwortlich für das Auftreten von relativ kurzfristigen Ozonspitzenwerten in der näheren Umgebung der Emissionsquellen sind in erster Linie die hochreaktiven VOC. Die schwach reaktiven VOC tragen dagegen zur Erhöhung der grossräumigen Ozon-Grundbelastung bei.

Kontinuierliche Messungen der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen werden an drei Stationen durchgeführt. Durch Messung mit einem FID-Detektor werden einerseits die Summe der VOC und andererseits das Methan bestimmt. Die Konzentration der **Nichtmethan-VOC** wird als Differenz der beiden Messsignale erhalten.

Die **aromatischen Verbindungen** Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol kommen im Motorenbenzin vor. Daneben werden Toluol und Xylol in Industrie und Gewerbe als Lösungsmittel eingesetzt. Benzol hat ein geringes bis mittleres Ozonbildungspotenzial. Es ist insbesondere wegen seiner krebserzeugenden Wirkung in der Atemluft unerwünscht. Toluol, Ethylbenzol und die drei isomeren Xylole haben ein hohes Ozonbildungspotenzial. Da sie zudem in grossen Mengen emittiert werden, sind sie wichtige Vorläufersubstanzen für die sommerliche Ozonbildung.

Gesättigte und ungesättigte VOC stammen aus unterschiedlichen Quellen wie Verkehr, Verdampfungsverlusten von Treibstoffen, Lösungsmitteln oder Verlusten bei der Gasverteilung. Als VOC mit vorwiegend natürlichem Ursprung wird Isopren erfasst, welches in grösseren Mengen von Laubbäumen emittiert wird.

Humantoxikologisch ist das krebserregende **1,3-Butadien** von Bedeutung (Abb. 35). In der Stadt Zürich ist die Konzentration seit 2001 deutlich gesunken, vermutlich als Folge der verbesserten Motorentechnik und Abgasreinigung bei Fahrzeugen.

Halogenierte Verbindungen sind in der Regel reaktionsträge und langlebig. Sie spielen in der Chemie der Troposphäre für die Ozonbildung keine grosse Rolle. Ähnliches gilt für die gesundheitlichen Wirkungen, zumindest für die Konzentrationen, wie sie in der Aussenluft vorkommen. Diese Verbindungen sind aber für globale Probleme wie Ozonzerstörung in der Stratosphäre und Klimaerwärmung von Bedeutung. Die Messungen werden im Rahmen eines grösseren gemeinsamen Projekts (HALCLIM) von BAFU und Empa durchgeführt und sind Teil des weltweiten Messnetzes für halogenierte Verbindungen (AGAGE). Weiterführende Informationen finden Sie unter www.empa.ch/web/s503/climate-gases.

Bewertung

Die Gruppe der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) setzt sich aus einer Vielzahl von Substanzen mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften zusammen. Bei der Wirkung auf den Menschen stehen die krebserzeugenden Eigenschaften im Vordergrund. Von der atmosphärenchemischen Wirkung her gesehen ist grundsätzlich zwischen den VOC, die in der Troposphäre Ozon bilden, und den VOC, die in der Stratosphäre Ozon zerstören, zu unterscheiden. Gegenüber der Mitte der 1980er-Jahre konnte in der Schweiz der Ausstoss von ozonbildenden VOC wesentlich vermindert werden. Zu diesem Erfolg trugen vor allem der Katalysator, die strengen Emissionsgrenzwerte der LRV für Industrie- und Gewerbebetriebe sowie die Benzindampfrückführung beim Treibstofftransport und -umschlag bei. Die Einführung der Lenkungsabgabe auf VOC im Jahre 2000 bewirkte einen weiteren deutlichen Rückgang der VOC-Emissionen. Dennoch genügen die bisherigen Massnahmen noch nicht, um die Emissions- und Immissionsziele zu erreichen.

Das in Schaumstoffen und Sprays eingesetzte F11 (CCl₃F) ist durch das Montrealer-Protokoll in Produktion und Anwendung weltweit eingeschränkt. Da F11 jahrzehntelang in der Atmosphäre verbleibt, hat die Hintergrundkonzentration seit 2000 wenig abgenommen (Abb. 37). Es werden keine ausgeprägten Konzentrationsspitzen gemessen, was darauf hindeutet, dass in Europa keine Quellen von F11 vorhanden sind.

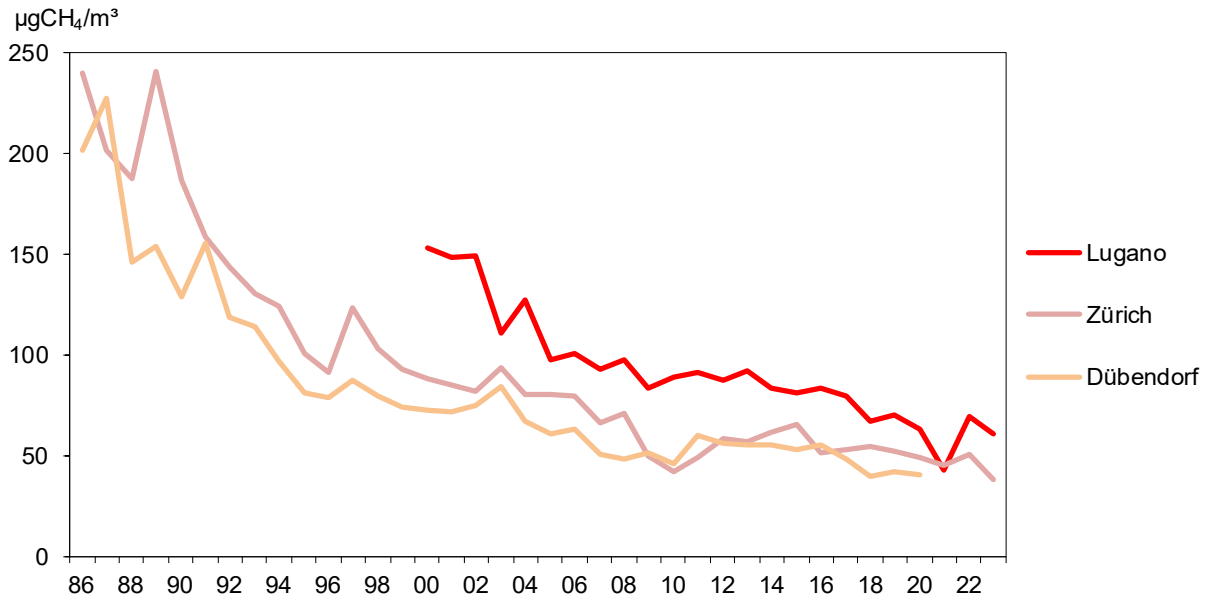
Das als Lösungsmittel verwendete 1,1,1-Trichlorethan (CH₃CCl₃) ist gemäss dem Montrealer Protokoll ebenfalls in Produktion und Anwendung eingeschränkt. Wegen seiner kürzeren Lebenszeit in der Atmosphäre ist bereits ein deutlicher Rückgang der Konzentration seit dem Jahr 2000 zu beobachten (Abb. 37)

Tab. 15: Nichtmethan-VOC (ausgedrückt als Methanäquivalent), Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µgCH ₄ /m ³	95%-Wert µgCH ₄ /m ³	max. 24h-Mittelwert µgCH ₄ /m ³
Städtisch	Lugano-Universität	61	117	138
	Zürich-Kaserne	38	104	221
Vorstädtisch	Dübendorf-Empa	-	-	-

-) keine Messwerte vorhanden

Abb. 33: Nichtmethan-VOC (ausgedrückt als Methanäquivalent), Jahresmittelwerte 1986–2023



Tab. 16: Aromatische Verbindungen, Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Benzol µg/m ³	Toluol µg/m ³	Ethylbenzol µg/m ³	m/p-Xylol µg/m ³	o-Xylol µg/m ³
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	0.5	1.33	0.19	0.68	0.2
Vorstädtisch	Dübendorf-Empa	0.39	1.13	-	-	-
Ländlich, unterhalb 1000 m	Beromünster	0.27	0.37	0.03	0.11	0.04

-) keine Messwerte vorhanden

Abb. 34: Aromatische Verbindungen, Jahresmittelwerte 1994–2023, Dübendorf

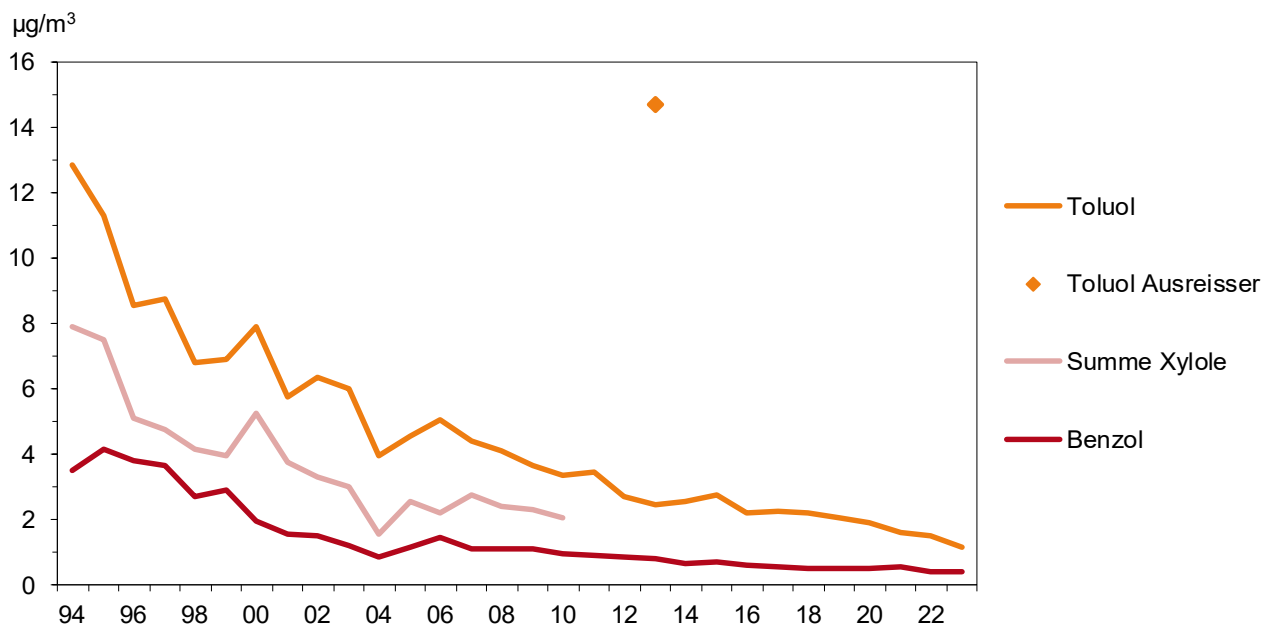


Abb. 35: 1,3-Butadien, Jahresmittelwerte 2001–2023

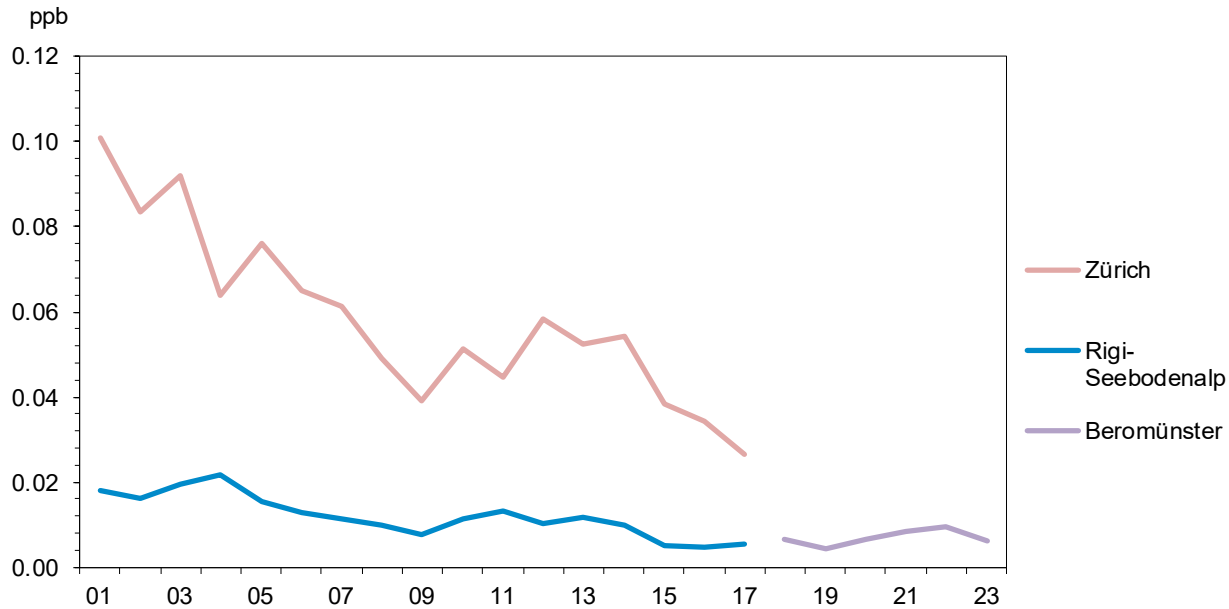


Abb. 36: F134a, Tagesmittelwerte 2000–2023 auf dem Jungfrauojoch

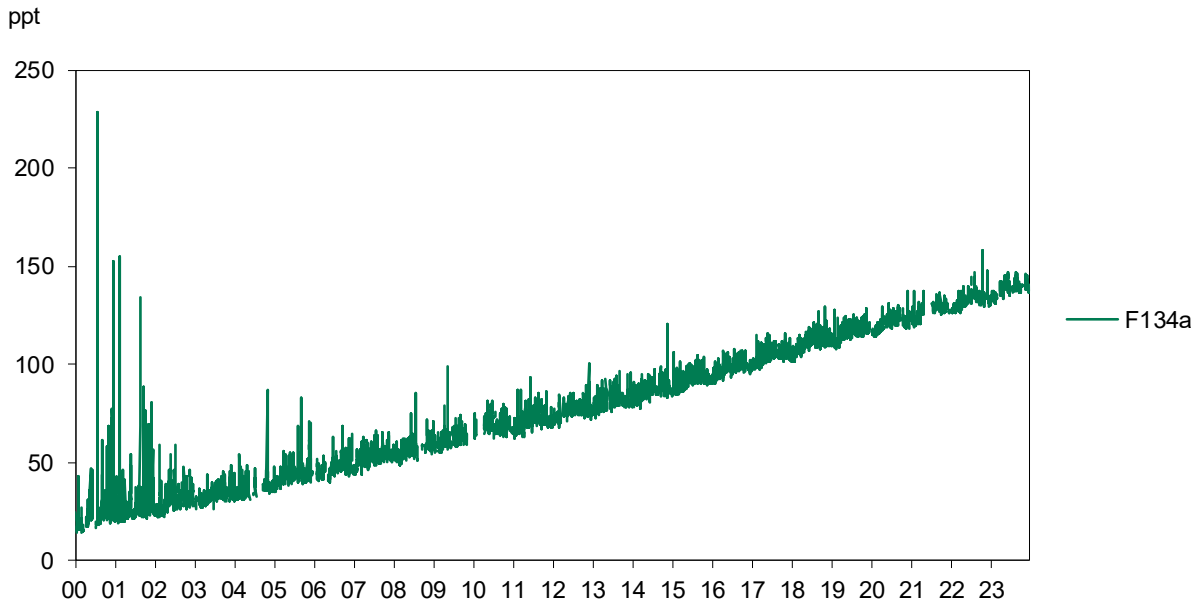
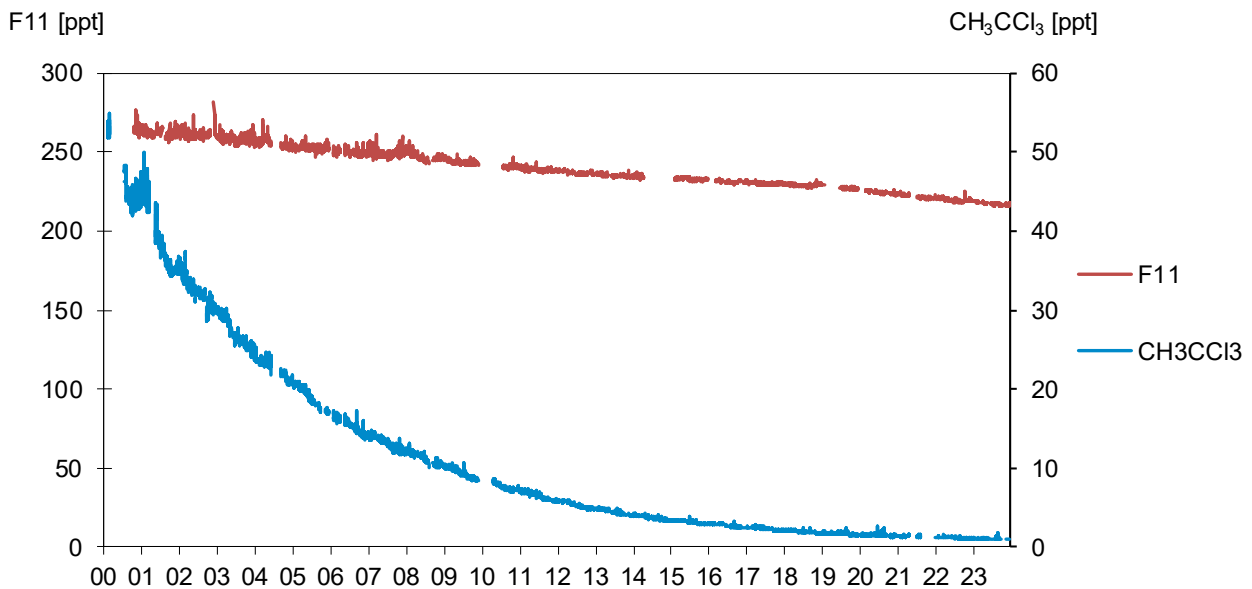


Abb. 37: 1,1,1-Trichlorethan und F11, Tagesmittelwerte 2000–2023 auf dem Jungfrauojoch



10 Treibhausgase

Entstehung und Charakterisierung

Neben halogenierten Treibhausgasen werden auf dem Jungfraujoch auch die am stärksten zu anthropogenen Klimaveränderungen beitragenden Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas gemessen

(www.empa.ch/web/s503/climate-gases). Wegen der Langlebigkeit dieser Gase wird die auf dem Jungfraujoch gemessene Konzentration von Emissionen der ganzen Nordhemisphäre beeinflusst. Abb. 38 zeigt die Monatsmittel seit Messbeginn. Die Konzentrationen dieser drei Treibhausgase sind in den letzten Jahren angestiegen. Andere Verbindungen, die im NABEL gemessen werden, haben ebenfalls eine Bedeutung im Rahmen von Klimabeeinflussung, z.B. Russ, Ozon oder Sulfat.

Die Konzentration von **Kohlendioxid (CO₂)** zeigt einen ausgeprägten Jahresgang, welcher im Wesentlichen die Aufnahme von Kohlendioxid durch die Vegetation im Sommerhalbjahr widerspiegelt. Der beobachtete Anstieg stimmt mit dem Verhalten an anderen Hintergrundstationen der Nordhemisphäre überein.

Methan (CH₄) ist der Hauptbestandteil von Erdgas und wird bei der Nutzung von Lagerstätten fossiler Energieträger freigesetzt. Eine wichtige Quelle ist auch die Landwirtschaft, insbesondere die Tierhaltung. Der Methangehalt der Atmosphäre steigt weiterhin an. Methan ist nicht nur ein Treibhausgas, sondern trägt auch wesentlich zur Ozonbildung in den oberen Schichten der Troposphäre bei.

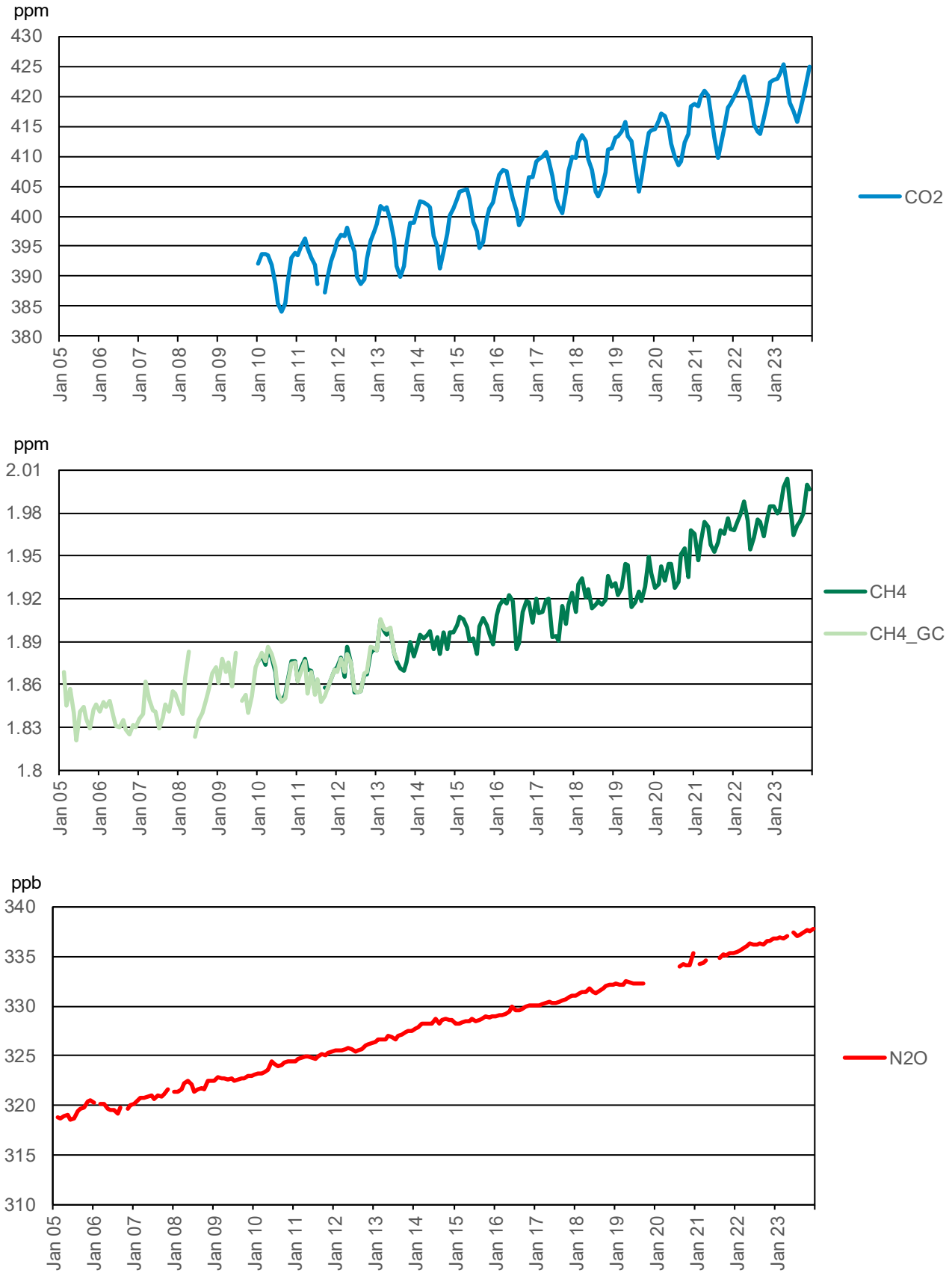
Die Konzentration von **Lachgas (N₂O)** hat seit dem Messbeginn im Jahre 2005 um mehr als 5 Prozent zugenommen. Lachgas wird aus stark gedüngten Böden und bei Verbrennungsvorgängen freigesetzt.

Bewertung

Die auf dem Jungfraujoch gemessenen Konzentrationen der Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas steigen seit Messbeginn an.

Abb. 38: Entwicklung der Konzentration verschiedener Treibhausgase, Monatsmittelwerte 2005-2023, Jungfraujoch

Methan (CH_4) wird mit zwei unterschiedlichen Geräten gemessen.



11 Staubniederschlag

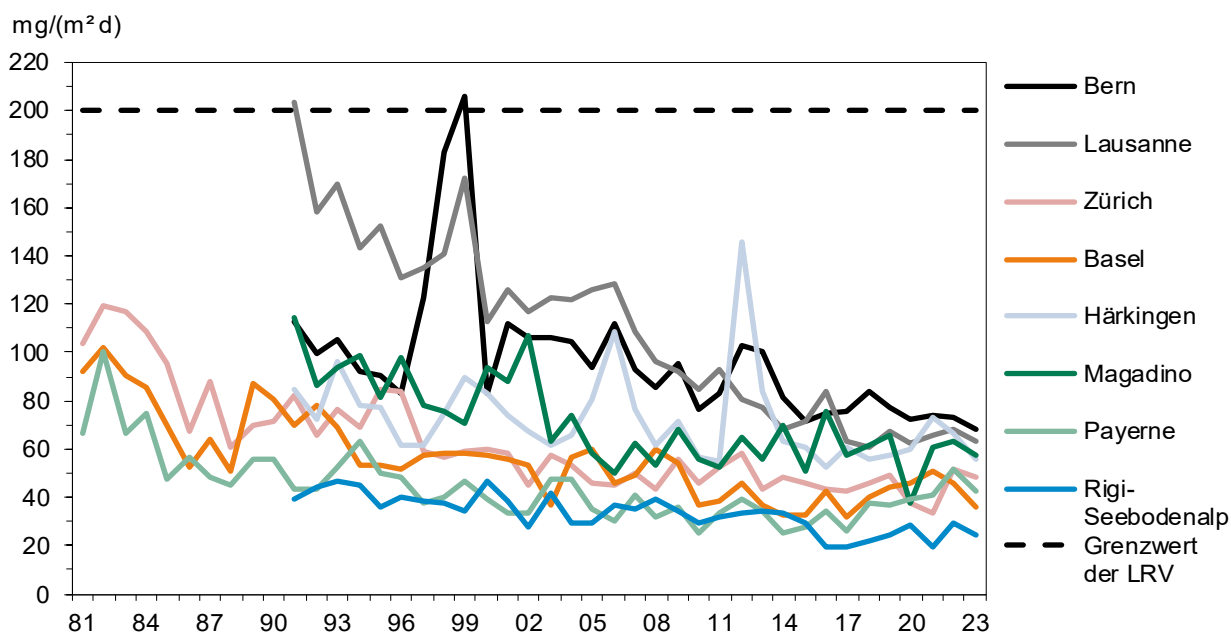
Entstehung und Charakterisierung

Die Gesamtmenge des Staubniederschlags, bestimmt nach der Bergerhoff-Methode, spielt heute in der Luftreinheit eine untergeordnete Rolle. Die gemessenen Staubdepositionen haben in den letzten 20 Jahren abgenommen (Abb. 39).

Bewertung

Im NABEL-Messnetz wurden in den letzten Jahren keine Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes für Staubniederschlag gemessen.

Abb. 39: Staubniederschlag, Jahresmittelwerte 1981–2023



Tab. 17: Staubniederschlag, Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert mg/(m² d)
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	69
	Lausanne-César-Roux	64
Städtisch	Zürich-Kaserne	48
Vorstädtisch	Basel-Binningen	36
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	56
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	57
	Payerne	43
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	25
LRV-Immissionsgrenzwert		200

*) unvollständige Messreihe, mehr als 80% der Messwerte vorhanden.

12 Schwermetalle

Entstehung und Charakterisierung

Abgesehen von einigen Schwermetall-Verbindungen und dem flüchtigen Element Quecksilber treten Schwermetalle in der Atmosphäre überwiegend an feine, luftgetragene Partikel gebunden auf. Durch Depositionsvorgänge werden diese Partikel – je nach Korngrösse – in unmittelbarer Umgebung der Emissionsquellen oder über weite Gebiete verteilt in Böden und Oberflächengewässer eingetragen.

In erhöhten Konzentrationen stellen die Schwermetalle ein Risiko für Mensch und Umwelt dar; viele Schwermetalle sind toxisch, einige wirken kanzerogen (z. B. Cadmium). Schwermetalle erweisen sich in mehrfacher Hinsicht als umweltgefährdend: Schwermetalle sind nicht abbaubar; Schwermetalle werden über mineralische und biologische Prozesse angereichert und in der Umwelt gespeichert; Schwermetalle können direkt oder über die Nahrungskette aufgenommen werden und akute oder chronische Schäden hervorrufen.

Die grössten Emissionen von **Blei (Pb)** stammten früher aus dem Motorfahrzeugverkehr wegen der damaligen Zugabe von Blei zum Benzin als Antiklopffmittel. Seit den 70er-Jahren haben die Blei-Emissionen dank der Senkung des Bleigehalts im Super- und Normalbenzin stark abgenommen. Mit der Einführung unverbleiten Normalbenzins seit 1985 wurde eine weitere entscheidende Verminderung der Umweltbelastung durch Blei eingeleitet. Die Blei-Emissionen betragen heute nur noch knapp 5 % der Emissionen zu Beginn der 70er-Jahre.

Cadmium (Cd) wird durch Kehrlichtverbrennungsanlagen, metallverarbeitende Betriebe (Verschrottung, zinkverarbeitende Anlagen), bei der Verbrennung von Kohle sowie von Betrieben zur Verarbeitung von cadmiumhaltigen Produkten (Farbpigmente, Stabilisatoren, Akkumulatoren, Legierungen, Korrosionsschutz etc.) emittiert. Seit Anfang der siebziger Jahre nahmen die Emissionen dank Rauchgasreinigungsverfahren und der Elimination von Cadmium in vielen Produkten ab. Die Cadmium-Emissionen betragen heute noch zirka ein Drittel der Maximalmissionen von 1970.

Zink (Zn) ist ein für Pflanzen, Tiere und Menschen essenzielles Spurenelement. Bei hohen Gehalten in Böden wirkt Zink auf Pflanzen und Mikroorganismen jedoch toxisch.

Zink ist ein Schwermetall, das vor allem in der industriellen Produktion verwendet wird. Daneben wird Zink auch durch das Verfeuern fossiler Brennstoffe, durch Kehrlichtverbrennungsanlagen und durch den Motorfahrzeugverkehr (Reifen- und Strassenabrieb) in die Umwelt emittiert. Emissionsmindernde Massnahmen bewirkten seit Anfang der siebziger Jahre eine deutliche Abnahme der industriellen Emissionen. Die Bedeutung der verkehrsbedingten Zinkemissionen hat demgegenüber zugenommen.

Emissionen von **Thallium (Tl)** treten insbesondere im Zusammenhang mit der Zementherstellung auf. Aufgrund der hohen Persistenz von Thallium im Boden können Pflanzen sowie Mensch und Tier über die Nahrungskette bereits durch relativ niedrige Thalliumbelastungen geschädigt werden. Die an NABEL Stationen gemessenen Thalliumwerte lagen mit maximal 0,019 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ weit unter dem Grenzwert von 2 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ (Tab. 19).

In der Europäischen Union sind in der Richtlinie 2004/107/EG Zielwerte für den Gehalt an **Arsen (As)** und **Nickel (Ni)** im PM10 festgelegt. An den NABEL-Standorten gemessene Arsen-Konzentrationen und Nickel-Konzentrationen liegen deutlich unter den in der EU geltenden Zielwerten von 6 ng/m^3 für Arsen und 20 ng/m^3 für Nickel. Die Belastung durch Arsen und Nickel ist deshalb in der Schweiz generell als gering einzustufen.

Seit dem Ersatz der TSP- durch PM10-Grenzwerte am 1. März 1998 werden auch die Schwermetalle im PM10 bestimmt. Seitdem liegt der Grenzwert für Blei in PM10 bei 500 ng/m^3 im Jahresmittelwert. Vergleichsmessungen zwischen TSP und PM10 zeigen, dass die Schwermetalle praktisch vollständig in der PM10-Fraktion des Schwebstaubs enthalten sind.

Bewertung

Die Schwermetallbelastung unserer Umwelt durch Schadstoffeintrag aus der Luft ist in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen. Dies trifft insbesondere für Blei und Cadmium zu. In der Regel liegen die gemessenen Schwermetallbelastungen weit unter den Grenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung. Vereinzelt erhöhte Depositionswerte sind durch Einzelereignisse verursacht, wie beim Cadmium in Lausanne (1995 und 2001).

Tab. 18: Schwermetalle im Feinstaub (PM10), Jahresstatistik 2023

Bestimmungsgrenzen: *: 0.5 ng/m³; **: 0.05 ng/m³; ***: 0.1 ng/m³

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert				
		Blei ng/m ³	Cadmium ng/m ³	Arsen ng/m ³	Nickel ng/m ³	Kupfer ng/m ³
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	1.5	<0.05**	0.34	0.80	25.0
	Lausanne-César-Roux	1.4	<0.05**	0.13	0.60	14.2
Städtisch	Lugano-Università	1.9	<0.05**	0.17	0.60	5.6
	Zürich-Kaserne	1.5	<0.05**	0.15	0.60	9.8
Vorstädtisch	Basel-Binningen	1.5	<0.05**	0.15	<0.5*	3.7
	Dübendorf-Empa	1.3	<0.05**	0.16	0.50	12.6
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	2.0	<0.05**	0.15	0.50	11.3
	Sion-Aéroport-A9	2.4	<0.05**	0.14	0.70	13.4
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	1.6	<0.05**	0.21	0.50	4.8
	Payerne	0.9	<0.05**	0.10	<0.5*	2.1
	Tänikon	1.4	<0.05**	<0.1***	<0.5*	2.4
	Beromünster	1.6	<0.05**	<0.1***	<0.5*	1.4
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	0.6	<0.05**	<0.1***	<0.5*	0.8
	Rigi-Seebodenalp	1.3	<0.05**	<0.1***	<0.5*	1.0
Hochgebirge	Jungfrauoch	<0.5*	<0.05**	<0.1***	<0.5*	<0.5*
LRV-Immissionsgrenzwert		500	1.5			

Tab. 19: Schwermetalle im Staubniederschlag, Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert						
		Blei µg/(m ² d)	Cadmium µg/(m ² d)	Zink µg/(m ² d)	Thallium µg/(m ² d)	Arsen µg/(m ² d)	Nickel µg/(m ² d)	Kupfer µg/(m ² d)
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	4.1	0.10	100	0.011	0.90	2.60	55.0
	Lausanne-César-Roux	6.6	0.04	69	0.010	0.30	1.90	31.4
Städtisch	Zürich-Kaserne	3.0	0.37	29	0.009	0.25	1.38	59.5
Vorstädtisch	Basel-Binningen	1.3	0.03	10	0.005	0.17	0.65	4.2
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	2.5	0.64	44	0.008	0.24	1.38	12.1
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	3.3	0.50	21	0.019	0.48	1.98	7.0
	Payerne	1.1	0.34	10	0.008	0.19	0.75	3.1
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1.6	0.37	11	0.008	0.16	0.63	3.8
LRV-Immissionsgrenzwert		100	2	400	2			

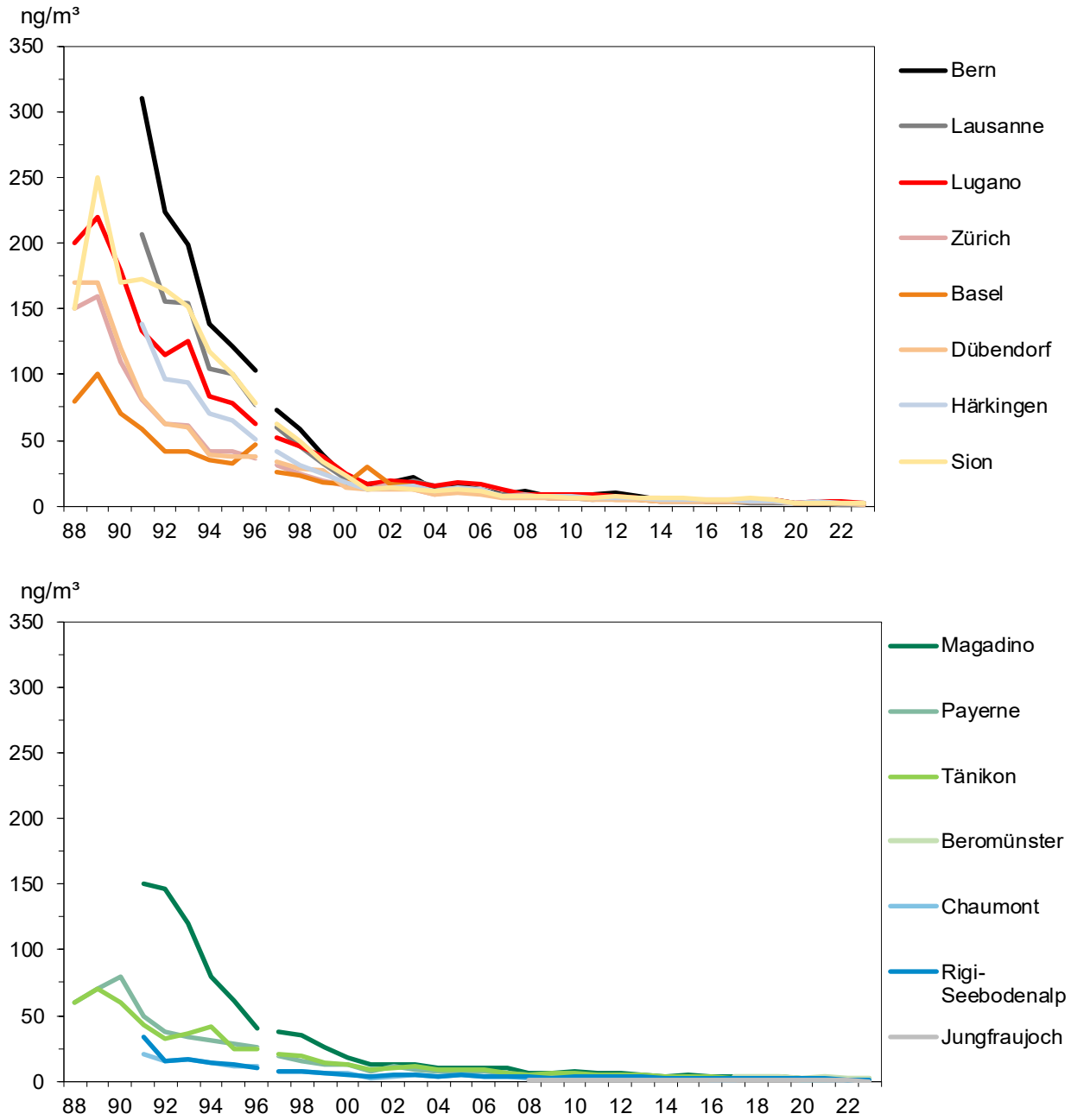
Abb. 40: Blei im Feinstaub (PM10, vor 1997 TSP), Jahresmittelwerte 1988–2023 (Grenzwert 500 ng/m³)

Abb. 41: Cadmium im Feinstaub (PM10, vor 1997 TSP), Jahresmittelwerte 1988–2023

Die Messwerte der Station Bern wurden homogenisiert (siehe Anhang A6).

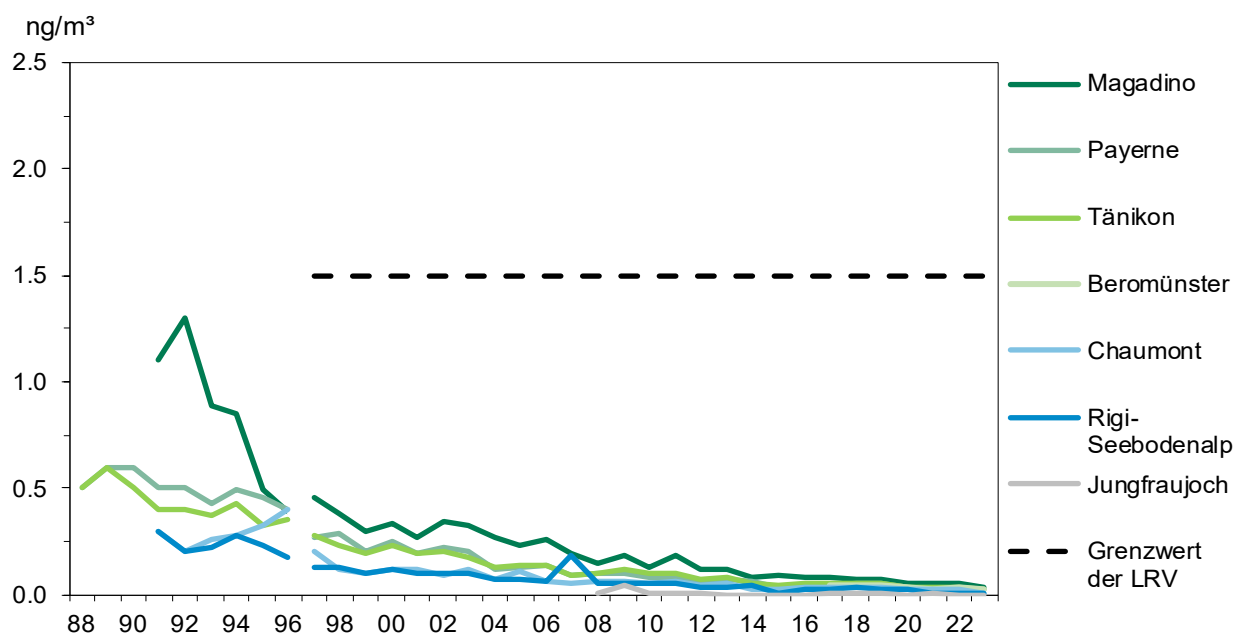
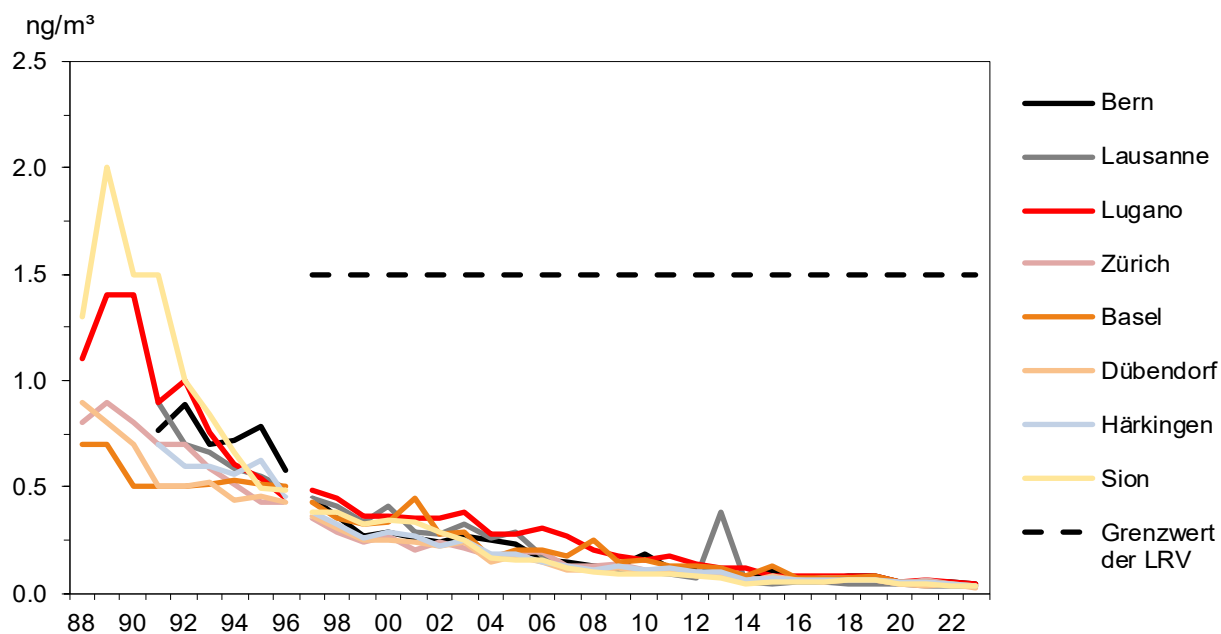


Abb. 42: Blei im Staubniederschlag, Jahresmittelwerte 1988–2023

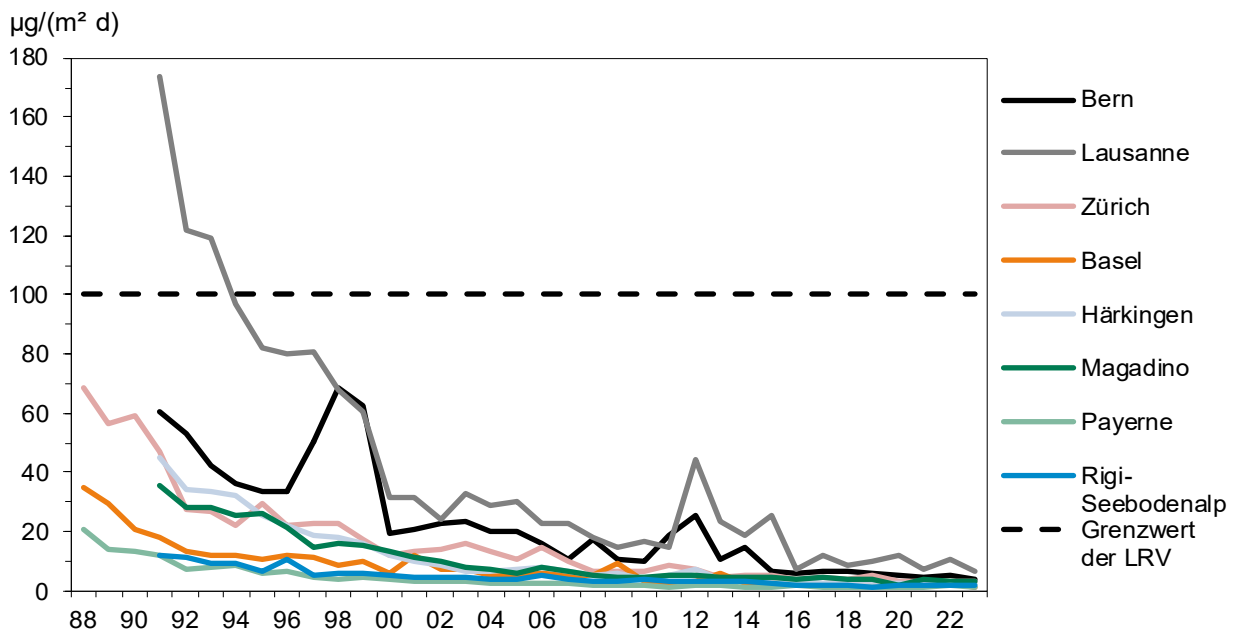


Abb. 43: Cadmium im Staubniederschlag, Jahresmittelwerte 1988–2023

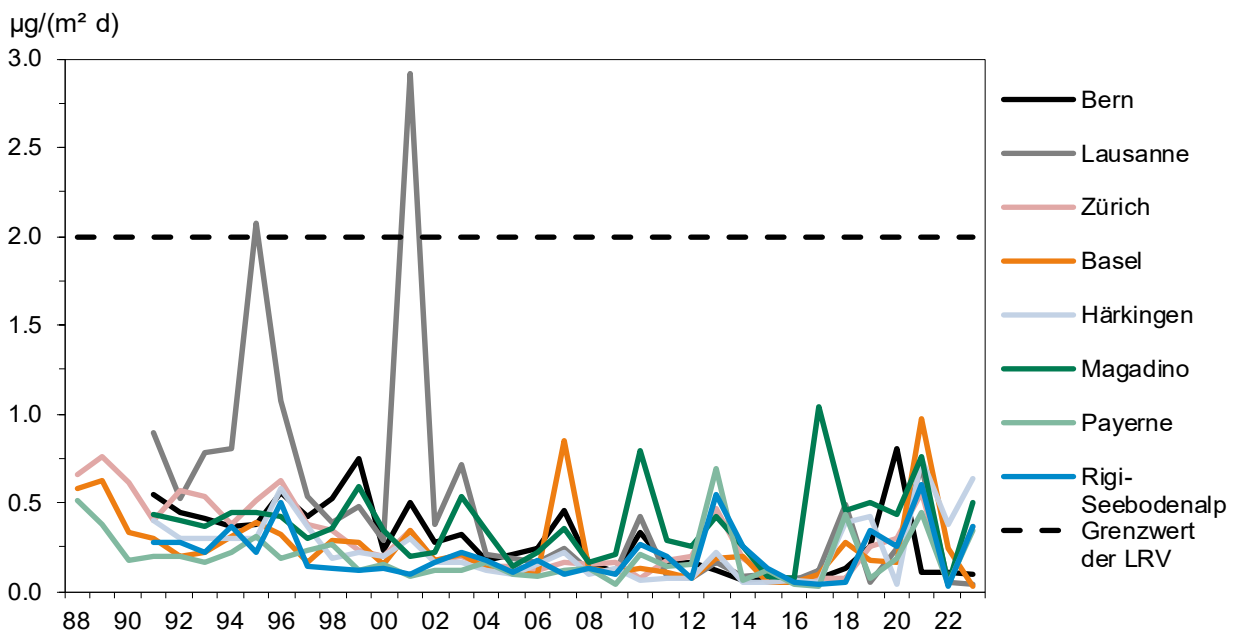
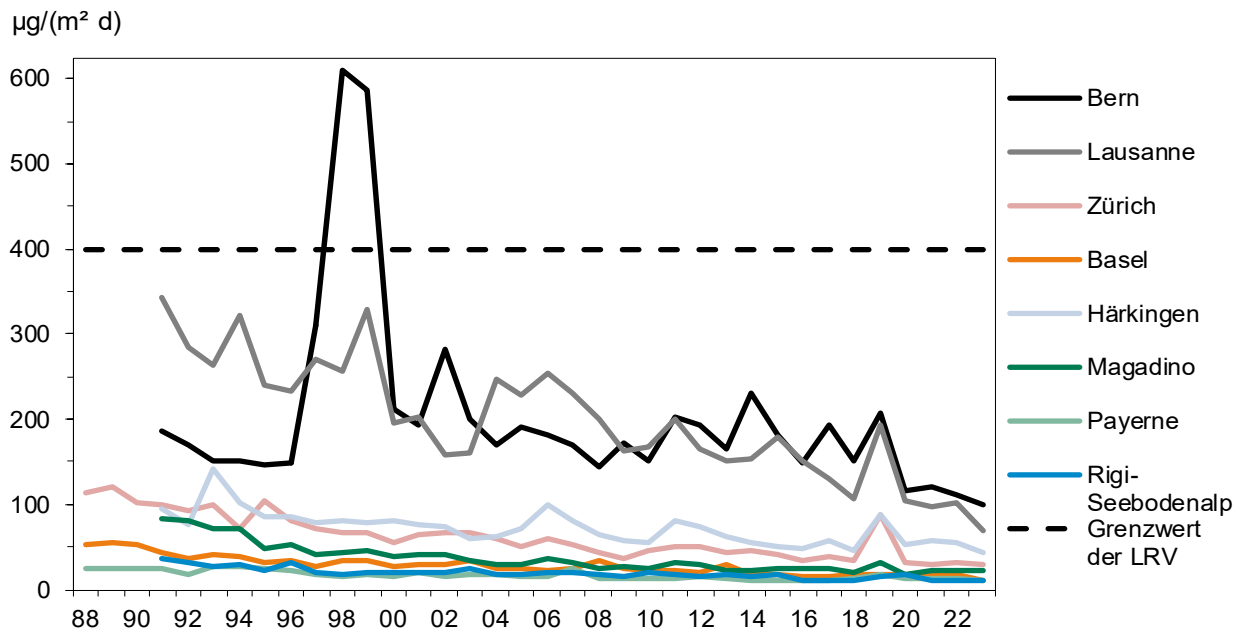


Abb. 44: Zink im Staubniederschlag, Jahresmittelwerte 1988–2023



13 Regeninhaltsstoffe

Entstehung und Charakterisierung

Die in die Atmosphäre emittierten primären Schadstoffe wie auch die durch Umwandlung in der Atmosphäre entstandenen sekundären Schadstoffe werden durch verschiedene Eliminationsprozesse wieder aus der Atmosphäre entfernt. Ein wichtiger Eliminationsprozess ist die nasse Deposition. Schadstoffe gelangen jedoch auch durch trockene Deposition (Sedimentation von Partikeln, Deposition von Gasen) und Interzeption (Trägheitsabscheidung von Nebeltröpfchen und Partikeln an Pflanzenoberflächen, auch «okkulte Deposition» genannt) zum Boden. Die relative Bedeutung der verschiedenen Depositionsprozesse ist von vielen Faktoren abhängig, von der betrachteten Komponente, von meteorologischen, atmosphärenchemischen und topographischen Faktoren sowie der Oberflächenbeschaffenheit (z. B. Pflanzenbewuchs).

Die Analyse des Regenwassers gibt Aufschluss über einen Teil des Eintrags an Schadstoffen, die von der Atmosphäre in den Boden und in die Gewässer gelangen. Dabei spielen einerseits der direkte und indirekte Säureeintrag für die Versauerung und andererseits der Stickstoffeintrag für die Eutrophierung empfindlicher Ökosysteme eine besonders wichtige Rolle.

Die im NABEL durchgeführten Messungen sind Teil des europäischen EMEP-Programms (European Monitoring and Evaluation Programme unter dem UNECE Übereinkommen CLRTAP). Es werden der **pH-Wert**, die Leitfähigkeit (LEIT) und verschiedene Ionen in Tages- oder Wochensammelnproben bestimmt.

Das **Sulfation** (SO_4^{2-}) ist das Anion der Schwefelsäure und stammt vor allem aus der Umwandlung des Schwefeldioxyds. **Nitrat** (NO_3^-) ist das Anion der Salpetersäure und wird aus den Stickoxiden gebildet. **Ammonium** (NH_4^+) ist ein Folgeprodukt der Ammoniakemissionen und **Chlorid** (Cl^-) stammt zur Hauptsache aus der Emission von Salzsäure und von der Streusalzsuspension. Diese Komponenten sind zu einem wesentlichen Teil anthropogenen Ursprungs. Chlorid und in geringem Masse Sulfat gelangen zusätzlich über die Gischt des Meerwassers in die Atmosphäre.

Zur Vervollständigung der Ionenbilanz werden die Kationen von **Natrium** (Na^+), **Kalium** (K^+), **Magnesium** (Mg^{2+}) und **Kalzium** (Ca^{2+}) bestimmt. Als Hauptquelle für Ca und Mg gelten in erster Linie Bodenpartikel. Diese Komponenten sind somit zu einem grossen Teil natürlichen Ursprungs. Als Natriumquellen kommen hauptsächlich die Streusalzsuspension, der Boden und die Gischt von Meerwasser in

Frage. Kalium stammt zu einem grossen Teil aus der Verbrennung von Biomasse (v. a. Holz).

Der pH-Wert ist ein Mass für die Wasserstoffionen-Konzentration (H^+) und gibt an, wie sauer der Regen ist. Je tiefer der Wert ist, desto saurer ist der Regen: Ein pH-Wert von 4 entspricht einer H^+ -Konzentration von 0,1 mg/l, ein pH-Wert von 5 einer H^+ -Konzentration von 0,01 mg/l. Der pH-Wert ergibt sich durch das Zusammenwirken der vom Regen aufgenommenen säurebildenden und basischen Verbindungen.

Bewertung

Der Eintrag von Luftschadstoffen aus der Atmosphäre in den Boden ist vor allem für empfindliche Ökosysteme von grosser Bedeutung. Der gesamte Eintrag umfasst ausser der nassen auch die trockene und die okkulte Deposition, die vor allem in Wäldern einen wichtigen Beitrag liefern kann. Die in diesem Kapitel beschriebenen **Frachten** der Regeninhaltsstoffe stellen somit nur einen Teil des gesamten Schadstoffeintrags dar. Obwohl für die **nasse Deposition** der grossräumige Transport von Schadstoffen eine beträchtliche Rolle spielt, zeigt sich im langjährigen Vergleich der beiden Stationen Dübendorf und Payerne, dass der Vorstadtstandort etwas höhere NO_3^- und NH_4^+ -Konzentrationen aufweist als der ländliche Standort.

Eine Bewertung der Schadstoffeinträge aus der Luft erfolgt über das Konzept der kritischen Belastungsgrenzen (critical load). Es wurde im Rahmen der Arbeiten für die Genfer Konvention der UNECE über die weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung eingeführt. Die kritischen Belastungsgrenzen wurden für verschiedene Ökosysteme definiert. Kritische Belastungsgrenzen wurden für den Säure-, Schwefel- und Stickstoffeintrag festgelegt. 1989 wurde ein gesamteuropäisches Kartierungsprogramm eingeleitet und laufend ergänzt, welches die aktuellen Einträge mit den kritischen Einträgen vergleicht. In der Schweiz sind die kritischen Belastungsgrenzen des Schadstoffeintrags in empfindliche Ökosysteme (z. B. Hochmoore, Wälder) insbesondere bei den Stickstoffeinträgen nach wie vor und zum Teil deutlich überschritten. Dasselbe gilt für weite Teile Europas.

Dies bedeutet insbesondere, dass es in Europa noch grosser Anstrengungen zur Reduktion der Emissionen von Stickstoff- und Schwefelverbindungen bedarf. Den Rahmen dafür bilden die internationalen Protokolle der UNECE-Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung.

Abb. 45: pH-Wert des Regenwassers, Jahresmittelwerte 1985–2023

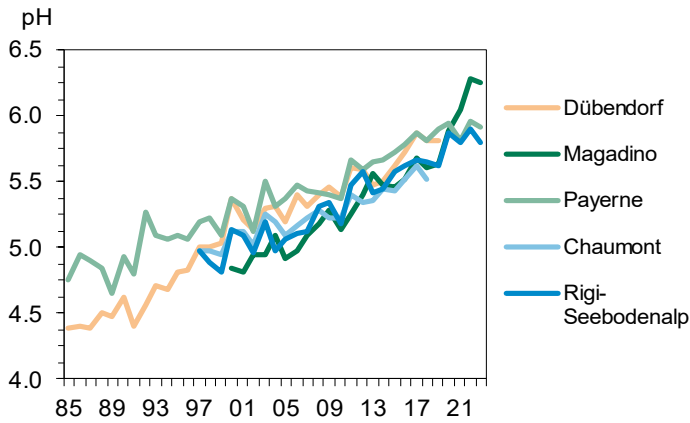


Abb. 46: Sulfat (SO₄²⁻-S)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2023

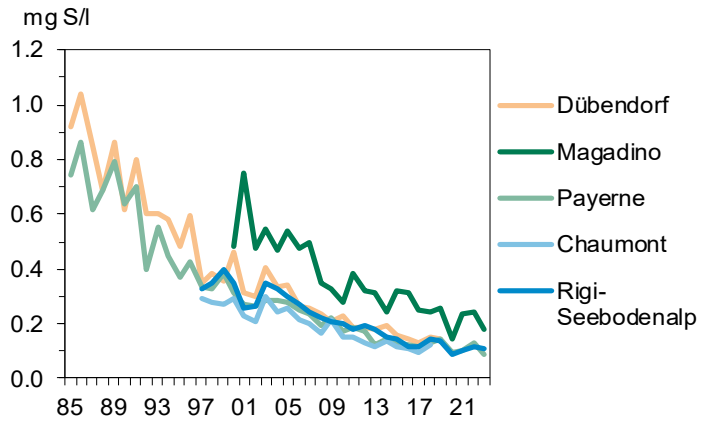


Abb. 47: Nitrat (NO₃⁻-N)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2023

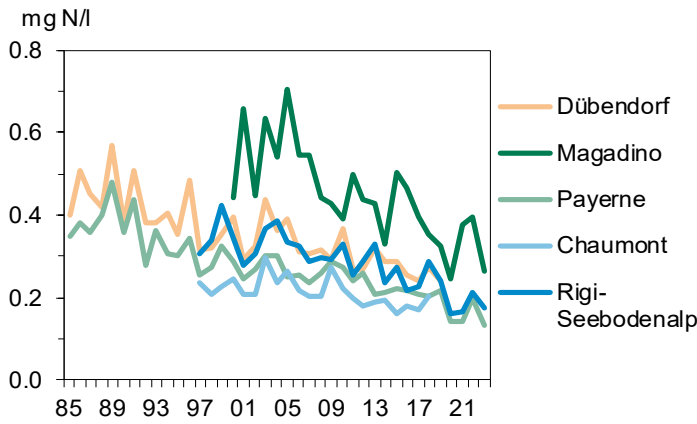


Abb. 48: Chlorid (Cl⁻)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2023

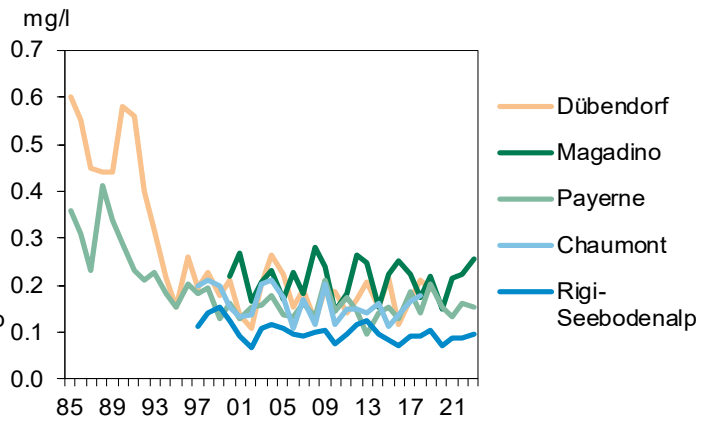


Abb. 49: Ammonium (NH₄⁺-N)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2023

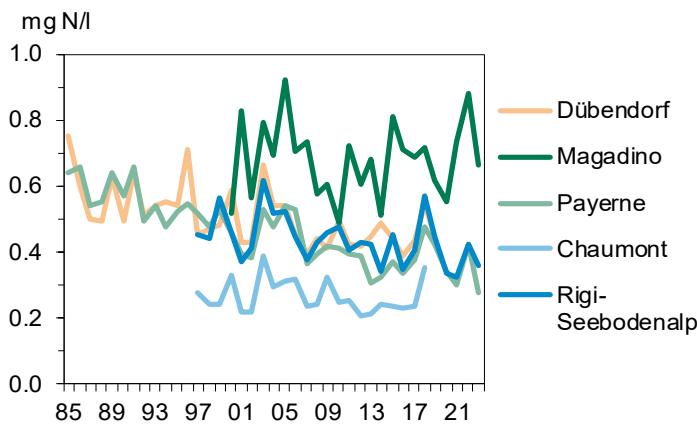


Abb. 50: Natrium (Na⁺)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2023

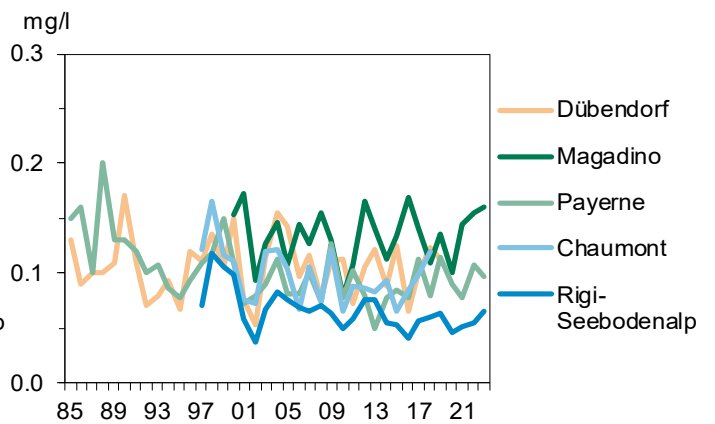


Abb. 51: Kalium (K⁺)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2023

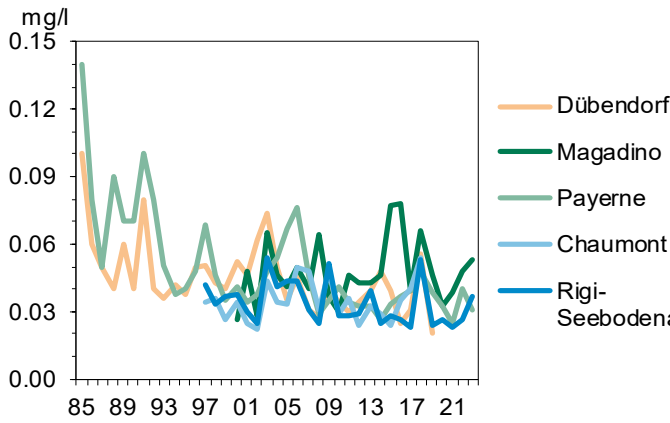


Abb. 52: Magnesium (Mg²⁺)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2023

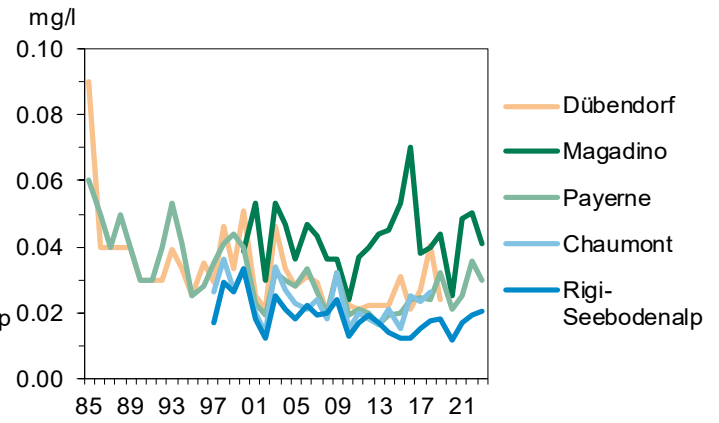
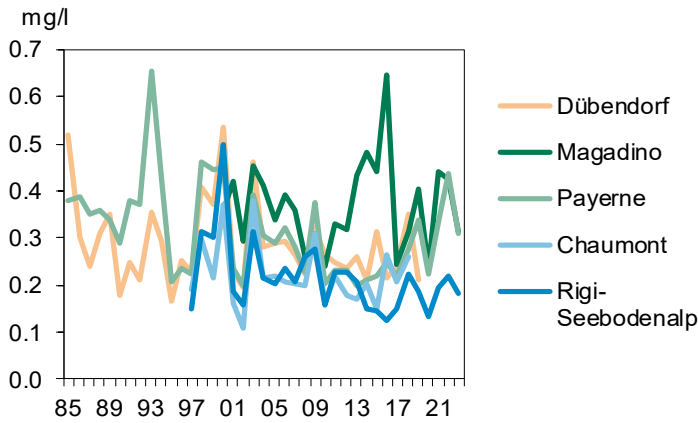


Abb. 53: Calcium (Ca²⁺)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2023



Tab. 20: Konzentrationen der Regeninhaltsstoffe, Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert									
		pH	LEIT μS/cm	Cl mg/l	NO ₃ mg N/l	SO ₄ mg S/l	Na mg/l	NH ₄ mg N/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	6.26	9.64	0.25	0.27	0.18	0.16	0.66	0.05	0.04	0.32
	Payerne	5.92	5.72	0.15	0.13	0.08	0.10	0.28	0.03	0.03	0.31
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	5.80	5.82	0.09	0.17	0.11	0.07	0.36	0.04	0.02	0.18

Abb. 54: Analyisierte Niederschlagsmengen, Jahressummen 1985–2023

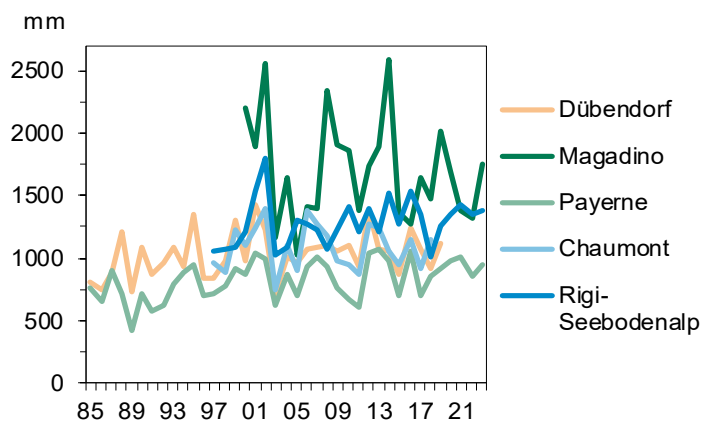


Abb. 55: Sulfat (SO₄²⁻-S)-Fracht, Jahresfrachten 1985–2023

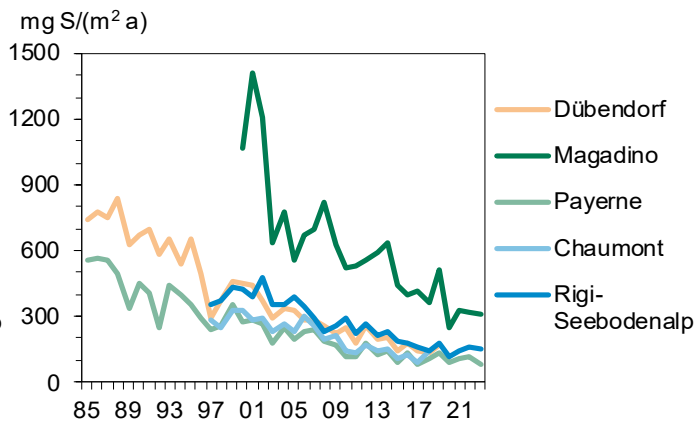


Abb. 56: Nitrat (NO₃-N)-Fracht, Jahresfrachten 1985–2023

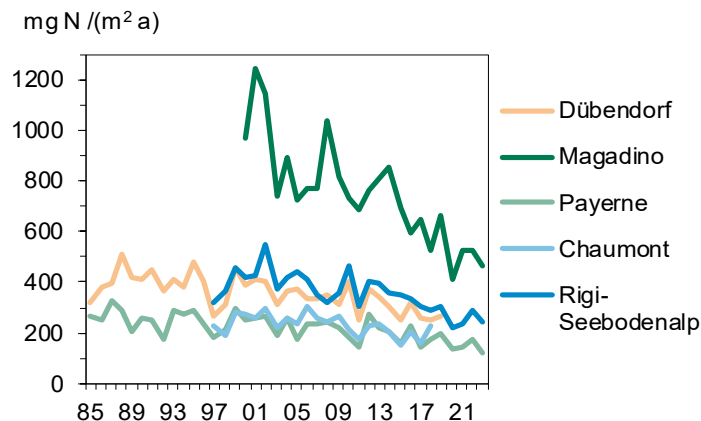
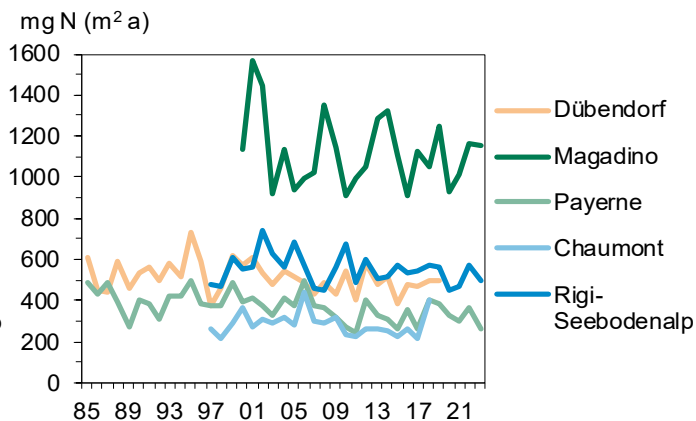


Abb. 57: Ammonium (NH₄⁺-N)-Fracht, Jahresfrachten 1985–2023



Tab. 21: Jahresfrachten der Regeninhaltsstoffe, Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert								
		Niederschlag mm	Cl mg/(m ² a)	NO ₃ mg N/(m ² a)	SO ₄ mg S/(m ² a)	Na mg/(m ² a)	NH ₄ mg N/(m ² a)	K mg/(m ² a)	Mg mg/(m ² a)	Ca mg/(m ² a)
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	1747	444	463	309	281	1158	93	72	552
	Payerne	941	143	124	80	90	262	29	28	290
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1374	129	240	148	90	494	51	28	253

14 Stickstoffverbindungen

Entstehung und Charakterisierung

Im Rahmen des Programms EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) werden im NABEL seit April 1993 gasförmige und partikuläre Stickstoffkomponenten (N-Komponenten) gemessen. Die Messung umfasst die Summe von gasförmigem Ammoniak und partikelförmigem Ammonium ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) und die Summe von gasförmiger Salpetersäure und partikelförmigem Nitrat ($\text{HNO}_3 + \text{NO}_3^-$). Die Messmethode wird durch das EMEP vorgegeben. Auf alkalisch resp. sauer imprägnierten Filtern wird je eine Tagesprobe erfasst. Die Messung erfolgte zwischen 1993 und 1999 in Payerne. Danach wurde sie zur Station Rigi-Seebodenalp verlegt, um dem Wunsch des EMEP nach einer Hintergrundstation besser gerecht zu werden. Seit März 2004 wird auch wieder an der Station Payerne gemessen. Die Messungen werden für die gesamteuropäischen Modellrechnungen zur Bestimmung des Stickstoffeintrags in Ökosysteme verwendet. Die gemessenen N-Komponenten sind für die Berechnung der trockenen Deposition von Stickstoff wichtig

Im Rahmen des EMEP Messprogramms werden neben der **Summenmessung von reduzierten und oxidierten Stickstoffverbindungen** auch nach Gas- und Aerosolphase getrennte Messungen von **Salpetersäure** (HNO_3) und **Nitrat** (NO_3^-), respektive **Ammoniak** (NH_3) und **Ammonium** (NH_4^+) erwartet. Deshalb wurden 2007 an den Stationen Payerne und Rigi-Seebodenalp Messungen mit einer Zeitauflösung von zwei Wochen gemäss der vom CEH Edinburgh vorgeschlagenen und an der Empa weiterentwickelten Minidenermethode aufgenommen. Seit 2010 werden entsprechende Messungen auf der Alpensüdseite in Magadino-Cadenazzo durchgeführt, seit 2013 auch in Tänikon. Im Jahresmittel (Tab. 23) liegt in den tiefen Lagen beidseits der Alpen etwa gleich viel Stickstoff in Form der vier reaktiven Verbindungen mit Ausnahme des Ammoniakjahresmittels bei Payerne vor. Hingegen ist auf der Alpensüdseite

ein wenig mehr Stickstoff in der Gasphase vorhanden als auf der Alpennordseite. Mit der Höhe über Meer nimmt die absolute Konzentration ab und auch der relative Anteil der Stickstoffverbindungen in der Gasphase wird kleiner.

Im Jahr 2023 wurden an den drei Standorten Payerne, Tänikon und Beromünster kontinuierliche Messungen von Ammoniak vorgenommen. Die kontinuierlich gemessenen NH_3 -Konzentrationen sind tendenziell tiefer mit Ausnahme von Payerne als die mit Passivsammlern oder Denudern erhobenen Messwerte. Ein Grund dafür könnten Ammoniakverluste in der Ansaugleitung sein. Die Belastung durch Ammoniak ist an allen Standorten hoch (Tab. 24) im Vergleich zu den im Rahmen der Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung empfohlenen kritischen Konzentrationen (Jahresmittel, je nach Vegetationstyp 1 bis 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Ammoniak). An Standorten mit intensiver Tierhaltung wie in Tänikon werden noch höhere Ammoniakkonzentrationen gemessen (Bericht zu Ammoniak-Immissionsmessungen mit Passivsammlern, erhältlich auf <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/publikationen-studien/studien.html>).

Bewertung

Die Summenmessung der reduzierten Stickstoffverbindungen auf Rigi-Seebodenalp zeigt keine Abnahme, die anderen Summenmessungen haben seit Messbeginn abgenommen (Abb. 58).

Der Jahresverlauf Ammoniak (Abb. 60) zeigt über lange Perioden einen parallelen Verlauf an den Standorten, was auf einen starken Einfluss der meteorologischen Bedingungen auf die Ammoniakkonzentration hinweist. Einzelne sehr hohe Werte sind durch die Gülleausbringung in unmittelbarer Nähe der Stationen bedingt. Nach einigen Stunden sinkt die Belastung wieder auf die ortsübliche Hintergrundbelastung ab, was zeigt, dass die Gülleausbringung zwar zur Hintergrundbelastung beiträgt, dass aber insbesondere die kontinuierlich emittierenden Quellen von Bedeutung sind.

Abb. 58: Summenmessungen von Stickstoffkomponenten, Jahresmittelwerte 1994–1999 und 2004–2023 (Payerne) und 2000–2023 (Rigi-Seebodenalp)

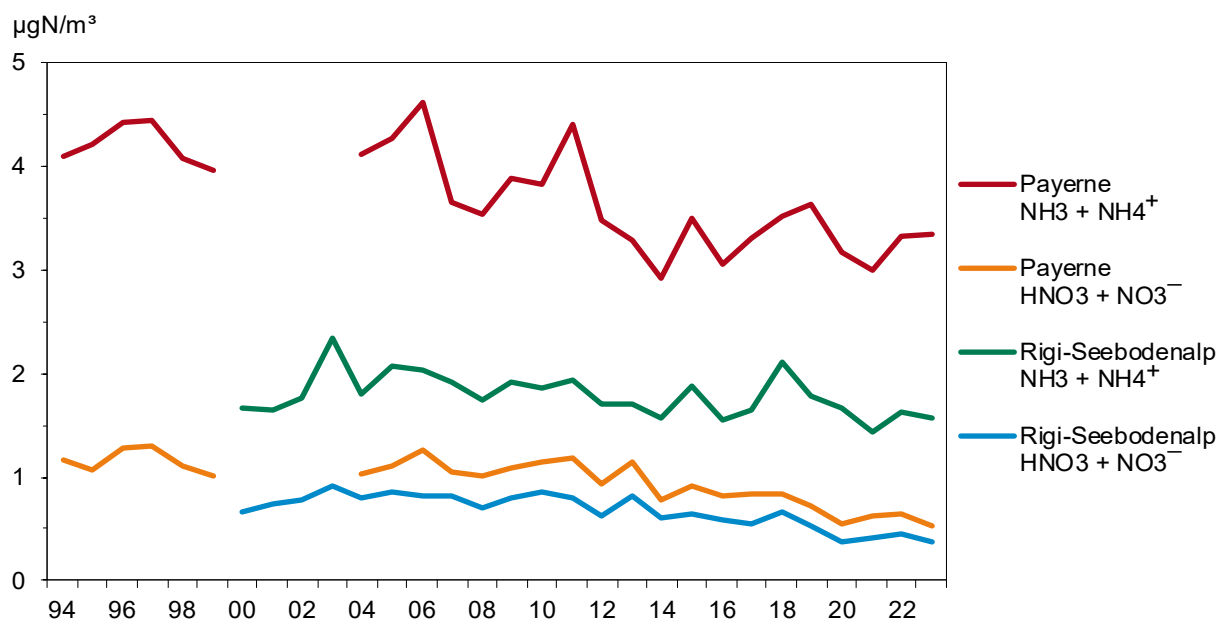
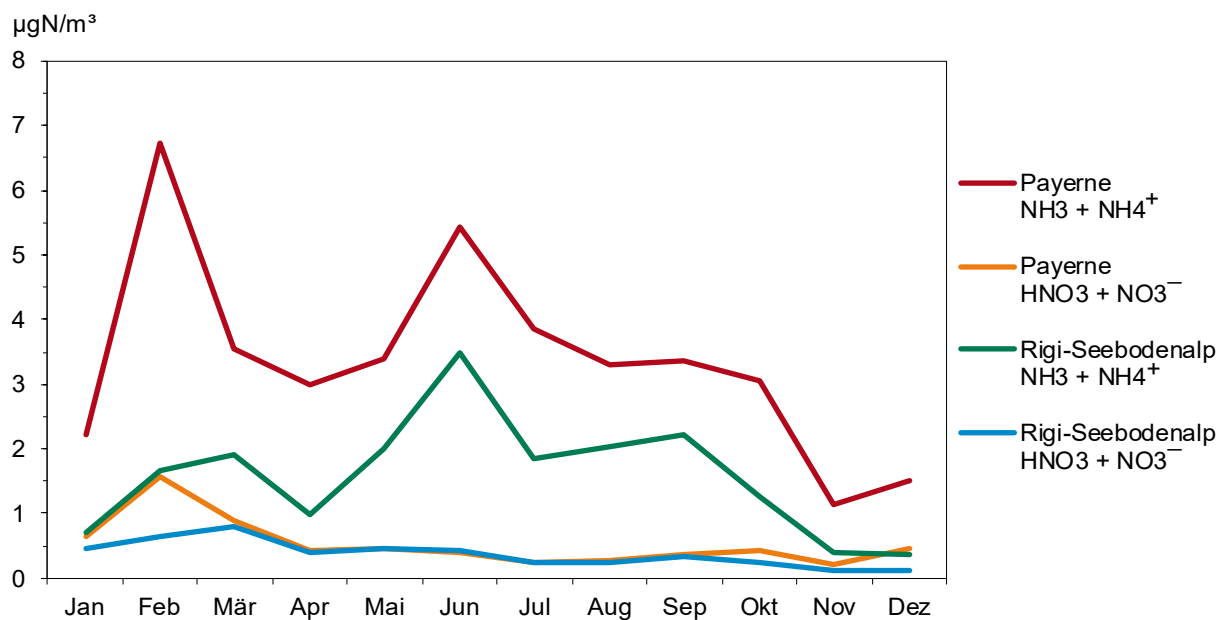


Abb. 59: Summenmessungen von Stickstoffkomponenten, Monatsmittelwerte 2023



Tab. 22: Summenmessungen von Stickstoffkomponenten, Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	NH ₃ + NH ₄ ⁺		HNO ₃ + NO ₃ ⁻	
		Jahresmittelwert µg N/m ³	Max. 24h-Mittelwert µg N/m ³	Jahresmittelwert µg N/m ³	Max. 24h-Mittelwert µg N/m ³
Ländlich, unterhalb 1000 m	Payerne	3.35	11.34	0.52	4.06
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1.56	5.72	0.37	3.48

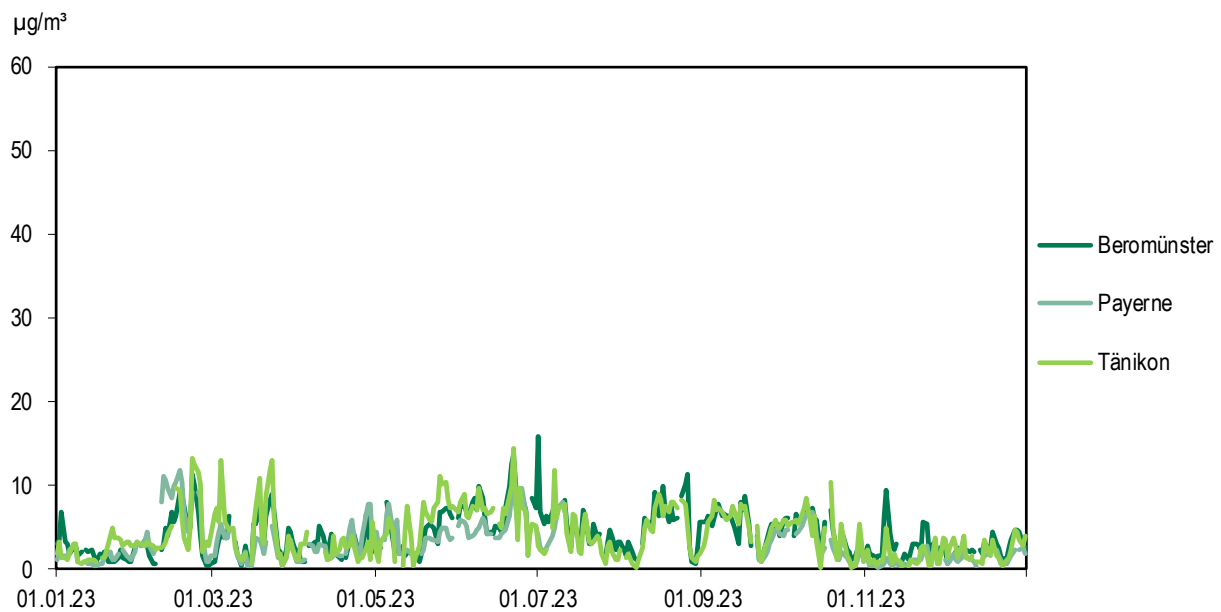
Tab. 23: Reaktive Stickstoffverbindungen, Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	NH ₃ Jahresmittel µg N/m ³	NH ₄ ⁺ Jahresmittel µg N/m ³	HNO ₃ Jahresmittel µg N/m ³	NO ₃ ⁻ Jahresmittel µg N/m ³	Summe	Anteil N in Gasphase	Anteil N in Partikelfase
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	4.54	0.58	0.00	0.43	5.55	82%	18%
	Payerne	2.68	0.54	0.00	0.40	3.62	74%	26%
	Beromünster	4.26	0.00	0.00	0.42	4.68	91%	9%
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1.12	0.38	0.00	0.29	1.79	63%	37%

Tab. 24: Ammoniak (NH₃), Jahresstatistik 2023

Standorttyp	Station	Jahresmittel µg/m ³	max. 24-h Mittelwert µg/m ³	max. Stundenmittelwert µg/m ³
Ländlich, unterhalb 1000 m	Beromünster	4.2	15.9	42.0
	Payerne	3.2	12.0	23.7
	Tänikon	4.1	14.5	56.3

Abb. 60: Ammoniakkonzentration, Tagesmittelwerte 2023



15 Monats- und Jahreswerte der Stationen

Basel-Binningen (Vorstädtisch)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.70	0.97	0.77	0.40	0.39	0.60	0.45	0.49	0.73	0.71	0.54	0.66	0.62
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.81	2.16	2.00	1.03	1.16	1.34	1.76	1.38	1.51	1.33	1.45	1.88	2.16
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	15.8	21.9	14.5	10.2	8.2	8.7	6.1	7.0	10.4	13.7	11.7	17.2	12.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	27.0	41.5	34.1	18.7	14.4	12.2	13.4	12.1	17.8	26.4	33.3	38.9	41.5
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	1.6	3.9	1.6	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	1.1	2.6	1.4	3.4	1.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	7.1	17.3	4.1	2.9	3.1	1.6	1.5	1.7	2.5	14.2	6.9	13.5	17.3
NO _x	Mittelwerte	ppb	9.5	14.6	8.8	6.1	4.8	4.9	3.6	4.2	6.3	9.2	7.2	11.8	7.5
	max. 24h-Mittelwert	ppb	18.5	35.6	20.9	11.0	9.2	7.3	7.9	7.7	11.3	21.6	21.8	28.6	35.6
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	39	39	58	61	66	96	66	67	64	45	47	38	57
	98%-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	78	75	92	98	124	150	119	142	139	98	79	78	150
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	81	85	105	108	129	167	142	174	153	118	86	87	174
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	30	185	14	44	48	0	0	0	321
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	8.7	18.9	12.4	7.9	11.7	15.3	11.1	11.8	11.8	13.3	6.5	9.0	11.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	21.5	41.6	50.7	15.3	19.6	21.8	21.2	29.9	20.0	34.3	12.9	17.6	50.7
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	7.5	14.8	8.9	5.6	7.2	9.0	6.4	7.0	7.6	7.9	4.1	7.1	7.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	17.0	35.6	41.7	11.2	15.2	13.8	13.5	13.5	12.8	18.6	10.3	16.5	41.7
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.36	0.58	0.35	0.24	0.26	0.30	0.21	0.25	0.35	0.39	0.25	0.39	0.32
P_Anz	Mittelwerte	1/cm ³	6266	7864	7076	6158	7108	7951	7099	7228	9003	8520	5583	6327	7175
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	11	20	26	-	-	41	-	26	76	55	60	9	36

-) keine Messwerte vorhanden

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	4.3	4.7	8.4	9.5	15.2	21.1	21.2	21.0	19.4	14.0	7.3	5.2	12.7
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	453	420	308	278	35	0	0	0	0	94	375	458	2420
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	33	84	120	160	221	301	251	196	194	102	38	34	145
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	80	74	66	72	71	57	65	70	71	74	80	81	72
Niederschlag	Summen	mm	37	10	69	65	61	75	70	108	38	67	117	58	774
Druck	Mittelwerte	hPa	982	990	976	978	980	979	979	979	981	976	974	981	979

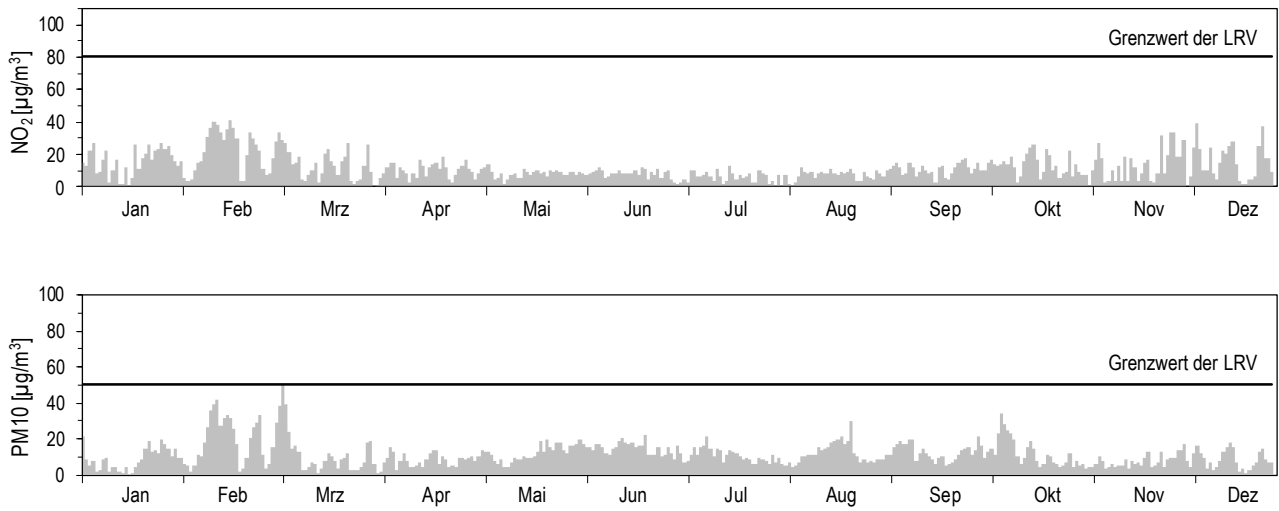
-) keine Messwerte vorhanden

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heiztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

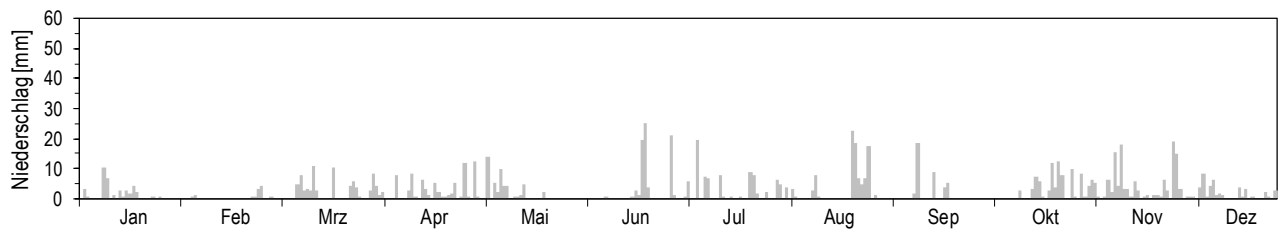
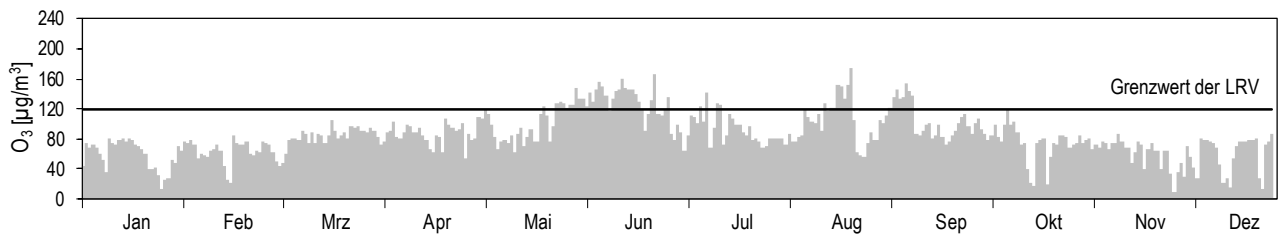
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Basel-Binningen (Vorstädtisch)

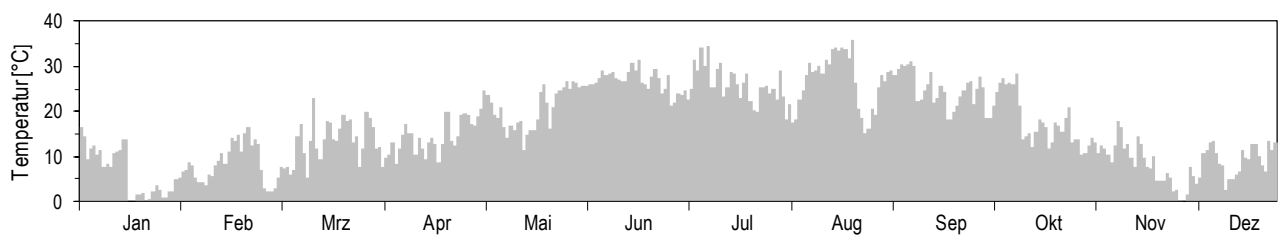
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM10

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Bern-Bollwerk (Städtisch, verkehrsbelastet)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	28.5	33.3	25.9	19.4	18.8	21.1	16.2	20.5	23.2	24.2	24.7	30.1	23.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	44.9	48.8	38.4	30.9	26.9	30.0	25.1	33.4	34.5	34.3	43.6	48.3	48.8
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	16.6	19.3	12.1	9.7	9.9	6.6	6.4	6.9	8.6	11.9	13.8	19.5	11.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	27.3	41.3	23.0	20.1	15.9	11.1	11.5	11.9	20.4	21.8	27.9	45.7	45.7
NO _x	Mittelwerte	ppb	28.2	32.9	23.2	17.9	17.8	16.4	13.6	16.3	19.1	22.2	23.9	31.3	21.8
	max. 24h-Mittelwert	ppb	44.4	57.2	38.5	32.2	25.7	22.4	22.4	26.2	29.5	33.0	45.1	56.0	57.2
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	29	30	47	56	58	83	57	58	48	32	33	25	46
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	69	68	84	90	114	130	104	114	114	77	70	69	130
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	80	74	97	94	122	136	114	124	121	88	77	75	136
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	4	76	0	2	4	0	0	0	86
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m ³	0.33	0.36	0.29	0.28	0.31	0.33	0.34	0.28	0.29	0.29	0.29	0.34	0.31
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.42	0.52	0.45	0.39	0.36	0.41	0.43	0.35	0.38	0.40	0.42	0.47	0.52
	24h-Mittel > 8 mg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzol	Mittelwerte	µg/m ³	0.54	0.57	0.4	0.31	0.36	0.35	0.25	0.44	0.63	0.95	0.55	0.66	0.51
Toluol	Mittelwerte	µg/m ³	0.87	1.12	0.76	0.59	1.04	1.37	1.14	1.77	2.11	2.1	1.45	1.66	1.33
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	18.9	28.1	17.9	10.5	13.6	18.1	13.5	15.4	15.1	16.7	9.4	12.2	15.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	39.5	45.6	51.6	18.1	29.4	25.3	24.4	34.6	26.2	46.5	17.3	19.0	51.6
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	10.6	15.5	10.2	6.3	7.4	9.1	6.9	7.7	8.0	8.3	5.1	8.1	8.6
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	21.7	31.7	35.5	13.1	12.7	11.2	12.7	13.5	14.4	16.9	11.0	14.5	35.5
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.60	0.81	0.55	0.38	0.42	0.50	0.44	0.47	0.60	0.65	0.55	0.72	0.55
P_Anz	Mittelwerte	1/cm ³	14073	12929	11619	10413	11455	10767	11723	10698	11695	11983	11345	13110	11819
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	34	44	64	73	93	59	86	122	75	69	73	30	69

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.6	4.1	7.6	8.8	14.5	20.8	21.5	21.3	19.3	13.6	6.2	3.9	12.1
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	540	446	342	306	65	0	0	0	0	125	407	499	2730
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	35	100	120	164	212	299	251	209	190	114	42	37	148
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	80	73	71	72	72	56	63	65	71	78	86	85	73
Niederschlag	Summen	mm	68	8	101	79	97	24	142	88	49	104	206	174	1139
Druck	Mittelwerte	hPa	956	964	952	953	955	954	955	955	957	952	950	956	955

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heiztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C).

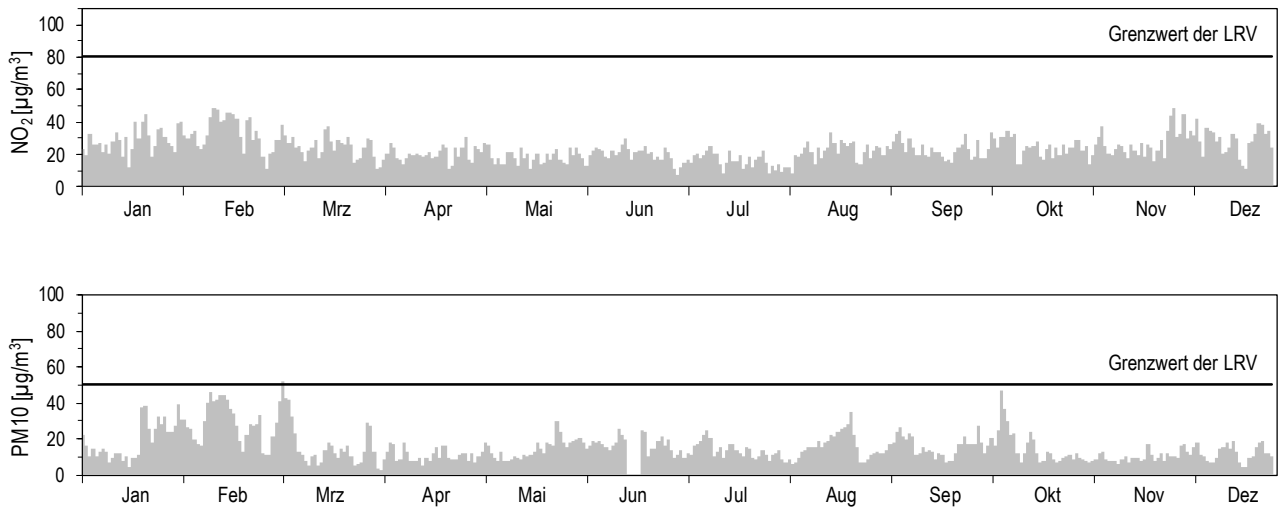
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Verkehr		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Verkehrszähler	Fz/Tag	14540	15276	15926	15003	13874	14410	14678	14887	14634	14569	16327	15418	14962

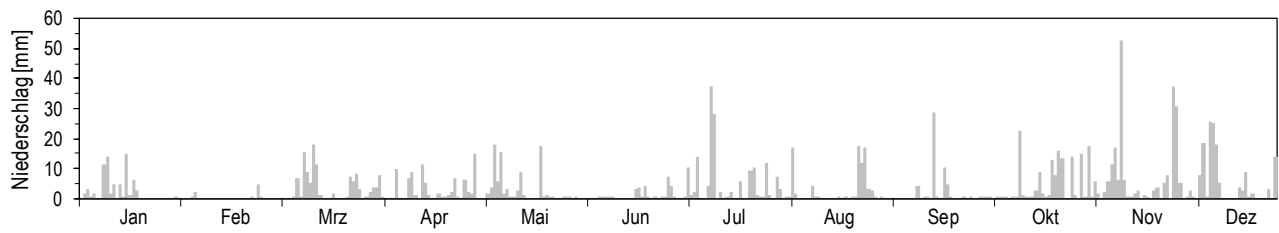
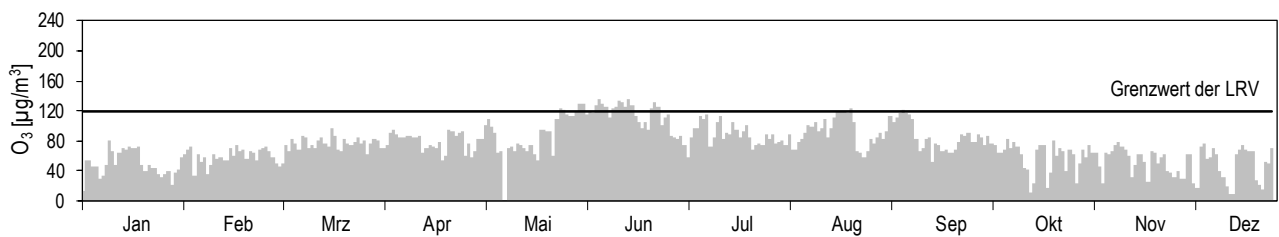
Die Verkehrszahlen wurden durch das Bundesamt für Strassen (ASTRA) erhoben.

Bern-Bollwerk (Städtisch, verkehrsbelastet)

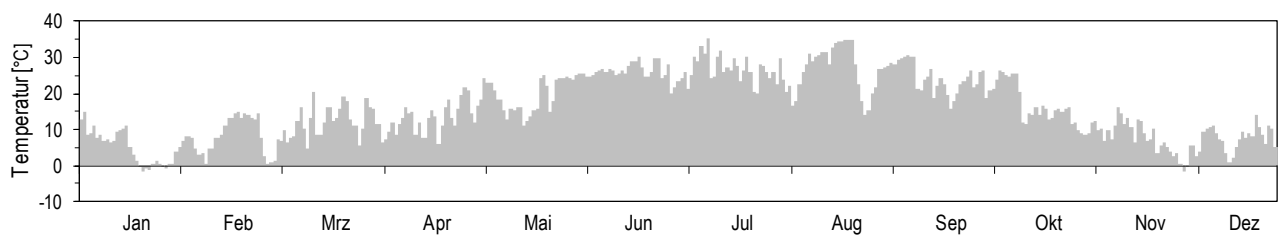
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Beromünster (Ländlich, unterhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	6.7	9.3	6.2	4.7	4.8	4.1	1.8	3.8	5.0	6.1	4.4	6.2	5.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	14.4	17.1	15.8	7.7	6.6	5.4	3.2	6.1	7.8	18.9	10.5	17.1	18.9
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	0.5	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.3	0.4	0.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.3	1.7	1.0	0.8	0.5	0.3	0.4	0.4	0.5	3.9	1.0	2.7	3.9
NO _x	Mittelwerte	ppb	3.9	5.3	3.6	2.7	2.8	2.3	1.1	2.2	2.9	3.6	2.6	3.6	3.0
	max. 24h-Mittelwert	ppb	8.6	9.3	8.9	4.4	3.8	3.0	2.0	3.4	4.5	13.0	6.2	11.1	13.0
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	55	62	73	75	79	114	80	87	86	64	59	60	74
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	79	80	98	98	129	151	120	139	140	96	81	81	151
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	83	86	107	108	139	159	124	173	151	108	85	88	173
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	40	279	15	83	80	0	0	0	497
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzol	Mittelwerte	µg/m ³	0.46	0.47	0.35	0.26	0.15	0.11	0.11	0.13	0.20	0.29	0.29	0.37	0.26
Toluol	Mittelwerte	µg/m ³	0.36	0.45	0.30	0.20	0.20	0.28	0.25	0.40	0.50	0.58	0.42	0.45	0.36
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	6.4	13.9	11.0	5.7	9.0	12.9	8.9	10.0	9.5	10.5	3.5	4.1	8.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	15.8	29.0	44.3	13.2	18.6	16.3	19.1	24.7	16.8	31.5	10.7	9.0	44.3
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Meteorologische Messgrössen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	1.0	2.8	5.4	6.4	12.2	18.9	19.1	18.9	17.8	12.6	4.1	2.7	10.2
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	590	482	444	393	173	0	8	37	18	165	476	537	3323
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	39	94	118	150	195	308	247	210	185	111	42	37	144
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	95	89	87	91	91	68	83	85	92	89	89	87	87
Niederschlag	Summen	mm	38	15	82	113	128	32	104	114	76	55	168	139	1064
Druck	Mittelwerte	hPa	925	933	921	923	926	926	926	926	928	923	919	925	925

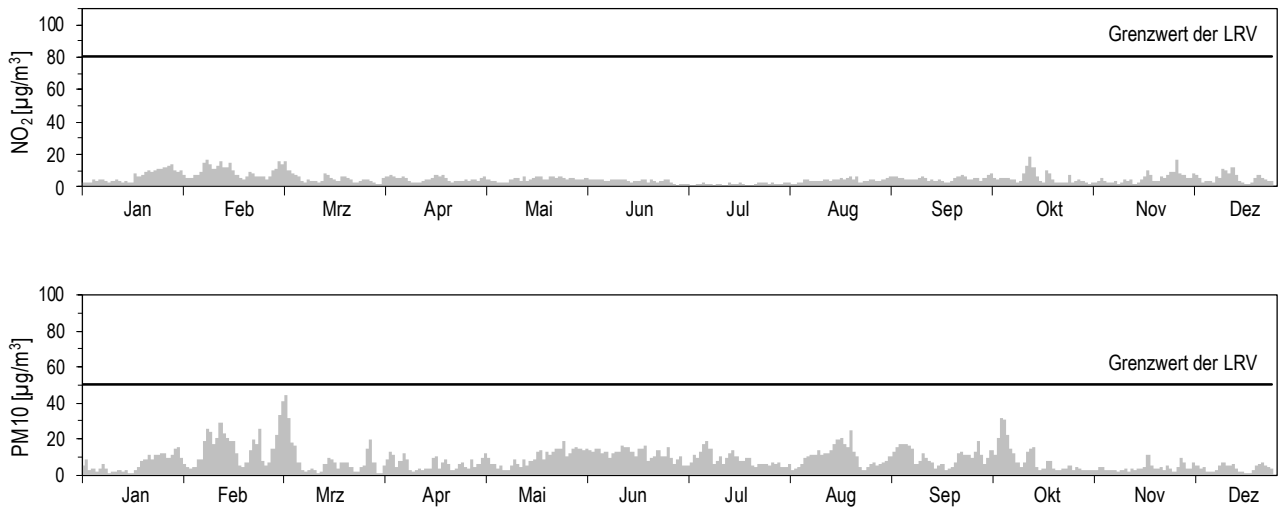
-) keine Messwerte vorhanden

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heitztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

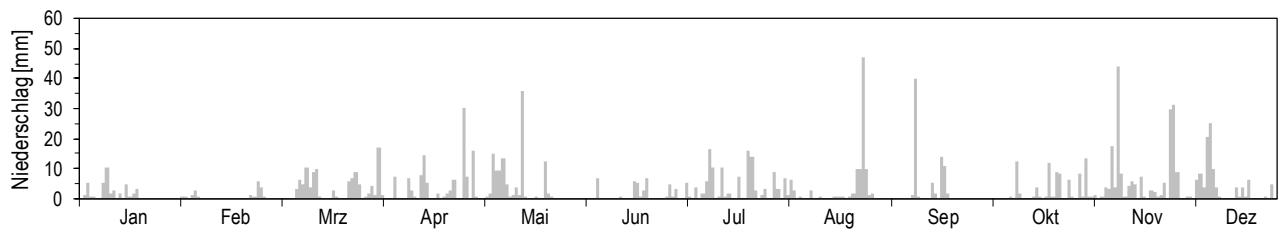
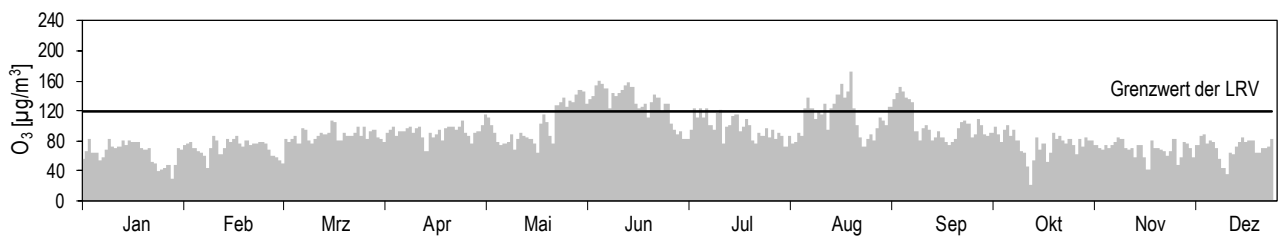
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Beromünster (Ländlich, unterhalb 1000 m)

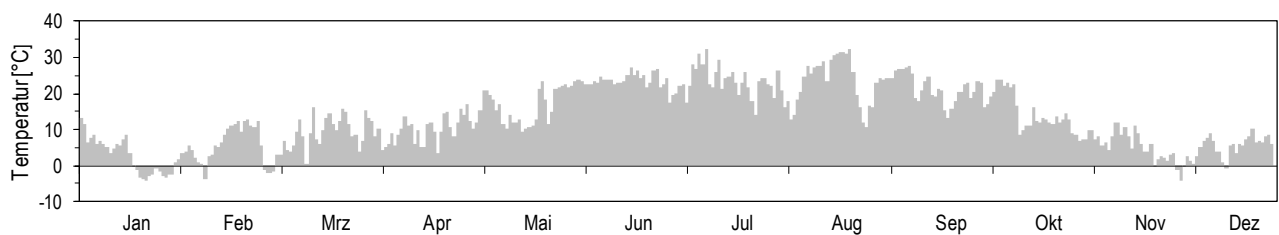
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Chaumont (Ländlich, oberhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	4.1	5.5	4.8	3.1	3.8	3.9	2.2	2.3	3.0	2.6	1.8	2.5	3.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	12.5	14.1	14.1	6.3	6.2	5.0	3.8	3.9	4.9	5.8	6.6	9.9	14.1
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.9	1.1	0.9	0.8	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6	0.3	0.5	1.1
NO _x	Mittelwerte	ppb	2.4	3.1	2.7	1.8	2.1	2.1	1.3	1.3	1.7	1.5	1.0	1.4	1.90
	max. 24h-Mittelwert	ppb	7.3	8.2	8.0	3.9	3.4	2.8	2.1	2.2	2.8	3.4	3.6	5.6	8.20
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	63	74	80	83	88	119	85	92	93	77	68	70	83
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	83	100	103	102	127	145	120	135	138	102	87	89	145
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	87	109	108	109	132	150	134	145	149	107	96	98	150
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	71	368	20	75	137	0	0	0	671
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	2.9	8.7	8.2	4.3	8.2	12.0	8.1	9.3	8.4	9.5	2.2	2.0	7.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	8.2	25.0	37.2	11.2	14.8	18.7	17.8	20.6	15.0	31.1	3.8	5.9	37.2
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

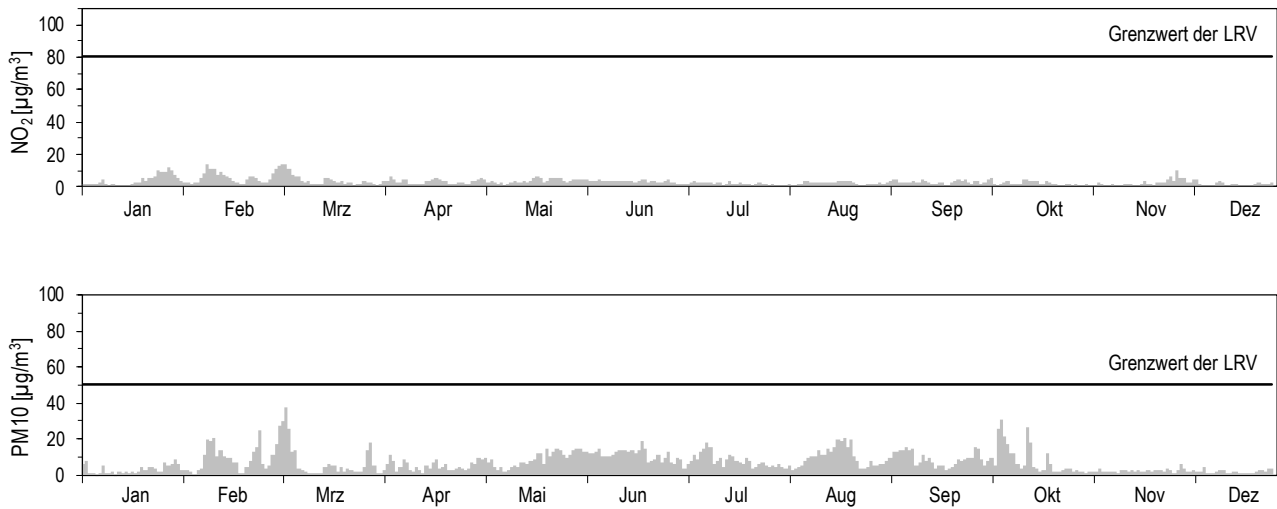
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	-1.0	1.3	3.4	4.3	10.2	16.6	16.8	16.8	15.8	11.2	2.2	2.1	8.3
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	652	523	516	462	232	0	18	82	43	234	533	556	3851
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	35	102	120	162	211	301	246	185	193	113	40	40	146
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	88	74	76	79	79	59	67	70	72	72	90	78	76
Niederschlag	Summen	mm	86	11	90	68	64	47	41	129	69	133	260	155	1153
Druck	Mittelwerte	hPa	887	894	883	885	889	889	890	890	891	886	881	887	888

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heitztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

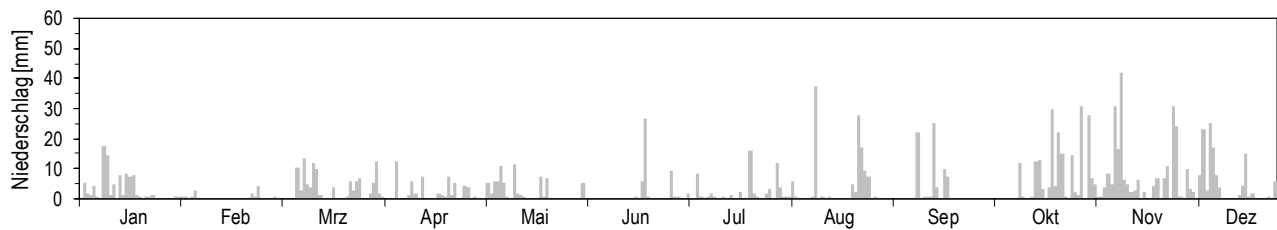
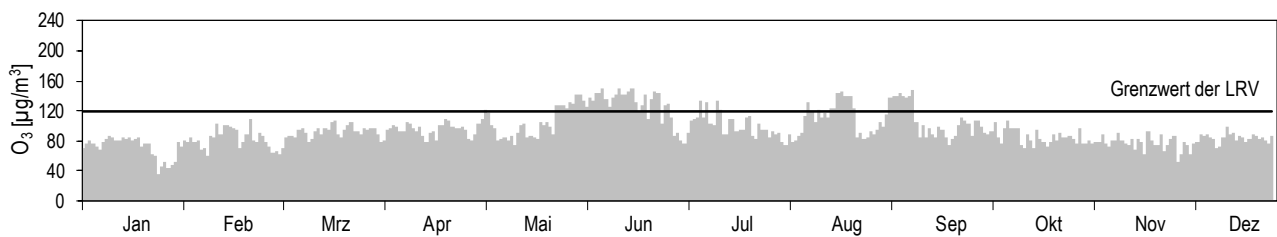
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Chaumont (Ländlich, oberhalb 1000 m)

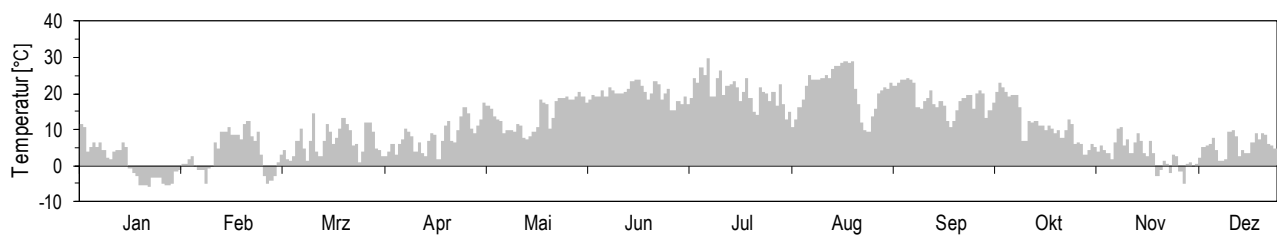
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Davos-Seehornwald (Ländlich, oberhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	3.3	2.5	3.1	2.1	1.4	1.7	1.6	1.5	1.8	1.8	2.0	2.9	2.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	9.0	4.7	7.4	4.3	2.2	2.9	2.0	2.8	2.6	3.2	5.1	11.9	11.9
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	1.8	1.8
NO _x	Mittelwerte	ppb	2.3	1.7	2.0	1.4	0.9	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.3	2.0	1.4
	max. 24h-Mittelwert	ppb	5.8	3.2	4.6	2.9	1.4	1.8	1.3	1.8	1.7	2.1	3.5	8.8	8.8
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	62	72	73	75	70	86	65	64	57	56	57	62	66
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	81	93	92	98	100	118	99	94	85	81	76	80	118
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	87	96	99	105	103	121	108	105	92	105	81	89	121
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	2.5	3.3	4.6	2.8	4.1	11.3	7.0	7.6	5.2	9.9	2.2	0.9	5.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	10.3	13.6	13.7	6.8	9.6	37.3	15.9	41.2	23.5	66.4	21.4	2.6	66.4
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Die Umrechnung von ppb in µg/m³ erfolgt für die Station Davos mit standortabhängigen Faktoren (Anhang A5)

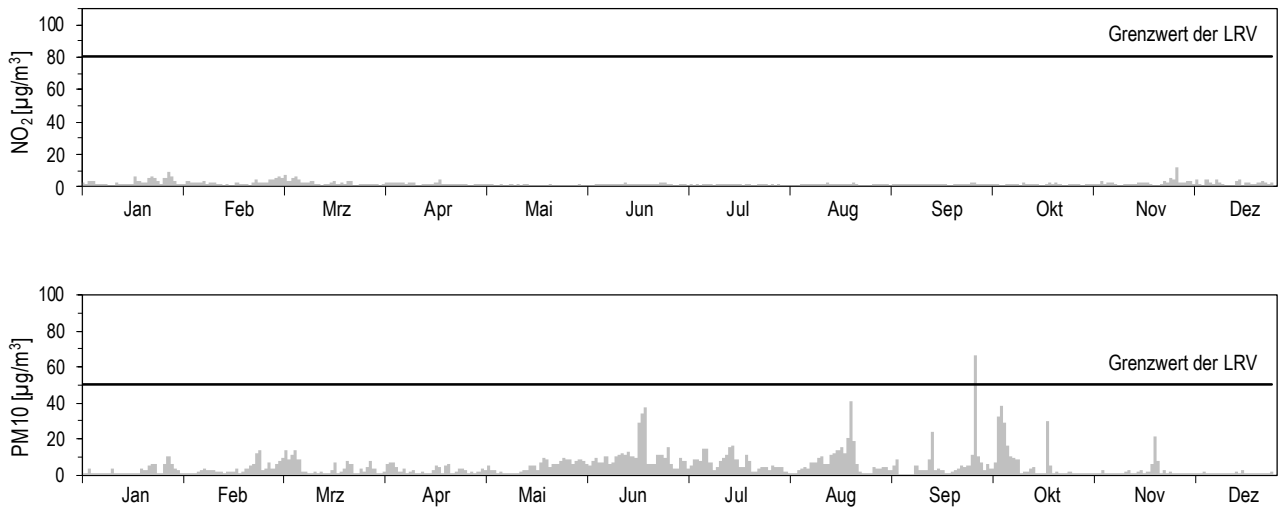
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	-3.7	-1.3	0.8	1.4	7.3	12.8	13.7	13.4	12.0	8.5	-0.9	-1.2	5.2
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	735	596	596	558	392	131	97	158	135	316	628	656	4990
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	66	116	153	201	208	258	232	190	178	113	59	47	152
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	73	63	72	78	80	68	76	75	74	68	85	80	74
Niederschlag	Summen	mm	13	19	60	67	100	72	100	184	57	91	114	154	1031
Druck	Mittelwerte	hPa	833	841	831	832	836	838	839	839	841	835	829	834	836

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heitztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

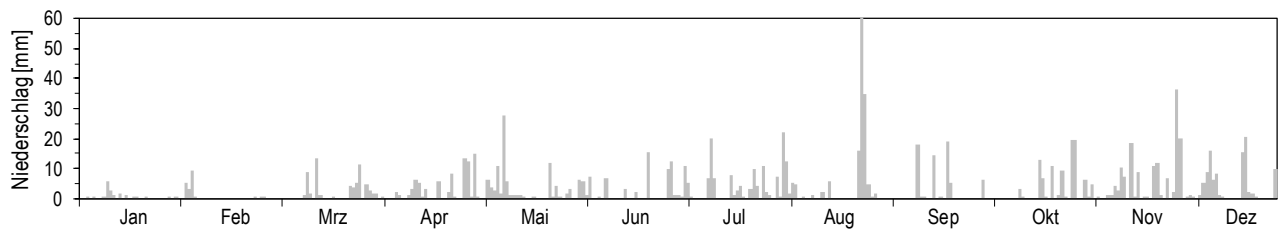
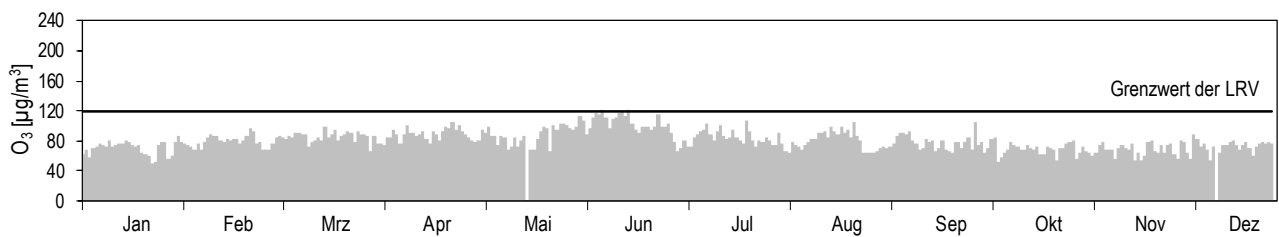
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Davos-Seehornwald (Ländlich, oberhalb 1000 m)

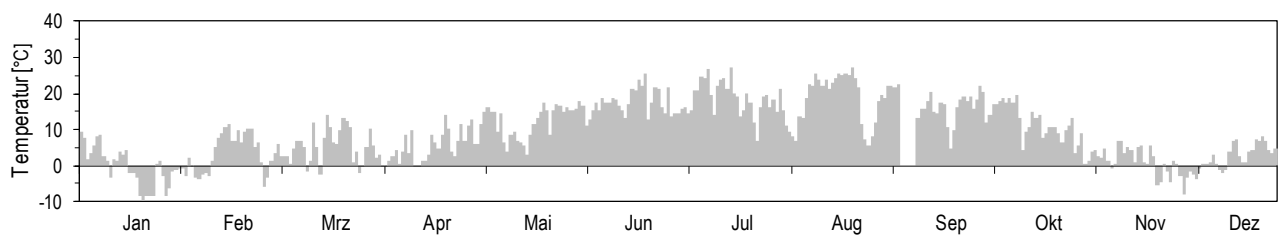
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Dübendorf-Empa (Vorstädtisch)

Jahresübersicht 2023

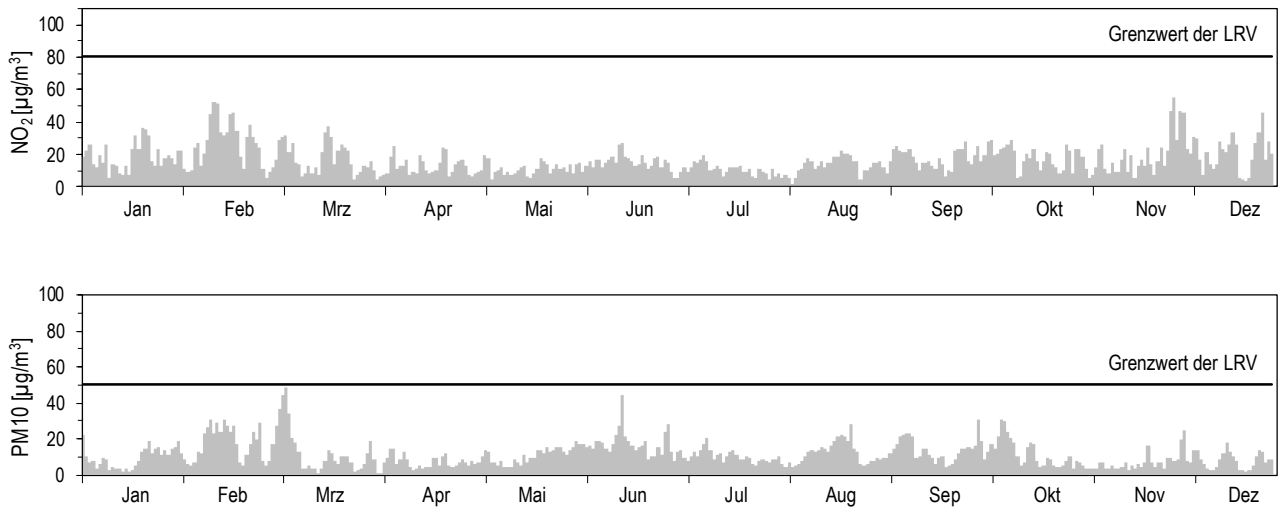
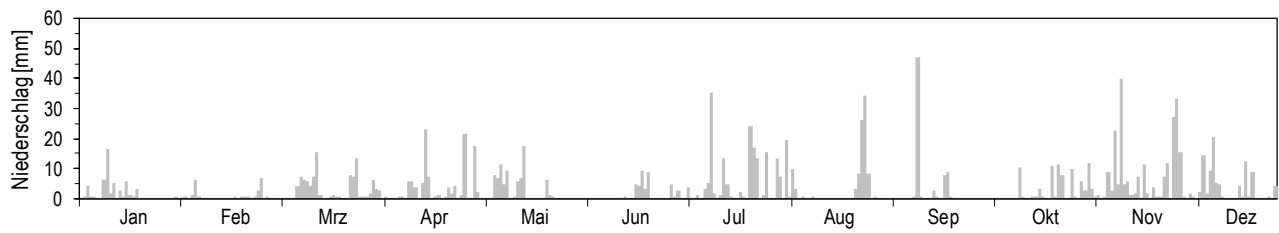
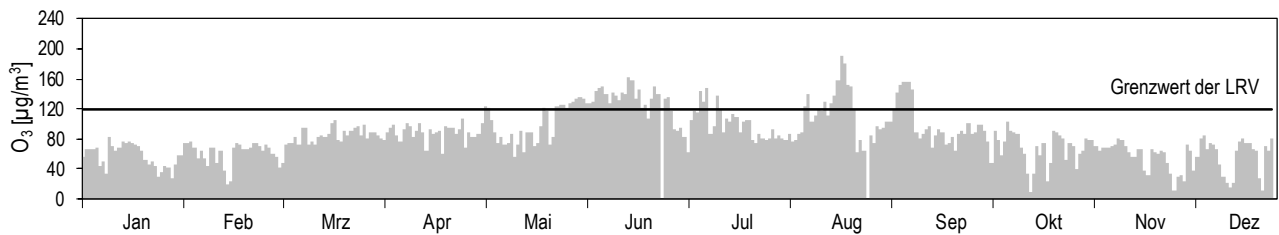
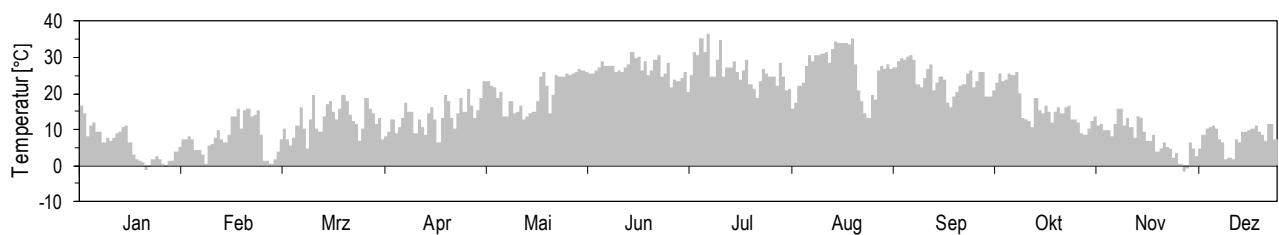
Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.48	0.66	0.26	0.16	0.20	0.31	0.20	0.24	0.25	0.26	0.21	0.34	0.30
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.10	1.13	0.86	0.46	0.44	0.48	0.36	0.45	0.48	0.58	0.43	0.72	1.13
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	18.9	26.4	18.2	12.6	10.9	15.7	10.8	12.9	16.8	18.6	16.3	23.7	16.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	36.1	52.5	37.4	25.2	19.3	26.7	19.9	22.5	28.1	29.3	46.4	55.1	55.1
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	3.5	12.8	3.4	1.8	1.3	1.4	1.2	1.3	3.6	7.5	4.3	9.1	4.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	18.0	45.1	14.2	10.9	4.5	3.6	3.2	3.4	12.5	20.6	20.9	50.6	50.6
NO _x	Mittelwerte	ppb	12.7	24.0	12.2	8.0	6.7	9.3	6.6	7.8	11.6	15.8	11.9	19.7	12.1
	max. 24h-Mittelwert	ppb	27.3	59.9	30.3	21.1	13.7	15.9	12.0	13.1	24.7	31.9	41.1	69.3	69.3
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	37	35	55	61	63	89	63	62	49	32	41	33	52
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	74	73	96	96	125	149	124	145	144	89	76	77	149
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	82	76	105	106	129	161	148	191	157	103	80	84	191
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	38	200	19	57	31	0	0	0	345
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m ³	0.22	0.28	0.21	0.19	0.18	0.18	0.17	0.21	0.23	0.24	0.21	0.26	0.21
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.32	0.50	0.37	0.29	0.26	0.22	0.22	0.28	0.33	0.37	0.34	0.48	0.50
	24h-Mittel > 8 mg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH ₄	Mittelwerte	mg/m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NMVOC	Mittelwerte	µg/m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzol	Mittelwerte	µg/m ³	0.40	-	0.30	0.30	0.24	0.29	0.23	0.32	0.51	0.60	0.41	0.64	0.39
Toluol	Mittelwerte	µg/m ³	1.03	-	1.18	0.61	0.70	0.87	0.96	1.24	1.75	1.74	1.05	1.29	1.13
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	9.5	17.2	12.9	6.9	10.1	17.8	10.5	12.0	12.7	13.4	5.7	8.9	11.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	22.4	31.0	48.3	14.7	15.7	44.0	20.8	28.4	23.3	31.0	15.9	25.0	48.3
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	7.4	12.8	9.2	4.8	6.3	9.0	5.8	6.7	7.9	7.4	3.2	6.3	7.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	18.6	25.5	38.9	11.1	10.9	13.1	11.9	12.2	16.0	21.6	11.4	20.7	38.9
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.36	0.61	0.36	0.21	0.25	0.30	0.24	0.31	0.48	0.52	0.24	0.41	0.36

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	3.5	3.7	7.8	9.1	14.8	21.2	21.1	20.6	18.7	13.0	6.5	4.1	12.1
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	513	457	335	289	61	0	0	0	0	128	398	493	2674
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	32	87	112	152	205	307	241	201	189	107	40	31	142
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	81	77	70	72	73	55	66	71	75	80	83	87	74
Niederschlag	Summen	mm	50	18	90	92	98	35	149	136	67	56	187	142	1118
Druck	Mittelwerte	hPa	968	976	963	965	967	966	966	966	968	964	961	968	966

-) keine Messwerte vorhanden, *) unvollständige Messreihe, weniger als 50% der Messwerte vorhanden,

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heitztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Dübendorf-Empa (Vorstädtisch)**Jahresübersicht 2023****Tagesmittelwerte für NO₂ und PM10****Niederschlagssumme pro Tag****Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃****Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag**

Härkingen-A1 (Ländlich, Autobahn)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.48	0.47	0.20	0.03	0.15	0.35	0.28	0.40	0.39	0.48	0.51	0.73	0.37
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.93	1.16	0.72	0.63	0.62	0.66	0.57	0.61	0.62	0.86	0.93	1.52	1.52
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	25.0	30.3	27.7	20.3	15.8	18.4	19.8	23.4	23.4	24.9	25.1	28.2	23.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	49.6	51.5	41.5	37.2	31.8	29.3	32.4	37.3	32.8	34.2	42.1	49.2	51.5
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	14.8	20.7	14.8	10.0	7.4	5.6	9.1	11.1	12.4	17.7	17.7	20.3	13.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	42.7	48.5	30.9	25.2	17.9	10.8	16.2	19.2	22.0	37.0	36.0	53.1	53.1
NO _x	Mittelwerte	ppb	25.0	32.5	26.4	18.7	14.2	14.1	17.7	21.1	22.2	27.2	27.3	31.0	23.1
	max. 24h-Mittelwert	ppb	60.2	65.8	46.5	39.6	30.9	22.1	27.1	31.3	34.0	42.5	50.4	68.3	68.3
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	30	31	45	52	61	86	53	51	45	29	32	27	45
	98%-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	69	73	82	92	126	146	108	131	124	79	68	74	146
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	79	76	90	99	131	153	121	145	132	102	78	82	153
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	34	162	1	27	17	0	0	0	241
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m ³	0.27	0.29	0.25	0.22	0.18	0.20	0.21	0.25	0.26	0.28	0.26	0.30	0.25
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.43	0.48	0.39	0.37	0.25	0.29	0.29	0.32	0.35	0.39	0.38	0.47	0.48
	24h-Mittel > 8 mg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO ₂	Mittelwerte	ppm	454	466	457	451	448	452	455	468	478	473	455	464	460
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	10.4	20.5	13.8	7.9	10.9	15.8	11.3	13.0	12.7	13.3	6.9	10.6	12.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	28.3	39.2	47.5	14.0	19.3	21.4	22.6	24.7	23.4	29.7	15.8	24.3	47.5
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	8.0	14.9	9.3	5.3	6.5	9.1	6.1	7.4	7.7	7.5	4.3	7.6	7.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	18.9	31.9	37.0	11.3	12.5	12.5	12.2	13.6	13.9	15.3	11.4	19.8	37.0
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.54	0.79	0.57	0.39	0.25	0.34	0.44	0.56	0.59	0.59	0.45	0.59	0.51
P_Anz	Mittelwerte	1/cm ³	22249	26316	23711	16769	16267	16523	20900	24797	24502	24157	22399	21474	21641
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	38	35	67	47	67	36	101	65	56	61	66	34	56

Meteorologische Messgrössen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.8	3.3	7.2	8.6	14.9	20.8	21.0	20.5	18.5	12.6	5.9	3.8	11.7
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	534	469	383	310	61	0	0	0	0	134	423	504	2818
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	33	88	119	151	211	306	246	196	187	108	38	29	143
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	88	81	77	80	75	60	71	78	82	89	89	91	80
Niederschlag	Summen	mm	58	8	113	85	71	36	102	87	51	85	242	163	1102
Druck	Mittelwerte	hPa	968	976	963	965	967	966	966	966	968	964	961	968	966

-) keine Messwerte vorhanden,

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heitztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

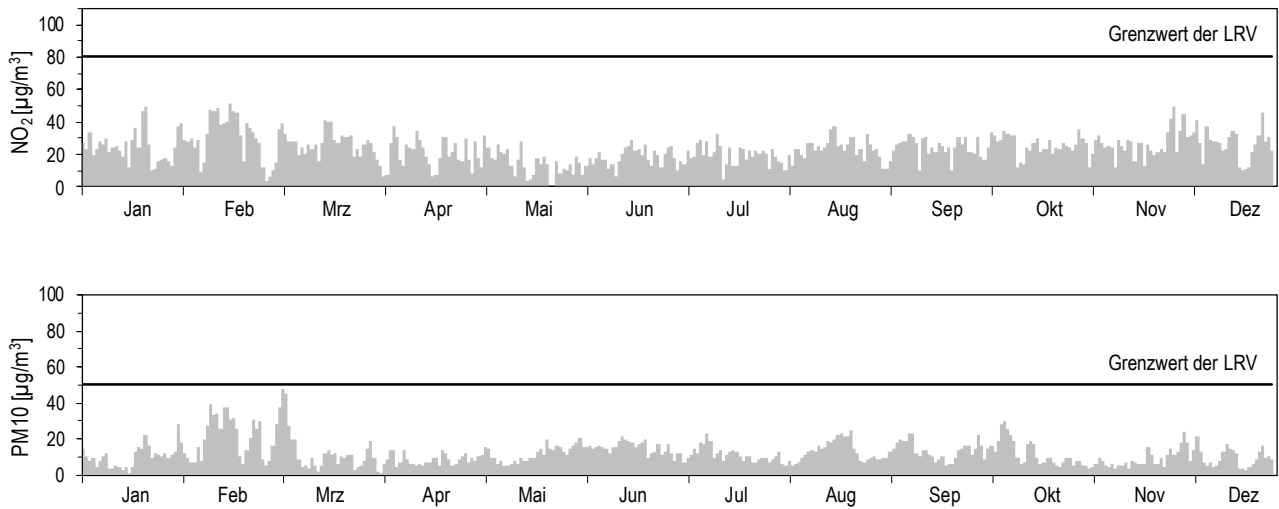
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Verkehr		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Verkehrszähler	Fz/Tag	84831	89782	93705	97569	99546	104250	104042	107008	104135	98044	92390	87606	96909

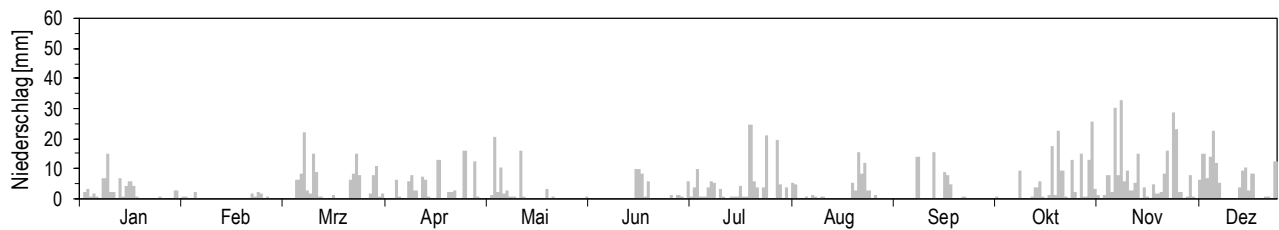
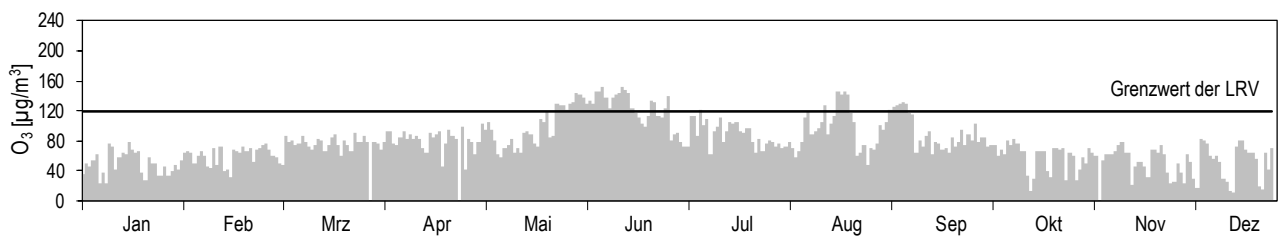
Die Verkehrszahlen wurden durch das Bundesamt für Strassen (ASTRA) erhoben.

Härkingen-A1 (Ländlich, Autobahn)

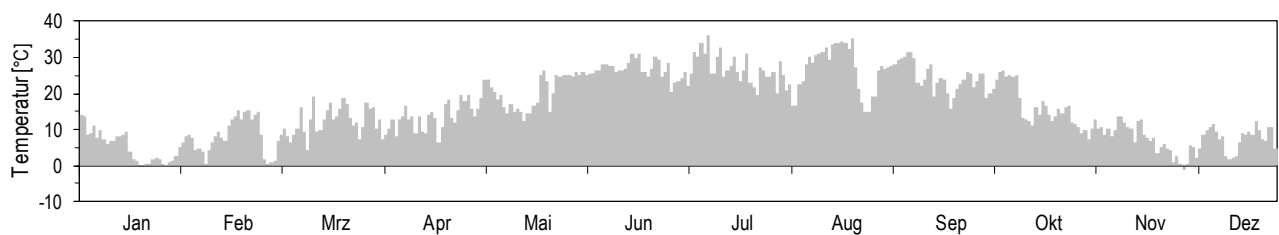
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Jungfrauoch (Hochgebirge)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.07	0.03	0.02	0.00	-0.01	0.00	0.02	0.04	0.04	0.02	0.05	0.04	0.03
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.36	0.56	0.08	0.08	0.06	0.02	0.12	0.10	0.17	0.13	0.09	0.08	0.56
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.13	0.13	0.13	0.17	0.17	0.16	0.15	0.14	0.17	0.16	0.20	0.24	0.16
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.79	0.64	0.48	0.40	0.71	0.30	0.32	0.37	0.44	1.18	0.72	3.41	3.41
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	-	0.07	0.03
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.06	0.07	0.10	0.11	0.23	0.04	0.08	0.06	0.05	0.26	0.12	1.63	1.63
NO _x	Mittelwerte	ppb	0.12	0.12	0.12	0.17	0.17	0.15	0.13	0.12	0.15	0.15	-	0.25	0.15
	max. 24h-Mittelwert	ppb	0.64	0.49	0.46	0.38	0.78	0.27	0.29	0.34	0.36	1.16	-	4.33	4.33
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	66	69	71	77	79	91	80	73	75	67	64	65	73
	98%-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	77	85	85	95	94	108	105	91	94	86	79	76	108
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	82	104	92	100	99	111	119	98	99	94	111	83	119
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m ³	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09	0.09
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.23	0.15	0.13	0.13	0.12	0.11	0.15	0.23
	24h-Mittel > 8 mg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO ₂	Mittelwerte	ppm	423	423	424	425	422	419	418	416	417	420	423	425	421
CH ₄	Mittelwerte	mg/m ³	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94
Benzol	Mittelwerte	µg/m ³	0.13	0.13	0.13	0.11	0.09	0.09	0.06	0.06	0.07	0.06	0.13	0.12	0.10
Toluol	Mittelwerte	µg/m ³	0.08	0.07	0.04	0.06	0.07	0.06	0.03	0.04	0.04	0.03	0.08	0.06	0.06
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	0.3	1.4	1.4	0.8	2.1	7.3	5.9	8.6	3.1	5.3	0.3	0.2	3.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.8	12.0	9.4	3.9	7.6	27.3	24.8	53.2	16.3	38.3	1.9	0.6	53.2
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2

-) keine Messwerte vorhanden, *) unvollständige Messreihe, weniger als 50% der Messwerte vorhanden, **) unvollständige Messreihe, weniger als 80 % der Messwerte vorhanden.

Die Umrechnung von ppb in µg/m³ erfolgt für die Station Jungfrauoch mit standortabhängigen Faktoren (Anhang A5)

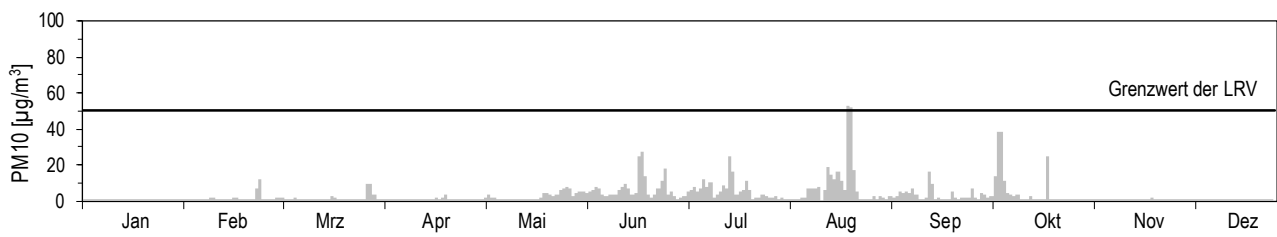
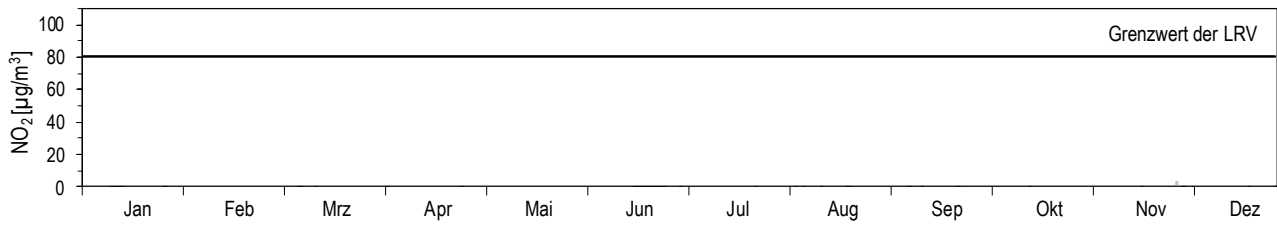
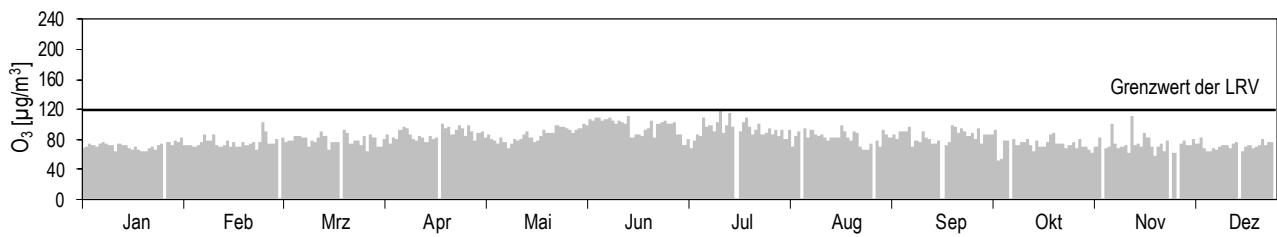
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	-13.3	-10.6	-10.7	-11.0	-4.7	-0.3	1.4	1.0	2.1	-2.6	-11.2	-10.2	-5.8
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	1031	857	951	930	766	609	578	589	537	719	935	936	9418
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	74	141	158	245	299	300	250	225	214	127	59	58	179
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	62	57	74	79	86	81	74	81	60	63	82	73	73
Druck	Mittelwerte	hPa	650	657	650	651	657	662	664	663	665	658	648	653	656

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heitztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

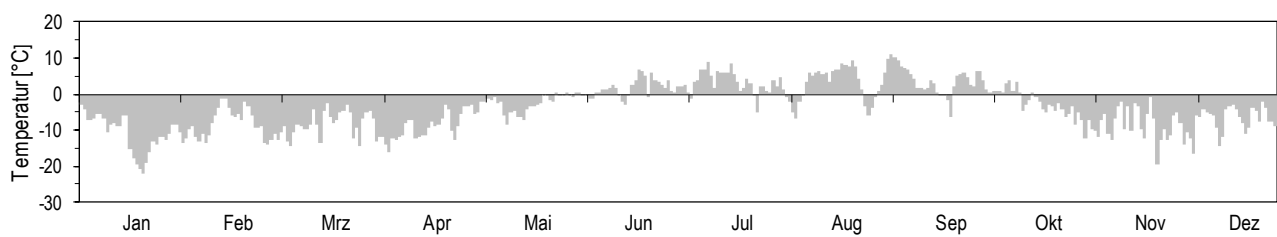
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Jungfrauoch (Hochgebirge)

Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Lausanne-César-Roux (Städtisch, verkehrsbelastet)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	24.1	32.6	27.0	19.7	16.6	20.2	18.8	19.6	24.2	26.1	23.6	27.8	23.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	37.6	53.4	38.8	33.1	29.6	29.7	30.4	29.4	36.4	41.2	32.1	42.1	53.4
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	8.8	13.5	9.4	6.5	5.0	4.5	5.9	5.1	6.5	10.3	10.8	12.8	8.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	15.0	29.8	17.8	12.4	10.0	7.2	10.7	9.0	13.0	19.4	19.4	25.8	29.8
NO _x	Mittelwerte	ppb	19.6	27.9	21.7	15.6	12.7	14.2	14.6	14.3	17.8	22.0	21.0	24.8	18.8
	max. 24h-Mittelwert	ppb	30.9	51.7	32.8	27.2	21.3	20.2	22.6	21.0	27.7	35.9	27.5	42.7	51.7
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	38	35	52	59	66	89	64	67	57	41	41	35	54
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	68	70	82	87	115	127	105	107	111	75	70	67	127
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	81	73	94	91	126	136	119	127	122	84	76	79	136
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	4	62	0	4	1	0	0	0	71
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m ³	0.27	0.33	0.27	0.25	0.24	0.26	0.27	0.27	0.34	0.34	0.28	0.30	0.28
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.37	0.50	0.39	0.34	0.30	0.32	0.57	0.35	0.42	0.46	0.35	0.41	0.57
	24h-Mittel > 8 mg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	12.2	24.4	14.9	8.8	11.5	14.7	11.9	12.4	11.9	12.9	6.8	9.5	12.6
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	28.3	46.0	47.9	19.0	17.3	24.1	25.0	29.3	19.3	31.3	15.0	22.4	47.9
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	9.3	16.5	10.1	6.0	7.3	9.1	7.0	7.2	7.7	7.3	4.1	6.7	8.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	20.8	34.8	38.1	14.6	11.7	12.7	13.1	13.5	13.6	17.4	11.1	17.6	38.1
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	51	65	51	60	-	75	99	44	72	85	69	29	64

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	3.6	5.2	8.3	9.8	15.7	21.9	22.7	22.5	20.2	15.0	7.3	5.4	13.2
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	510	413	327	280	18	0	0	0	0	45	372	452	2417
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	46	117	117	177	229	296	262	211	174	101	43	37	151
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	81	70	69	70	67	55	59	59	69	74	84	85	70
Niederschlag	Summen	mm	75	3	74	81	38	34	65	78	122	172	207	174	1124
Druck	Mittelwerte	hPa	957	964	953	954	955	955	955	955	957	953	951	957	955

-) keine Messwerte vorhanden,

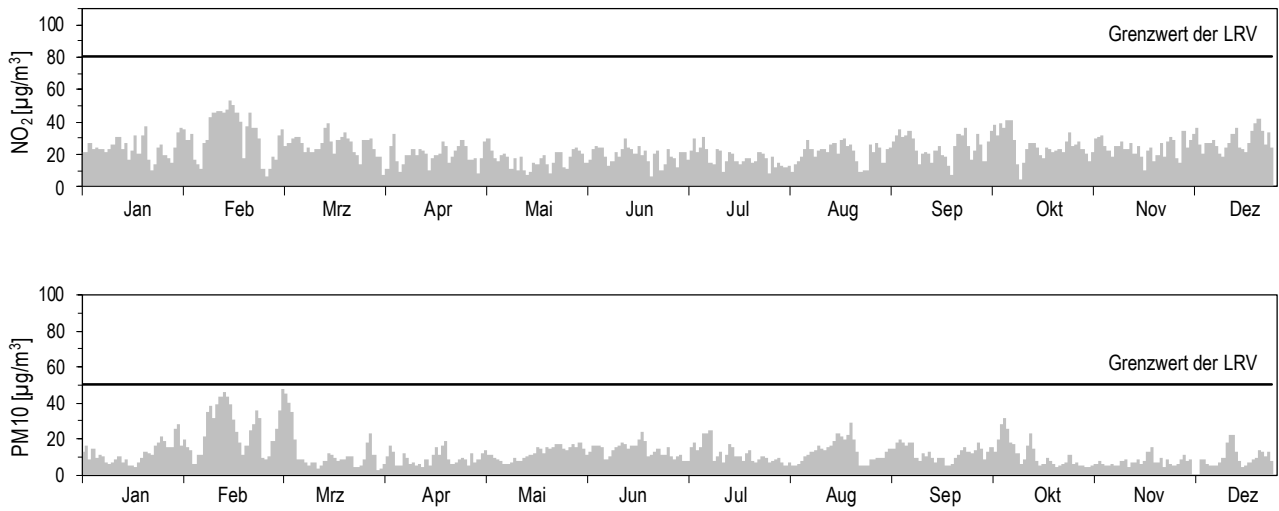
1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heiztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

Verkehr		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Verkehrszähler	Fz/Tag	23700	25103	25785	23618	24511	25131	21677	22461	24721	24833	26544	24880	24414

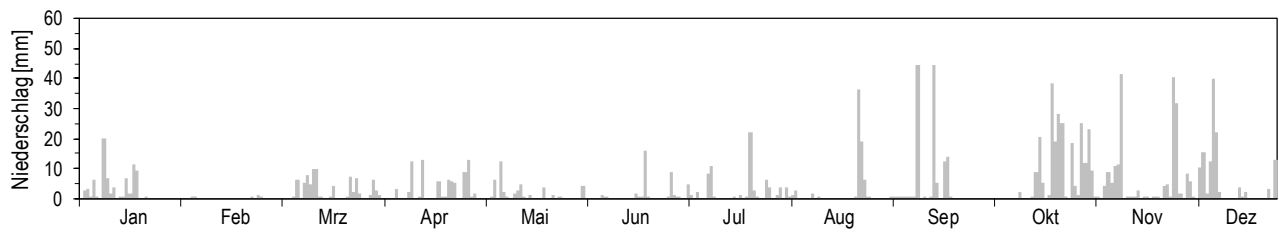
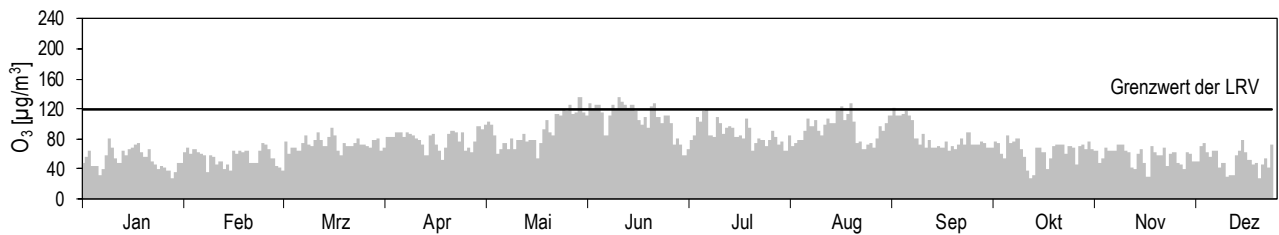
Die Verkehrszahlen wurden durch das Bundesamt für Strassen (ASTRA) erhoben.

Lausanne-César-Roux (Städtisch, verkehrsbelastet)

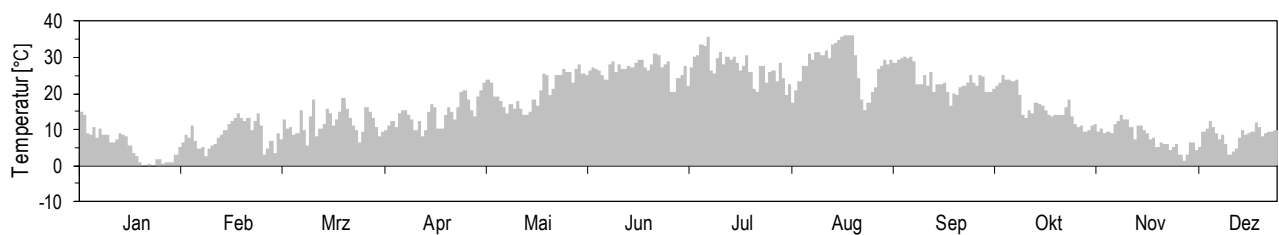
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM10

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Lugano-Universität (Städtisch)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	1.28	1.18	0.69	0.52	0.25	0.34	0.25	0.11	0.36	0.39	0.56	0.53	0.53
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	2.54	2.23	1.24	1.06	0.50	0.79	0.81	0.34	0.72	0.80	1.06	1.18	2.54
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	31.2	29.7	25.3	18.7	11.6	8.9	9.6	9.1	13.4	18.4	26.6	32.8	19.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	45.5	50.1	34.2	28.9	16.0	13.5	16.3	15.4	20.2	27.2	38.8	44.6	50.1
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	11.5	6.8	4.8	2.9	1.4	1.0	0.8	0.4	1.4	3.6	7.0	11.7	4.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	25.9	25.5	9.7	5.5	3.0	1.8	1.8	1.9	4.1	10.6	16.6	31.5	31.5
NO _x	Mittelwerte	ppb	25.6	21.0	17.1	12.1	7.2	5.5	5.6	5.1	8.1	12.5	19.5	26.5	13.7
	max. 24h-Mittelwert	ppb	42.2	46.0	23.5	18.6	9.9	8.0	9.8	9.0	12.8	21.9	32.9	48.5	48.5
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	22	41	54	70	72	97	85	87	67	38	32	20	57
	98%-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	72	87	112	122	139	152	154	151	150	111	73	77	154
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	86	96	131	134	148	163	199	177	172	137	81	82	199
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	4	16	55	170	122	128	61	8	0	0	564
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m ³	0.37	0.33	0.27	0.23	0.21	0.21	0.22	0.21	0.24	0.26	0.29	0.37	0.27
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.73	0.43	0.35	0.29	0.24	0.29	0.26	0.26	0.29	0.33	0.40	0.52	0.73
	24h-Mittel > 8 mg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH ₄	Mittelwerte	mg/m ³	1.38	1.39	1.38	1.35	1.35	1.33	1.33	1.36	1.35	1.35	1.36	1.37	1.36
NMVOC	Mittelwerte	µg/m ³	83	79	67	47	46	49	48	47	58	66	61	78	61
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	132	138	88	66	79	76	66	78	92	106	89	118	138
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	17.0	25.4	17.8	10.5	9.0	12.2	12.7	12.6	12.7	16.3	8.7	13.5	14.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	34.4	50.3	40.6	24.8	16.2	28.0	27.1	28.6	21.2	33.3	21.0	33.0	50.3
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	13.4	18.6	12.7	6.2	5.8	7.9	8.0	7.9	8.0	9.6	5.3	10.1	9.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	27.5	41.9	31.5	16.0	12.7	13.5	16.4	14.9	14.4	19.3	16.3	29.4	41.9
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.76	0.73	0.46	0.26	0.21	0.23	0.27	0.27	0.40	0.42	0.34	0.55	0.41
P_Anz	Mittelwerte	1/cm ³	11876	9998	8141	7300	5936	5667	6200	5317	6729	7792	10452	11303	8030

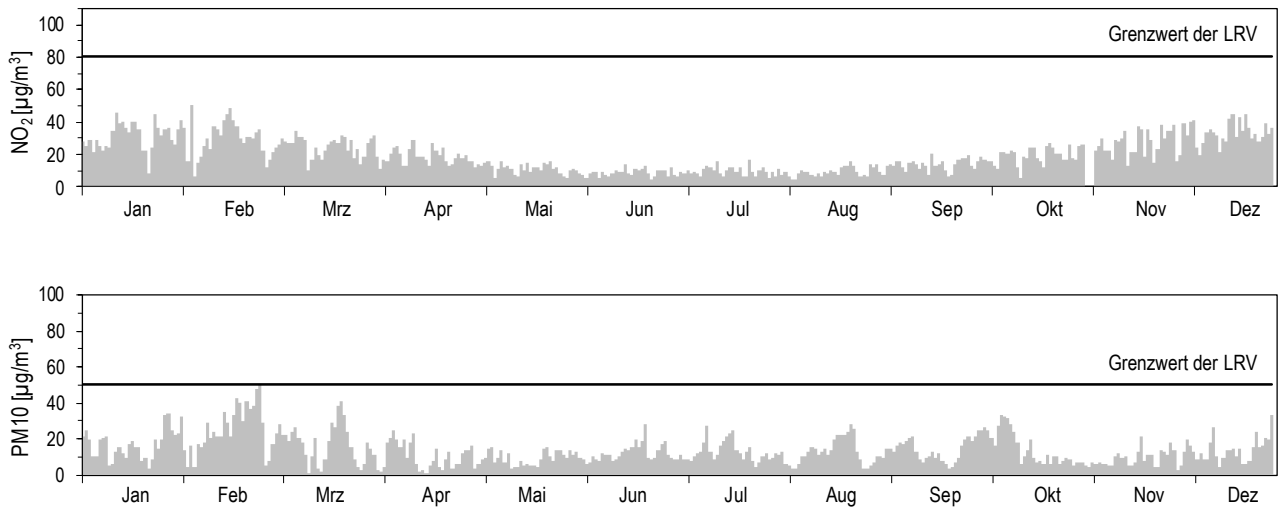
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	5.4	6.8	10.1	12.4	16.5	21.6	23.4	23.3	19.8	16.0	8.5	7.0	14.3
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	451	357	272	108	0	0	0	0	0	0	336	396	1921
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	60	108	155	209	215	282	275	244	178	105	80	55	164
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	70	64	64	59	77	70	71	66	78	81	65	70	70
Niederschlag	Summen	mm	25	2	57	100	174	161	190	196	185	217	74	82	1462
Druck	Mittelwerte	hPa	982	990	978	978	980	980	980	979	984	980	975	982	981

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heitztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

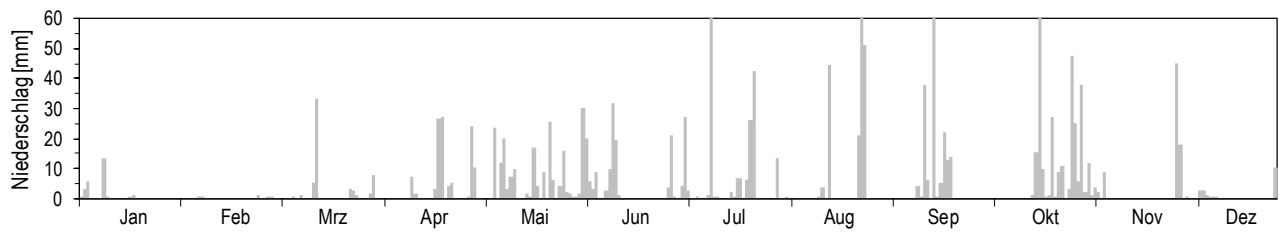
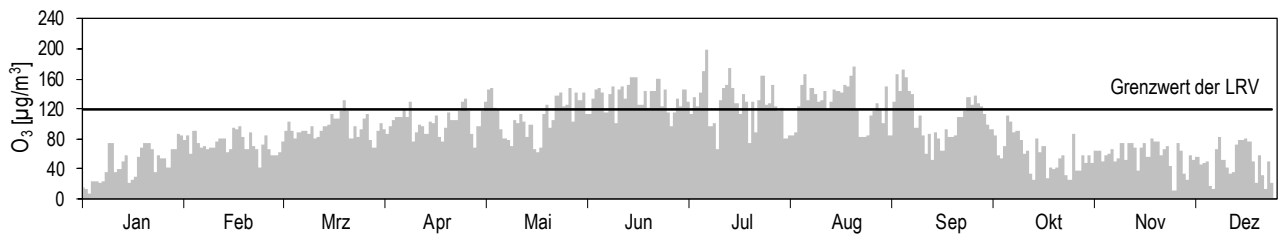
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Lugano-Universität (Städtisch)

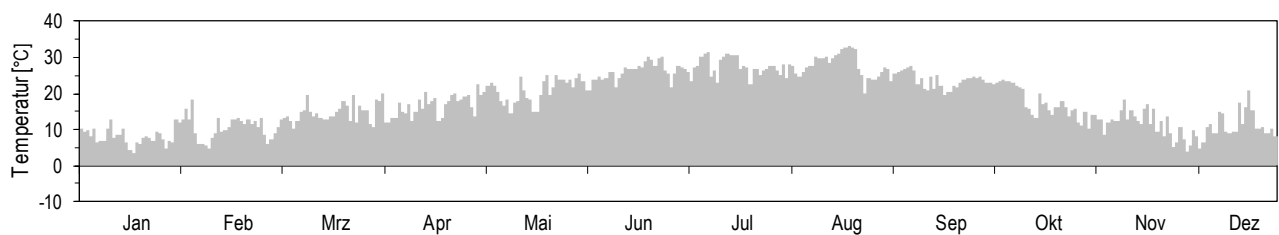
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Magadino-Cadenazzo (Ländlich, unterhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.68	0.77	0.50	0.72	0.24	0.54	0.66	0.28	0.53	0.67	0.70	0.53	0.57
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.73	1.61	0.83	1.74	0.62	0.94	0.98	0.83	1.29	1.32	1.48	1.59	1.74
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	22.8	21.6	11.4	10.1	6.4	5.4	6.0	5.8	7.5	11.2	15.0	21.0	11.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	34.0	41.9	18.1	20.9	10.4	8.7	9.8	8.5	11.4	16.1	29.1	39.2	41.9
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	9.7	5.8	1.5	1.0	0.5	0.5	0.7	0.6	1.2	1.8	5.4	10.4	3.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	27.1	17.9	5.1	4.2	1.3	1.1	1.2	1.0	3.6	4.5	25.5	58.9	58.9
NO _x	Mittelwerte	ppb	19.7	15.9	7.2	6.0	3.8	3.2	3.7	3.5	4.9	7.3	12.2	19.3	8.8
	max. 24h-Mittelwert	ppb	39.4	34.9	11.8	13.9	6.5	5.4	5.7	5.1	8.9	11.0	33.7	67.8	67.8
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	20	37	59	71	67	84	68	71	50	32	29	21	51
	98%-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	76	84	115	120	131	141	135	146	132	88	75	80	146
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	85	97	128	134	142	154	184	179	144	111	85	85	184
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	6	15	36	116	42	79	29	0	0	0	323
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	18.1	27.9	17.0	9.3	8.5	13.1	12.5	12.6	12.0	14.5	9.8	15.6	14.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	33.3	58.0	32.1	25.5	14.7	29.5	26.0	33.6	22.5	30.7	18.9	30.4	58.0
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	13.1	19.6	12.0	5.4	5.3	8.0	7.5	7.2	6.8	7.7	5.8	12.0	9.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	25.3	47.3	25.2	14.8	11.0	13.8	15.6	15.7	13.2	14.5	11.9	25.3	47.3
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.96	0.94	0.47	0.26	0.20	0.26	0.21	0.21	0.36	0.45	0.57	0.96	0.48
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	11	23	56	29	44	78	80	82	57	102	106	17	57

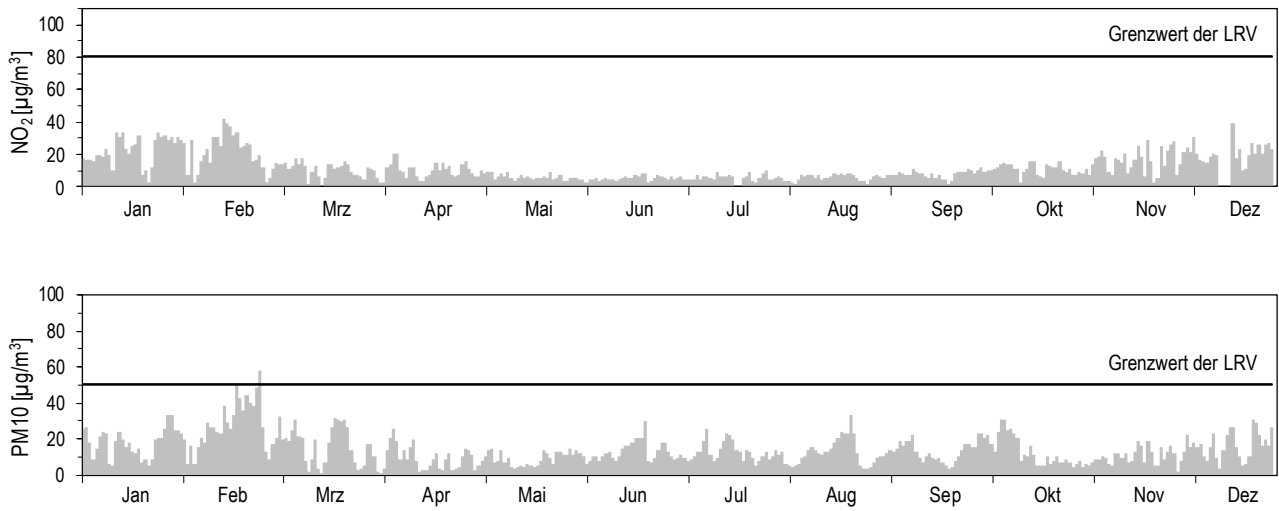
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	3.3	5.3	9.6	12.2	16.8	21.5	23.2	22.5	18.9	14.9	6.4	4.4	13.3
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	518	407	294	106	0	0	0	0	0	59	407	482	2274
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	59	106	155	205	209	281	268	230	166	102	74	45	159
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	75	66	65	59	75	71	71	69	80	83	73	78	72
Niederschlag	Summen	mm	24	2	62	143	218	108	97	323	306	339	82	82	1784
Druck	Mittelwerte	hPa	993	1001	989	989	992	991	991	990	995	991	987	993	992

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heiztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

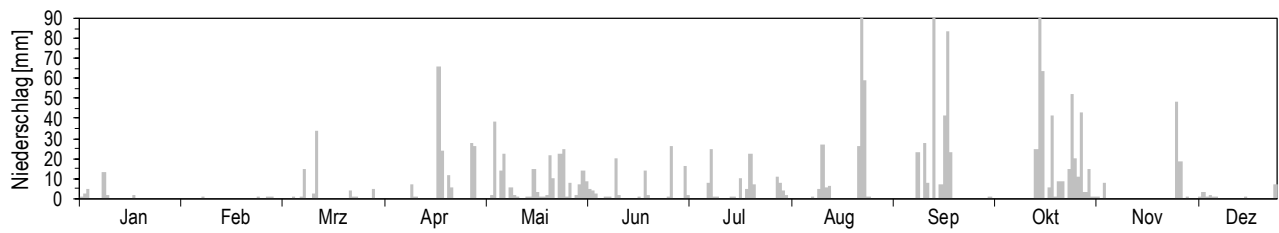
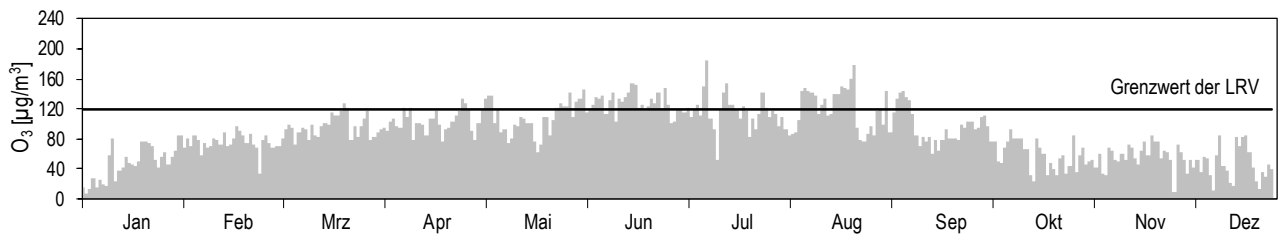
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Magadino-Cadenazzo (Ländlich, unterhalb 1000 m)

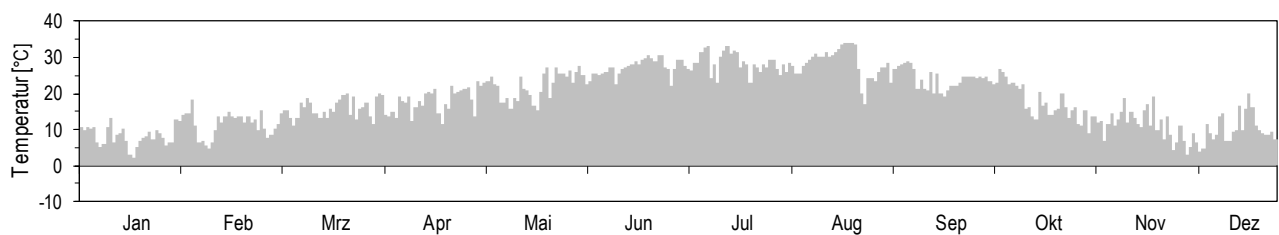
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Payerne (Ländlich, unterhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.19	0.30	0.19	0.23	0.27	0.30	0.25	0.29	0.31	0.18	0.13	0.13	0.23
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.42	0.52	0.35	0.44	0.66	0.51	0.46	0.59	0.61	0.31	0.24	0.31	0.66
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	10.8	15.1	9.5	6.7	6.3	7.4	5.9	5.9	8.0	8.9	8.0	11.3	8.6
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	27.7	23.6	22.9	11.8	9.1	9.7	13.4	10.7	12.2	18.6	23.6	23.6	27.7
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	0.8	1.8	0.9	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.8	1.5	0.7	1.4	0.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	3.7	6.8	5.0	2.8	1.3	1.1	1.0	0.8	2.4	4.5	2.7	5.6	6.8
NO _x	Mittelwerte	ppb	6.3	9.3	5.7	4.0	3.7	4.2	3.4	3.4	4.8	5.8	4.7	7.1	5.2
	max. 24h-Mittelwert	ppb	16.9	17.8	16.0	7.7	5.7	5.9	7.8	6.1	7.6	13.3	13.6	15.6	17.8
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	46	44	62	65	66	90	67	70	61	45	49	43	59
	98%-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	77	79	93	97	124	141	116	123	134	90	77	78	141
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	85	87	105	101	131	150	137	146	145	103	86	85	150
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	22	172	7	28	46	0	0	0	275
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m ³	0.21	0.24	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.17	0.19	0.19	0.19	0.22	0.19
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.33	0.33	0.35	0.29	0.21	0.23	0.23	0.21	0.27	0.29	0.30	0.33	0.35
	24h-Mittel > 8 mg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	8.5	18.5	11.6	6.1	9.4	13.7	9.7	10.6	10.1	10.6	4.3	6.0	9.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	20.0	39.1	43.8	14.2	15.6	22.9	20.6	25.8	17.6	28.6	10.7	12.6	43.8
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	6.4	14.4	8.6	4.3	5.8	8.0	5.5	6.1	6.5	6.3	2.6	4.3	6.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	16.9	33.2	36.9	11.1	10.2	11.3	11.4	11.6	11.6	16.8	8.1	11.2	36.9
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.28	0.46	0.28	0.17	0.20	0.26	0.18	0.20	0.30	0.31	0.17	0.27	0.26
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	15	7	20	33	39	46	106	50	70	65	56	8	43

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.7	3.0	7.0	8.5	14.0	19.6	20.9	20.6	18.1	12.7	6.2	4.1	11.5
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	537	477	374	315	63	0	0	0	16	130	415	492	2819
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	40	105	126	168	233	300	264	213	198	115	48	39	154
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	79	77	72	74	74	62	64	66	75	79	82	84	74
Niederschlag	Summen	mm	52	2	64	57	36	22	91	69	55	131	195	144	916
Druck	Mittelwerte	hPa	961	969	956	958	960	959	959	959	961	957	955	961	960

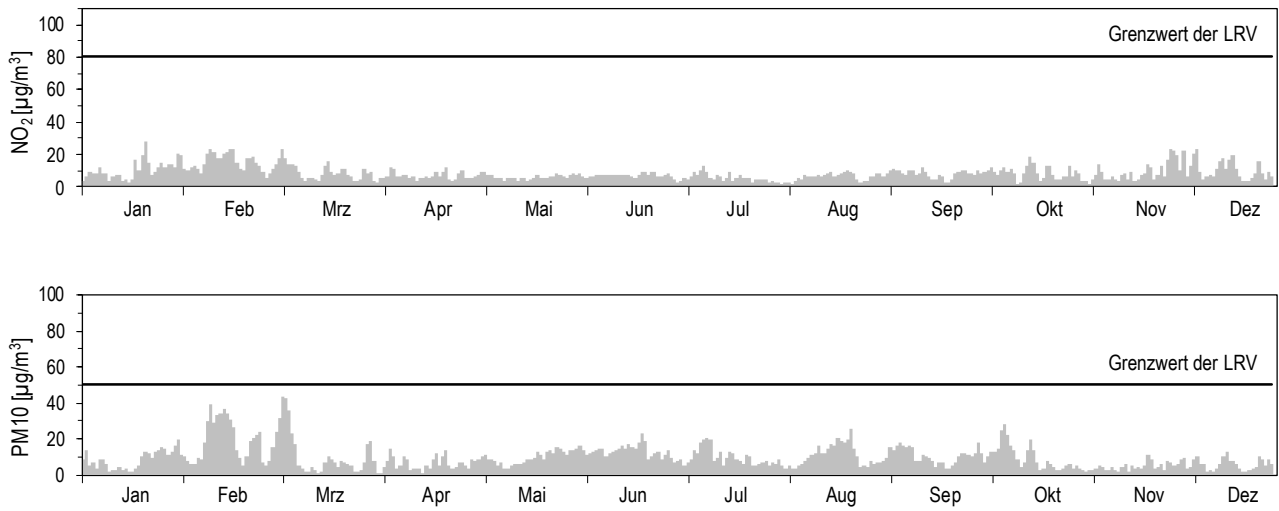
-) keine Messwerte vorhanden,

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heitztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur ≤ 12 °C)

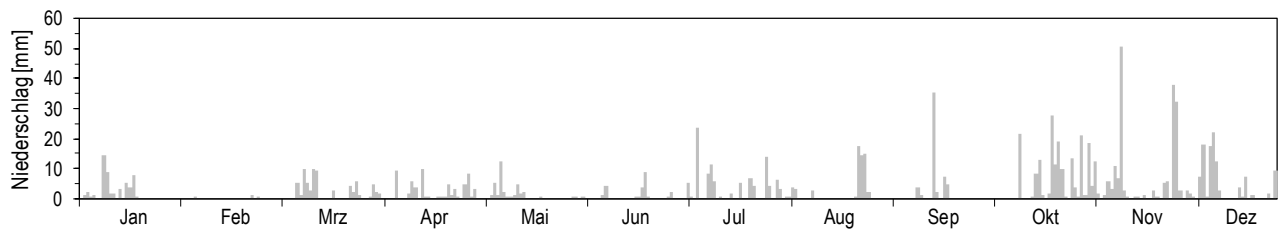
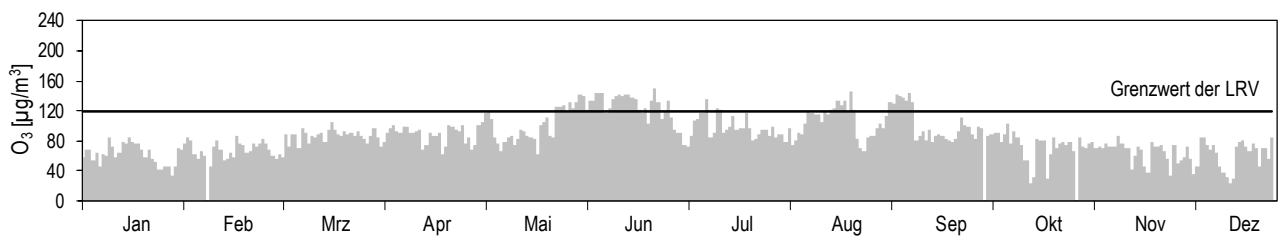
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Payerne (Ländlich, unterhalb 1000 m)

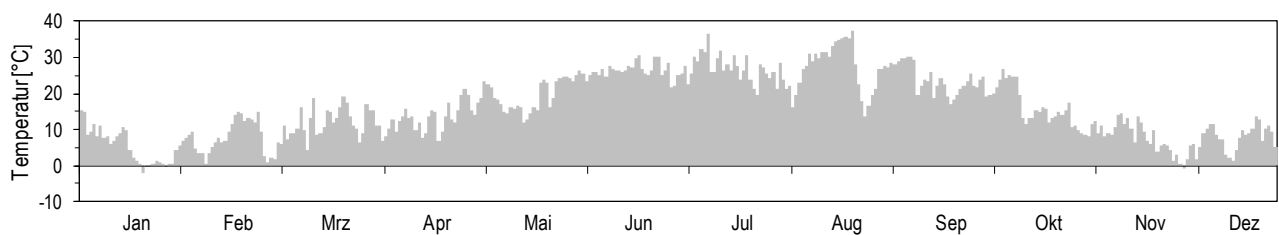
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Rigi-Seebodenalp (Ländlich, oberhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.27	0.27	0.27	0.24	0.24	0.34	0.27	0.26	0.26	0.24	0.22	0.20	0.25
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.80	0.52	0.62	0.48	0.67	0.48	0.38	0.48	0.48	0.39	0.40	0.34	0.80
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	4.8	5.7	5.6	3.6	4.2	4.7	2.7	2.8	3.4	3.1	2.3	2.7	3.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	15.3	16.9	15.5	7.5	6.9	6.0	3.8	4.7	5.0	6.5	6.9	18.2	18.2
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.0	1.3	1.0	0.6	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	0.4	1.7	1.7
NO _x	Mittelwerte	ppb	2.7	3.2	3.1	2.0	2.3	2.6	1.5	1.5	1.9	1.7	1.3	1.5	2.1
	max. 24h-Mittelwert	ppb	8.8	9.9	8.9	4.4	3.9	3.3	2.1	2.5	2.8	3.6	3.9	10.9	10.9
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	61	72	78	82	82	117	85	89	87	72	68	72	80
	98%-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	85	93	103	102	127	149	120	136	134	98	88	88	149
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	88	99	107	119	133	155	141	144	142	105	92	96	155
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	48	318	15	60	58	0	0	0	499
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m ³	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.29	0.24	0.26	0.2	0.18	0.22	0.22	0.19	0.22	0.24	0.22	0.3	0.3
	24h-Mittel > 8 mg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	4.3	7.5	8.3	4.4	7.2	12.1	7.9	9.7	8.4	9.6	1.8	1.7	6.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	13.8	19.9	31.2	12.6	14.6	16.6	20.0	33.1	16.2	40.1	3.9	3.3	40.1
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	3.0	5.3	5.8	3.1	5.0	7.6	4.4	5.3	5.8	4.8	1.0	1.1	4.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	11.0	18.1	26.2	10.3	11.2	9.8	10.7	12.1	12.7	15.8	3.5	2.9	26.2
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.18	0.25	0.17	0.11	0.16	0.19	0.12	0.13	0.18	0.11	0.03	0.05	0.14
P_Anz	Mittelwerte	1/cm ³	1539	2350	2686	2535	2936	3908	3595	3097	3201	2696	1623	1505	2640
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	2	3	17	33	36	21	48	71	28	14	22	3	25

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	0.0	2.1	4.5	5.3	10.8	17.6	17.9	17.8	16.8	12.5	3.7	3.2	9.4
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	619	502	481	434	214	0	10	52	39	176	490	521	3538
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	30	80	103	143	179	308	229	192	188	107	34	33	136
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	83	74	78	86	90	68	79	79	84	75	86	74	80
Niederschlag	Summen	mm	32	31	79	133	191	55	151	179	68	76	205	156	1357
Druck	Mittelwerte	hPa	899	906	895	897	900	901	901	901	903	898	893	899	899

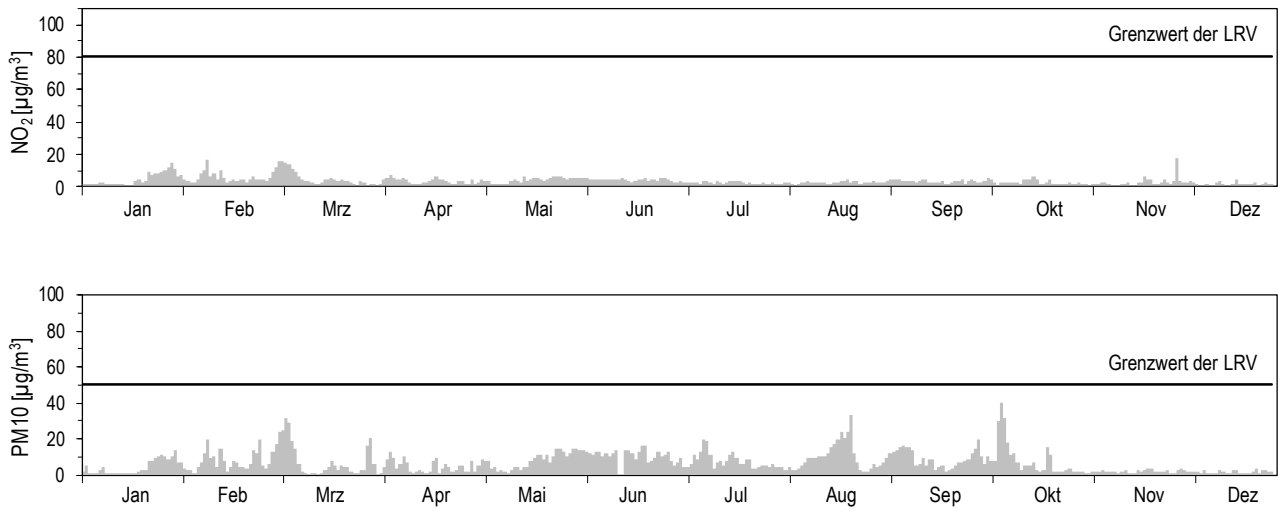
-) keine Messwerte vorhanden.

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heiztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

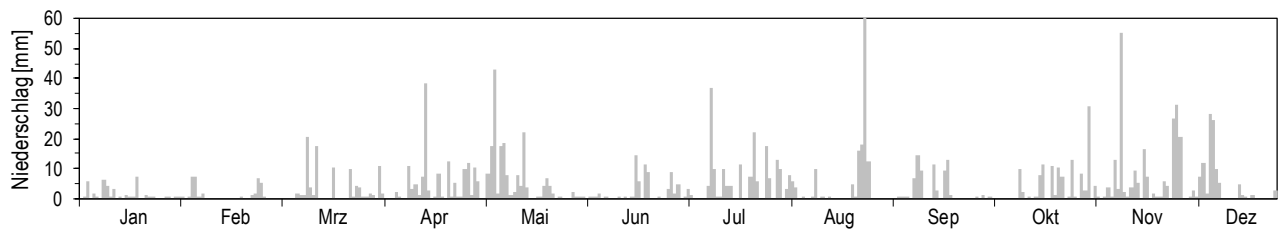
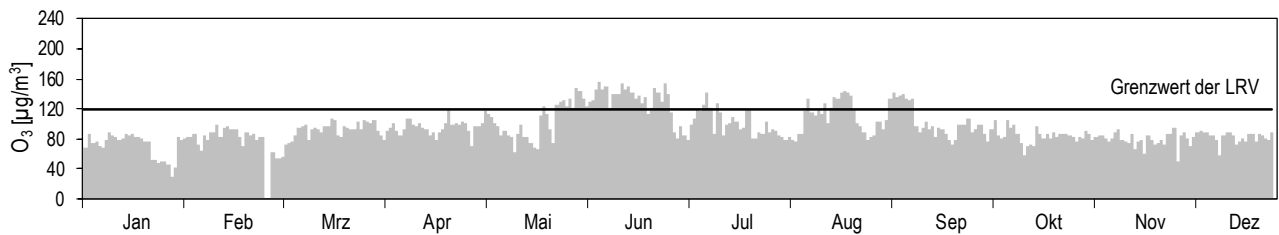
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Rigi-Seebodenalp (Ländlich, oberhalb 1000 m)

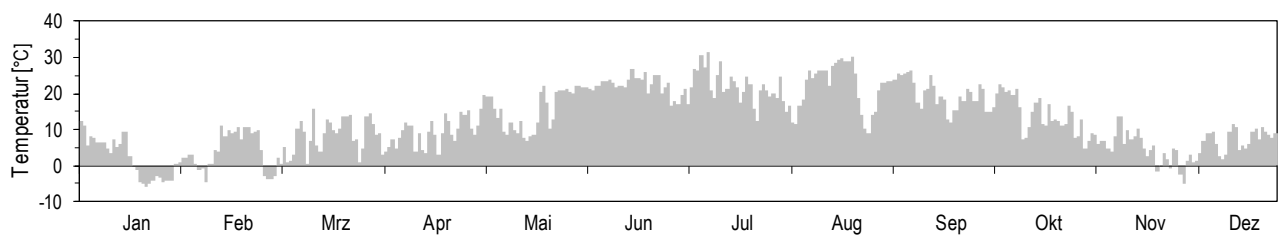
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Sion-Aéroport-A9 (Ländlich, Autobahn)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	42.6	38.2	25.9	16.1	13.4	14.3	12.9	13.8	17.9	25.4	30.4	40.8	24.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	59.3	53.5	38.9	24.3	22.9	21.1	19.2	24.1	26.5	39.3	56.9	61.2	61.2
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	26.1	20.2	9.5	4.7	3.8	2.9	3.2	3.3	6.5	13.7	22.1	33.3	12.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	58.9	36.4	22.3	8.8	8.0	5.9	5.6	6.9	14.1	29.3	49.4	81.5	81.5
NO _x	Mittelwerte	ppb	43.2	36.2	21.1	12.2	10.0	9.9	9.4	9.9	14.6	24.2	33.6	48.1	22.6
	max. 24h-Mittelwert	ppb	78.2	55.4	36.4	18.8	17.2	15.7	14.0	16.9	24.6	40.4	69.3	97.4	97.4
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	16	29	44	58	62	80	64	61	48	27	20	15	44
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	63	75	93	99	111	131	113	111	115	75	69	65	131
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	73	85	103	111	121	140	136	118	124	90	83	82	140
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	1	72	4	0	3	0	0	0	80
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	21.7	25.4	15.8	9.2	11.4	17.4	14.8	13.6	15.0	17.3	12.4	14.9	15.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	44.1	50.0	40.1	19.3	20.4	35.8	32.2	44.8	24.9	36.6	26.3	23.1	50.0
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	11.5	10.8	8.5	4.3	5.4	8.4	7.0	6.1	6.7	6.4	5.9	8.5	7.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	25.4	17.1	28.2	9.0	9.4	13.0	13.8	14.2	12.6	12.0	10.2	13.6	28.2

Meteorologische Messgrössen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	0.2	3.7	7.6	10.3	15.9	21.0	22.0	21.4	19.0	13.0	4.9	2.6	11.8
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	614	455	369	256	26	0	0	0	0	125	452	538	2835
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	57	126	140	201	267	296	285	239	202	121	50	42	169
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	80	65	67	63	65	58	60	60	68	74	82	82	69
Niederschlag	Summen	mm	46	0	123	53	39	36	78	58	36	48	178	127	822
Druck	Mittelwerte	hPa	963	969	958	958	959	959	960	960	962	958	956	963	960

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heiztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

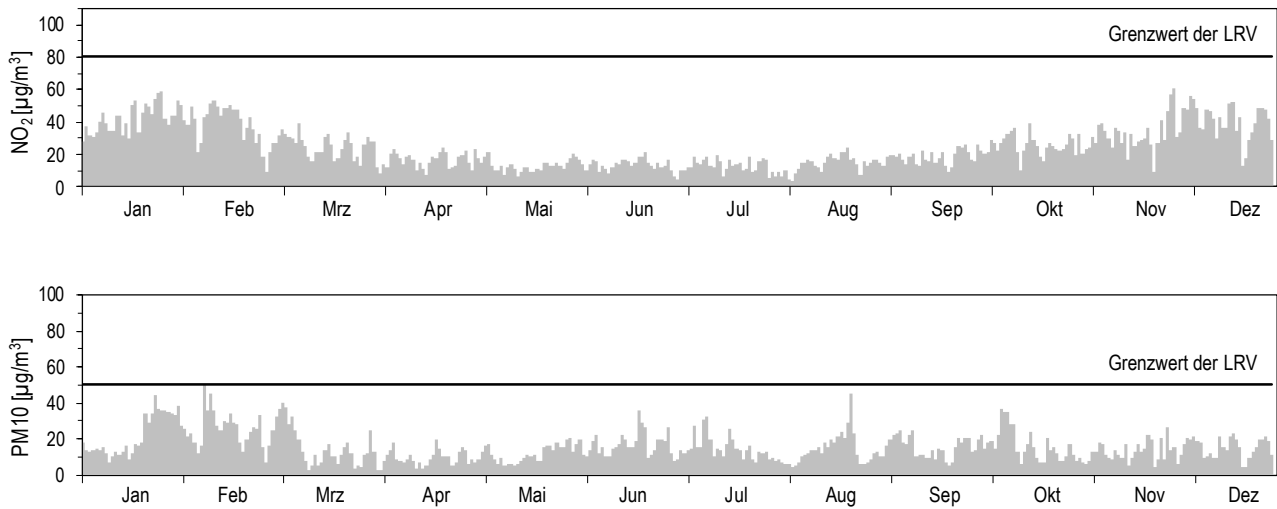
Verkehr		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Verkehrszähler	Fz/Tag	43687	-	-	46250	46854	46955	46837	47410	49953	48199	45196	45438	46678

-) Ausfall des Messgerätes: keine Messwerte vorhanden, *) unvollständige Messreihe, weniger als 80% der Messwerte vorhanden.

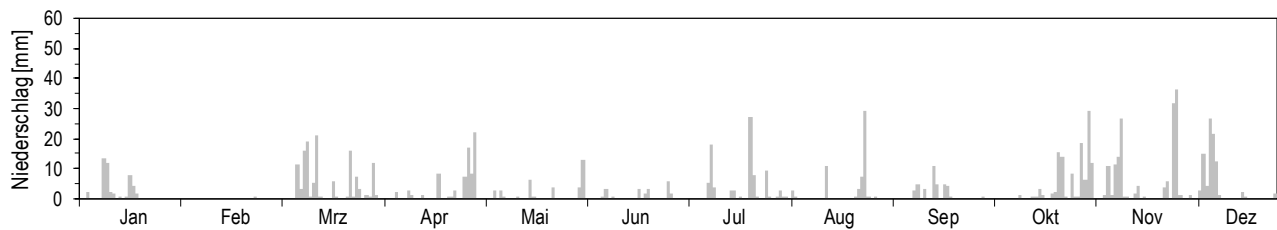
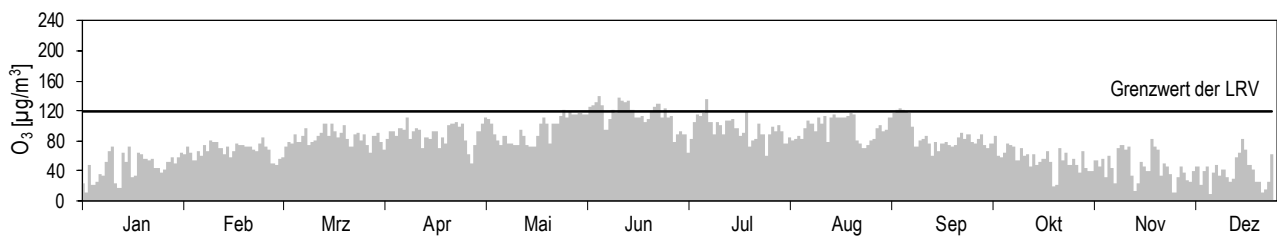
Die Verkehrszahlen wurden durch das Bundesamt für Strassen (ASTRA) erhoben.

Sion-Aéroport-A9 (Ländlich, Autobahn)

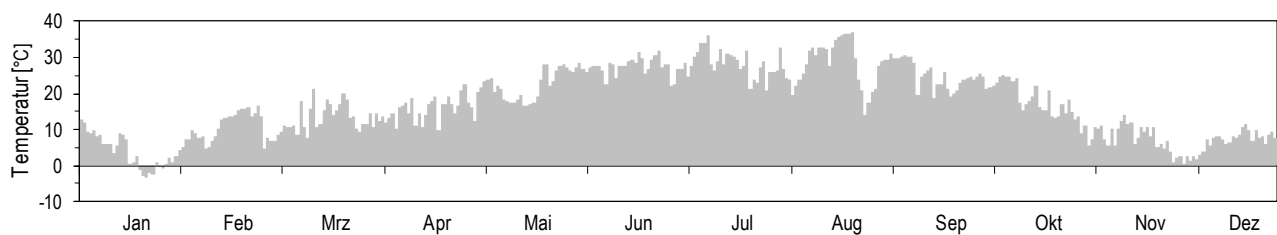
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM10

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Tänikon (Ländlich, unterhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	10.1	12.6	8.5	6.4	5.3	6.6	4.2	5.3	6.9	8.1	7.7	11.8	7.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	18.6	24.4	17.7	11.9	7.7	10.3	7.5	9.8	13.0	16.5	33.4	41.1	41.1
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	1.3	3.2	1.4	1.0	0.8	0.4	0.3	0.6	1.3	2.5	1.2	2.4	1.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	3.1	16.1	5.1	3.7	2.0	1.2	1.1	1.8	4.8	10.3	7.8	13.9	16.1
NO _x	Mittelwerte	ppb	6.3	9.2	5.5	4.1	3.4	3.8	2.5	3.2	4.7	6.3	5.1	8.1	5.2
	max. 24h-Mittelwert	ppb	12.2	25.7	12.4	9.2	5.4	6.3	4.6	6.5	10.6	16.8	23.7	32.4	32.4
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	47	46	64	66	65	92	69	67	56	43	51	46	59
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	77	78	96	97	124	147	122	134	129	91	80	79	147
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	84	88	107	104	130	172	151	153	144	108	87	88	172
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	30	198	17	45	20	0	0	0	310
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	7.6	14.9	12.3	6.4	10.0	13.5	9.3	10.4	11.0	12.0	4.9	6.1	9.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	16.0	28.3	46.6	15.9	17.0	18.8	19.4	24.5	18.7	30.9	12.4	17.5	46.6
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	5.6	10.5	8.3	4.4	6.2	8.2	5.4	6.2	7.0	6.4	2.8	4.6	6.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	14.4	24.0	39.2	11.2	12.1	11.2	10.9	11.5	12.9	14.8	9.2	15.5	39.2

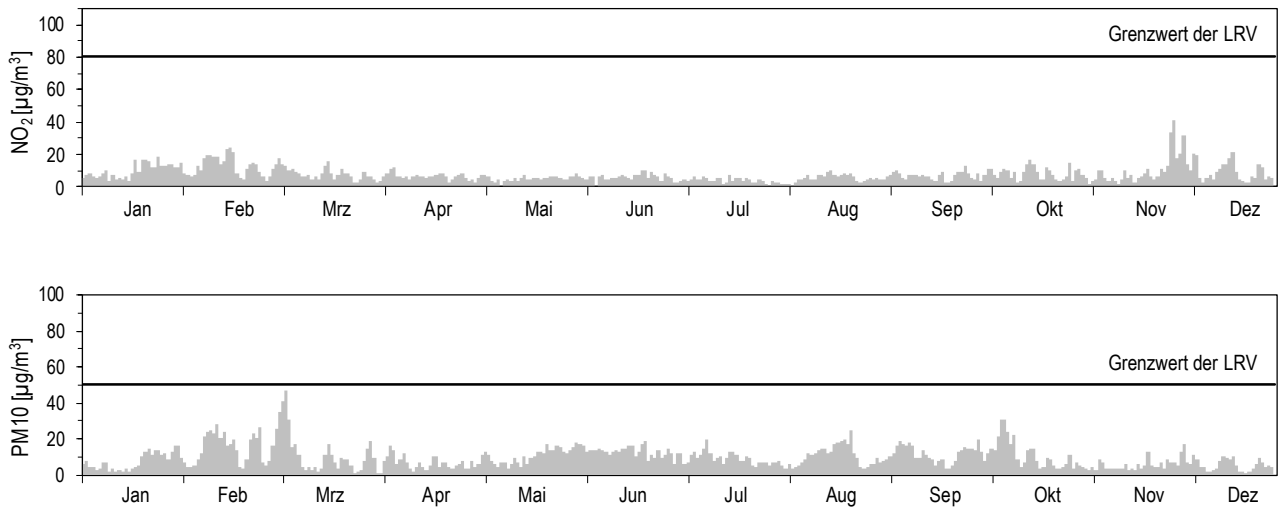
Meteorologische Messgrössen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.7	2.7	6.8	7.9	13.3	19.0	19.5	19.1	17.2	12.1	5.7	3.4	10.8
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	536	486	381	345	122	0	0	9	26	176	429	514	3023
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	35	84	113	153	194	307	241	195	185	101	41	34	140
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	80	78	71	76	77	62	70	75	79	80	82	83	76
Niederschlag	Summen	mm	59	18	142	133	123	48	141	157	41	72	216	151	1299
Druck	Mittelwerte	hPa	955	963	950	953	955	954	954	954	956	951	948	954	954

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heitztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur ≤ 12 °C)

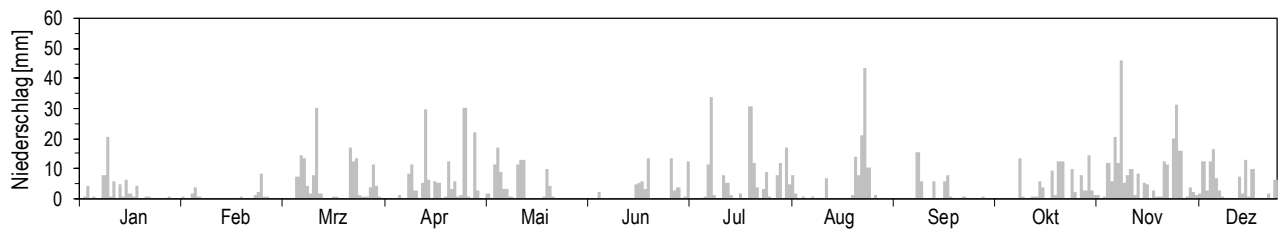
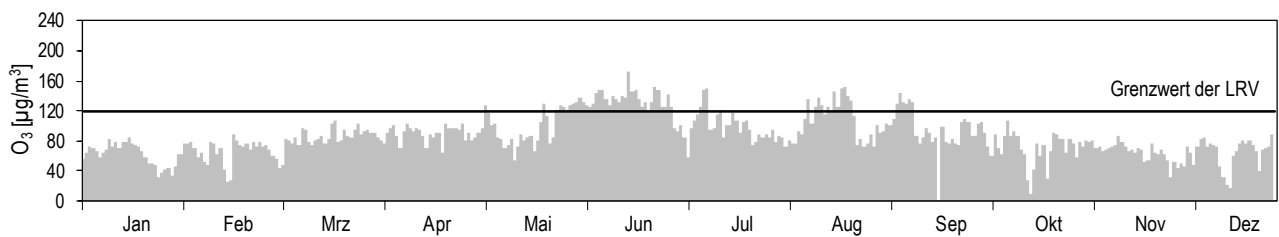
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Tänikon (Ländlich, unterhalb 1000 m)

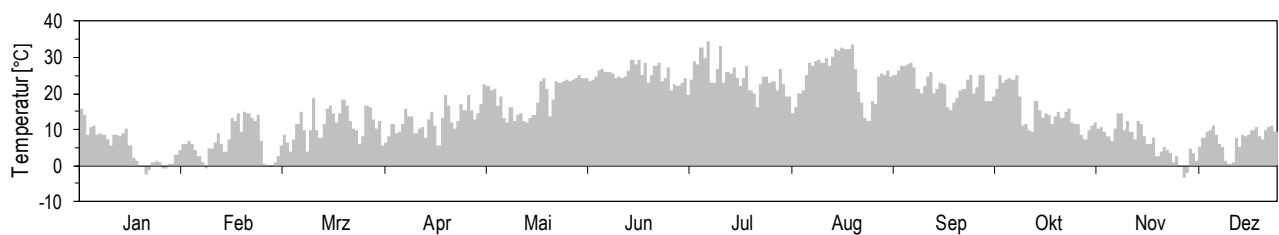
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM10

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Zürich-Kaserne (Städtisch)

Jahresübersicht 2023

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.42	0.56	0.35	0.24	0.31	0.37	0.36	0.21	0.36	0.38	0.19	0.30	0.34
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.74	1.19	0.83	0.69	0.65	0.64	1.73	0.42	0.78	0.93	0.61	0.73	1.74
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	19.7	28.8	20.3	14.4	12.1	12.8	10.9	12.4	18.7	21.3	16.4	23.7	17.6
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	43.7	57.9	44.7	30.6	19.7	19.4	20.7	19.7	34.0	35.6	49.8	52.7	57.9
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	2.9	9.5	2.5	1.6	1.2	0.9	1.1	1.0	2.3	5.3	3.1	6.4	3.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	17.7	36.0	12.7	6.0	3.3	1.5	2.2	2.0	10.1	26.6	24.5	35.1	36.0
NO _x	Mittelwerte	ppb	12.6	22.6	12.6	8.8	7.2	7.4	6.6	7.3	11.6	15.4	11.1	17.5	11.7
	max. 24h-Mittelwert	ppb	29.6	55.1	32.3	19.3	12.3	11.4	11.8	11.5	25.9	37.1	45.7	53.6	55.1
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	40	38	57	65	70	101	69	71	60	39	46	36	58
	98%-Wert der ½h-Mittel	µg/m ³	75	72	95	96	126	151	121	145	142	89	77	77	151
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	82	75	102	107	132	158	140	182	153	101	84	84	182
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	45	205	17	55	37	0	0	0	359
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	1h-Mittel > 240 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m ³	0.25	0.31	0.26	0.26	0.27	0.28	0.33	0.35	0.39	0.36	0.30	0.33	0.31
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.34	0.48	0.39	0.37	0.36	0.47	0.47	0.50	0.56	0.56	0.45	0.51	0.56
	24h-Mittel > 8 mg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH ₄	Mittelwerte	mg/m ³	1.37	1.42	1.37	1.37	1.37	1.36	1.34	1.35	1.41	1.41	1.37	1.42	1.38
NMVOC	Mittelwerte	µg/m ³	43	49	35	29	22	38	41	35	49	53	27	37	38
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	79	103	84	68	50	141	221	92	93	157	87	92	221
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	10.1	19.6	13.8	8.1	11.2	15.7	12.7	13.2	12.9	13.9	5.8	8.7	12.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	20.7	37.4	50.1	17.6	20.6	33.1	24.2	29.5	23.4	34.4	14.8	22.8	50.1
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	7.6	13.8	9.7	5.6	7.2	9.6	7.8	7.8	8.7	8.5	3.6	7.0	8.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	17.0	26.5	40.8	12.5	17.4	21.0	17.2	17.1	18.1	24.9	11.7	21.8	40.8
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.34	0.60	0.34	0.22	0.26	0.31	0.27	0.30	0.44	0.47	0.21	0.35	0.34
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	14	30	37	51	72	40	126	64	52	30	42	20	48

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	4.3	4.8	8.4	9.8	15.7	22.5	22.4	21.9	20.3	14.4	7.5	5.1	13.1
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	487	425	319	270	34	0	0	0	0	68	361	462	2425
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	34	89	112	157	205	304	243	205	189	108	-	-	-
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	78	73	67	70	70	50	62	67	70	76	80	84	71
Niederschlag	Summen	mm	49	19	94	92	98	37	129	146	46	55	195	147	1106
Druck	Mittelwerte	hPa	971	979	966	968	970	968	969	968	971	966	964	971	969

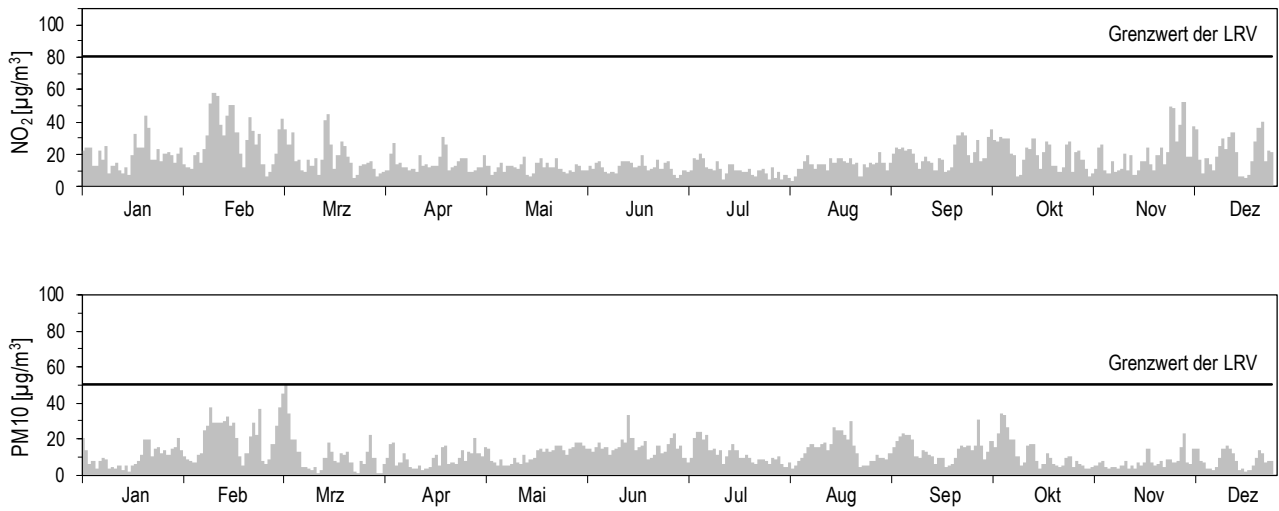
-) keine Messwerte vorhanden,

1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heiztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

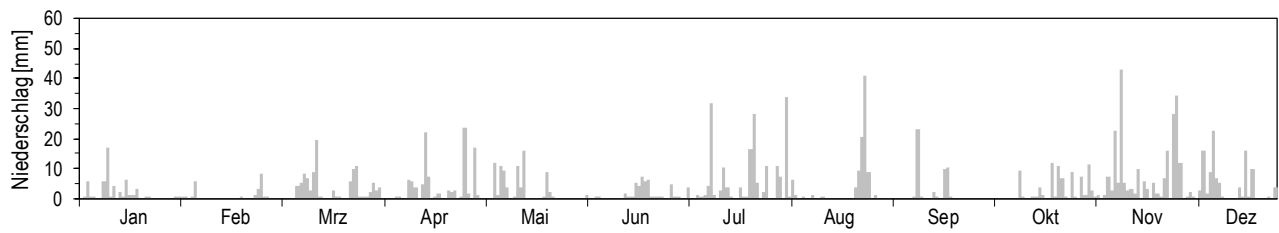
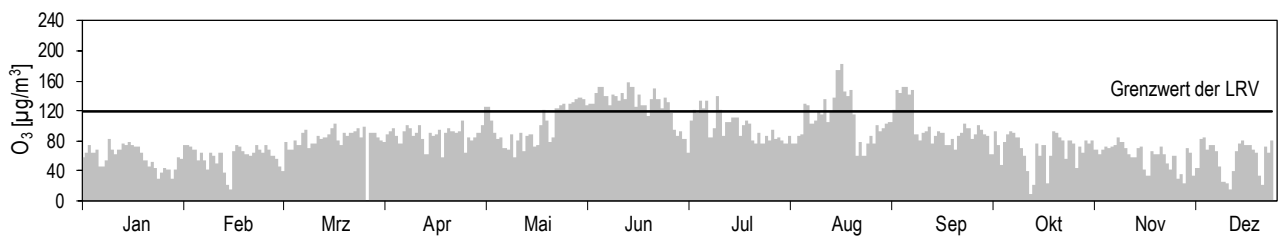
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteSchweiz erhoben.

Zürich-Kaserne (Städtisch)

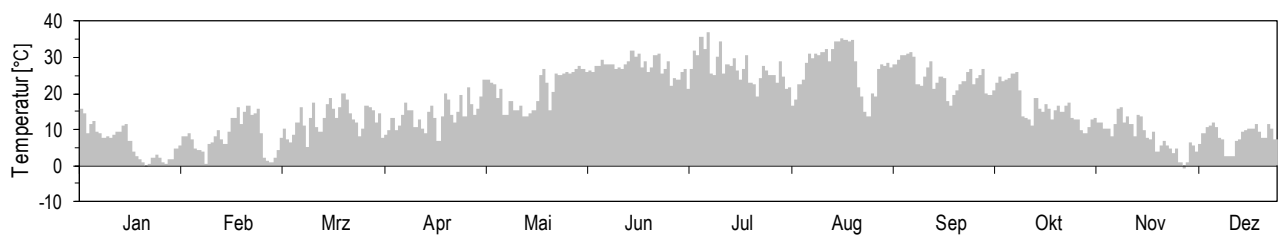
Jahresübersicht 2023

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM10

Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



16 VOC-Messwerte

Bern-Bollwerk (Städtisch, verkehrsbelastet)

Jahresübersicht 2023

Aromatische Verbindungen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Benzol	Mittelwerte	µg/m ³	0.54	0.57	0.40	0.31	0.36	0.35	0.25	0.44	0.63	0.95	0.55	0.66	0.51
Toluol	Mittelwerte	µg/m ³	0.87	1.12	0.76	0.59	1.04	1.37	1.14	1.77	2.11	2.10	1.45	1.66	1.33
Ethylbenzol	Mittelwerte	µg/m ³	0.10	0.12	0.09	0.06	0.12	0.16	0.13	0.32	0.36	0.34	0.21	0.23	0.19
m/p-Xylol	Mittelwerte	µg/m ³	0.35	0.44	0.30	0.22	0.44	0.57	0.45	1.13	1.27	1.23	0.86	0.95	0.69
o-Xylol	Mittelwerte	µg/m ³	0.10	0.13	0.09	0.06	0.12	0.17	0.13	0.36	0.39	0.37	0.24	0.25	0.21
Umrechnungsfaktoren (F):		[ppb] * F = [µg/m ³]													
F_Benzol = 3,25		F_Toluol = 3,83	F_Ethylbenzol = 4,41				F_m/p-Xylol = 4,41				F_o-Xylol = 4,41				

Beromünster (Ländlich, unterhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2023

Aromatische Verbindungen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Benzol	Mittelwerte	µg/m ³	0.46	0.47	0.35	0.26	0.15	0.11	0.11	0.13	0.20	0.29	0.29	0.37	0.26
Toluol	Mittelwerte	µg/m ³	0.36	0.45	0.30	0.20	0.20	0.28	0.25	0.40	0.50	0.58	0.42	0.45	0.36
Ethylbenzol	Mittelwerte	µg/m ³	0.03	0.04	0.03	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.01	0.01	0.03
m/p-Xylol	Mittelwerte	µg/m ³	0.10	0.13	0.08	0.05	0.05	0.10	0.10	0.12	0.15	0.20	0.11	0.14	0.11
o-Xylol	Mittelwerte	µg/m ³	0.04	0.05	0.03	0.01	0.01	0.04	0.04	0.04	0.06	0.09	0.05	0.05	0.04
Umrechnungsfaktoren (F):		[ppb] * F = [µg/m ³]													
F_Benzol = 3,25		F_Toluol = 3,83	F_Ethylbenzol = 4,41				F_m/p-Xylol = 4,41				F_o-Xylol = 4,41				

Gesättigte Kohlenwasserstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Ethan	Mittelwerte	µg/m ³	2.62	2.76	2.64	2.48	1.90	1.41	1.02	1.04	1.33	1.60	1.94	2.24	1.92
Propan	Mittelwerte	µg/m ³	1.63	1.73	1.44	1.07	0.71	0.55	0.38	0.51	0.71	0.85	1.10	1.39	1.00
n-Butan	Mittelwerte	µg/m ³	0.87	0.97	0.70	0.48	0.41	0.39	0.26	0.36	0.52	0.58	0.53	0.79	0.57
n-Pentan	Mittelwerte	µg/m ³	0.31	0.38	0.28	0.21	0.23	0.25	0.14	0.16	0.25	0.28	0.20	0.29	0.25
n-Hexan	Mittelwerte	µg/m ³	0.09	0.09	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.09	0.06
Isobutan	Mittelwerte	µg/m ³	0.44	0.48	0.37	0.25	0.20	0.18	0.12	0.17	0.26	0.29	0.27	0.41	0.29
Isopentan	Mittelwerte	µg/m ³	0.44	0.56	0.39	0.31	0.37	0.45	0.34	0.44	0.65	0.63	0.35	0.49	0.45
Σ Isohexane	Mittelwerte	µg/m ³	0.38	0.44	0.34	0.29	0.29	0.28	0.24	0.30	0.39	0.44	0.34	0.38	0.34
Σ Isoheptane	Mittelwerte	µg/m ³	0.26	0.34	0.22	0.16	0.18	0.17	0.14	0.17	0.25	0.32	0.22	0.26	0.22
Umrechnungsfaktoren (F):		[ppb] * F = [µg/m ³]													
F_Ethan = 1,25		F_Propan = 1,83	F_n-Butan = 2,42				F_n-Pentan = 3,00				F_n-Hexan = 3,58				
F_Isobutan = 2,42		F_Isopentan = 3,00	F_Summe Isohexane = 3,58				F_Summe Isoheptane = 4,17								

Ungesättigte Kohlenwasserstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Ethen	Mittelwerte	µg/m ³	0.86	0.80	0.54	0.41	0.33	0.22	0.19	0.21	0.27	0.42	0.48	0.71	0.45
Propen	Mittelwerte	µg/m ³	0.16	0.13	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.08	0.10	0.11	0.08
Σ Butene	Mittelwerte	µg/m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ Pentene	Mittelwerte	µg/m ³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethin	Mittelwerte	µg/m ³	0.55	0.58	0.46	0.37	0.24	0.17	0.14	0.16	0.22	0.28	0.33	0.48	0.33
Isopren	Mittelwerte	µg/m ³	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.10	0.33	0.23	0.13	0.10	0.03	0.02	0.08
1,3-Butadien	Mittelwerte	µg/m ³	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
Umrechnungsfaktoren (F):		[ppb] * F = [µg/m ³]													
F_Ethen = 1,17		F_Propen = 1,75	F_Summe Butene = 2,33				F_Summe Pentene = 2,92				F_Ethin = 1,08				
F_Isopren = 2,83		F_1,3-Butadien = 2,25													
-) keine Messwerte vorhanden															

Dübendorf-Empa (Vorstädtisch)**Jahresübersicht 2023**

Aromatische Verbindungen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Benzol	Mittelwerte	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.40	-	0.30	0.30	0.24	0.29	0.23	0.32	0.51	0.60	0.41	0.64	0.39
Toluol	Mittelwerte	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.03	-	1.18	0.61	0.70	0.87	0.96	1.24	1.75	1.74	1.05	1.29	1.13

Umrechnungsfaktoren (F): $[\text{ppb}] * F = [\mu\text{g}/\text{m}^3]$
 F_Benzol = 3,25
 F_Toluol = 3,83

Anhang

Anhang A1: Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung

Anhang A2: Standortcharakterisierung

Anhang A3: NABEL-Messprogramm

Anhang A4: Messverfahren

Anhang A5: Masseinheiten und statistische Masszahlen

Anhang A6: Homogenisierung von Messreihen der Station Bern

Anhang A1: Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung

Zur Beurteilung der Luftverschmutzung müssen die gemessenen Schadstoffkonzentrationen mit den Immissionsgrenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung (Tab. 25) verglichen werden. Diese auf Grund der Anforderungen des Umweltschutzgesetzes festgelegten Werte sind wirkungsorientiert. Sie sind ein Mass für die Schadstoffbelastung, die zur Vermeidung von Schäden nicht überschritten werden sollte. Es sind dabei zwei Arten von Immissionsgrenzwerten zu unterscheiden. Die Kurzzeitgrenzwerte (wie z. B. Stundenmittelwerte, Tagesmittelwerte oder der 95 %-Perzentilwert der Halbstundenmittel) tragen den starken zeitlichen Konzentrationsänderungen und den Einwirkungen von kurzzeitigen Spitzenbelastungen Rechnung. Die Langzeitgrenzwerte (wie z. B. Jahresmittelwerte) dienen dagegen der Beurteilung von chronischen Schadstoffbelastungen. Das Ausmass der Luftbelastung wird im Folgenden vor dem Hintergrund dieser Immissionsgrenzwerte diskutiert.

Tab. 25: Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung

Schadstoff	Immissionsgrenzwert	Statistische Definition
Stickstoffdioxid (NO ₂)	30 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	100 µg/m ³	95 % der 1/2h-Mittelwerte eines Jahres ≤ 100 µg/m ³
	80 µg/m ³	24h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Feinstaub PM10	20 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	50 µg/m ³	24h-Mittelwert; darf höchstens dreimal pro Jahr überschritten werden
Feinstaub PM2.5	10 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Ozon (O ₃)	100 µg/m ³	98 % der 1/2h-Mittelwerte eines Monats ≤ 100 µg/m ³
	120 µg/m ³	1h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Schwefeldioxid (SO ₂)	30 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	100 µg/m ³	95 % der 1/2h-Mittelwerte eines Jahres ≤ 100 µg/m ³
	100 µg/m ³	24h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Kohlenmonoxid (CO)	8 mg/m ³	24h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Blei (Pb) im Feinstaub (PM10)	500 ng/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Cadmium (Cd) im Feinstaub (PM10)	1,5 ng/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Staubniederschlag insgesamt	200 mg/(m ² d)	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Blei (Pb) im Staubniederschlag	100 µg/(m ² d)	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Cadmium (Cd) im Staubniederschlag	2 µg/(m ² d)	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Zink (Zn) im Staubniederschlag	400 µg/(m ² d)	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Thallium (Tl) im Staubniederschlag	2 µg/(m ² d)	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)

Hinweis: mg = Milligramm, 1 mg = 0,001 g; µg = Mikrogramm, 1 µg = 0,001 mg; ng = Nanogramm, 1 ng = 0,001 µg
Das Zeichen «≤» bedeutet «kleiner oder gleich»

Anhang A2: Standortcharakterisierung

Die Angaben zu Koordinaten und Höhe beziehen sich auf den momentanen Standort der Messstationen. Einige Stationen wie Bern, Lugano oder Zürich wurden in früheren Jahren geringfügig verschoben. Diese Standortwechsel sind im technischen Bericht zum NABEL 2023 (*Berichte des NABEL*) dokumentiert.

Tab. 26: Standorte der Messstationen NABEL

Ort; Höhe über Meer; Koordinaten	Standorttyp	Nähere Beschreibung
Basel-Binningen 316 m ü. M. 2°6'10.890"1'265'605; 47°32'28"/7°35'00"	Vorstädtisch	Gelände des ehemaligen astronom. Instituts der Universität, Parkgelände; unmittelbare Umgebung wenig überbaut, wenig Verkehr, Entfernung zum Stadtzentrum 2 km, zur Grossindustrie 4–6 km.
Bern-Bollwerk 536 m. ü. M. 2°6'00'170"1'199'990; 46°57'04"/7°26'27"	Städtisch, verkehrsbelastet	Areal des Bahnhofs, Messung an beidseitig geschlossen bebauter Strasse mit grossem Verkehrsaufkommen. Quartier mit hohem Anteil an Dienstleistungsbetrieben. Die Feinstaubmessgeräte sind ca. 80m von den Gasmessungen entfernt, auf der anderen Strassenseite, am Standort 600'135/199'910.
Beromünster 797 m ü. M. 2°6'55'840"1'226'780; 47°11'23"/8°10'32"	Ländlich, unterhalb 1000 m	Die Station befindet sich an der Basis eines 217 m hohen, stillgelegten Sendemastes des ehemaligen Landessenders, zuoberst auf dem Blosenberg in landwirtschaftlicher Umgebung im Kanton Luzern.
Chaumont 1136 m ü. M. 2°56'5'085"1'211'040; 47°02'58"/6°58'45"	Ländlich, oberhalb 1000 m	Auf der Jurahöhe, in extensiv genutztem Landwirtschaftsgebiet, offenes Gelände, 700 m über Neuenburger- und Bielersee, Entfernung zu Cressier 4,5 km, Neuenburg 7 km.
Davos-Seehornwald 1637 m ü. M. 2°7'84'455"1'187'735; 46°48'55"/9°51'21"	Ländlich, oberhalb 1000 m	Im Wald südöstlich des Davosersees, 70 m über dem Seeniveau; Ansaugsonde auf 35 m hohem Turm; Entfernung zu Davos 3 km.
Dübendorf-Empa 432 m ü. M. 2°6'88'675"1'250'900; 47°24'11"/8°36'48"	Vorstädtisch	Empa-Areal, offenes Gelände; Region stark besiedelt, mit Industrie, dichtem Strassennetz und Autobahn, 150 m zur nächstgelegenen Hauptverkehrsstrasse.
Härkingen-A1 431 m ü. M. 2°6'28'875"1'240'180; 47°18'43"/7°49'14"	Ländlich, Autobahn	Landwirtschaftsgebiet, offenes Gelände, 10 m nördlich der Autobahn A1, ca. 1 km östlich des Autobahnkreuzes A1/A2
Jungfrauoch 3580 m ü. M. 2°6'41'910"1'155'280; 46°32'51"/7°59'06"	Hochgebirge	Im Gebäude des Sphinx-Observatoriums der hochalpinen Forschungsstation Jungfrauoch, (Erfassung der Grundbelastung in der Troposphäre).
Lägeren 689 m ü. M. 2°6'69'780"1'259'020; 47°28'42"/8°21'52"	Ländlich, unterhalb 1000 m	Südlicher Abhang der Lägeren im Wald, 300 m über dem stark besiedelten und verkehrsreichen Limmattal, Distanz zur A1 3–4 km; Ansaugsonde auf 45 m hohem Turm. 2000 längerer Ausfall wegen Sturmschäden; Messungen beendet per 31.12.2017.
Lausanne-César-Roux 530 m ü. M. 2°5'38'690"1'152'615; 46°31'19"/6°38'23"	Städtisch, verkehrsbelastet	Areal der Bibliothèque Pour Tous; Messung an beidseitig offen bebauter Strasse (rue César Roux) mit hohem Verkehrsaufkommen. Quartier mit Wohnhäusern, Schule, Dienstleistungsbetrieben.
Lugano-Università 280 m ü. M. 2°7'17'610"1'096'645; 46°00'40"/8°57'26"	Städtisch	Areal der Università della Svizzera italiana (USI), in zentraler, städtischer Lage; Quartier mit Wohn- und Geschäftshäusern, nicht direkt an Strasse, jedoch starker Verkehr auf umliegenden Strassen.
Magadino-Cadenazzo 203 m ü. M. 2°7'15'500"1'113'195; 46°09'37"/8°56'02"	Ländlich, unterhalb 1000 m	Areal der landwirtschaftlichen Forschungsanstalt in Cadenazzo; intensiv genutztes Landwirtschaftsgebiet, offenes Gelände; ca. 1 km zur nächstgelegenen Strasse.
Payerne 489 m ü. M. 2°5'62'285"1'184'775; 46°48'47"/6°56'40"	Ländlich, unterhalb 1000 m	Areal der Station aérologique der MeteoSchweiz, offenes Gelände, ländliche Umgebung; Entfernung zu Payerne ca. 1 km.
Rigi-Seebodenalp 1031 m ü. M. 2°6'77'835"1'213'440; 47°04'03"/8°27'48"	Ländlich, oberhalb 1000 m	Nordhang der Rigi, extensiv genutztes Landwirtschaftsgebiet, offenes Gelände, 600 m über Vierwaldstättersee; Entfernung zu Luzern und Zug je 12 km.
Sion-Aéroport-A9 483 m ü. M. 2°5'92'545"1'118'745; 46°13'13"/7°20'31"	Ländlich, Autobahn	Areal des Flugplatzes, offenes Gebirgstal mit flachem Talboden; niedrige Bauten und Obstkulturen; zum Stadtzentrum von Sion 2 km; 30 m nördlich der Autobahn.
Tänikon 538 m ü. M. 2°7'10'500"1'259'810; 47°28'47"/8°54'17"	Ländlich, unterhalb 1000 m	Areal der landwirtschaftlichen Forschungsanstalt; offenes locker überbautes Gelände, ländliche Umgebung; Entfernung zu Aadorf 1 km.
Zürich-Kaserne 409 m ü. M. 2°6'82'450"1'247'990; 47°22'39"/8°31'50"	Städtisch	Zeughaus Hof Kaserne, zentrale Lage in Hinterhof-Situation der City; Quartier mit hohem Wohnanteil, Kleingewerbe und Geschäfte, keine Hauptverkehrsachse in unmittelbarer Nähe.

Anhang A3: NABEL-Messprogramm

Tab. 27: NABEL-Messprogramm (Stand 1. Januar 2024)

			EMEP GAW	EMEP				EMEP GAW				EMEP	EMEP GAW		EMEP	
Messgrösse	BAS	BER	BRM	CHA	DAV	DUE	HAE	JUN	LAU	LUG	MAG	PAY	RIG	SIO	TAE	ZUE
Schwefeldioxid (SO ₂)	X					X	X	X		X	X	X	X			X
Stickoxide (NO _x , NO ₂ , NO)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NO ₂ selektive Methoden			X					X				X	X			
Lachgas (N ₂ O)			X					X								
Ozon (O ₃)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Kohlenmonoxid (CO)		X	X			X	X	X	X	X		X	X			X
Kohlendioxid (CO ₂)			XB				X	X				X	X			
Methan (CH ₄)			XB			X	X	X		X						X
Nichtmethankohlenwasserstoffe						X				X						X
BTX (Benzol, Toluol, Xylol)		S	S			S										
VOC Komponenten ¹⁾			S					S								
Halogenierte Verbindungen ¹⁾								S								
Schwefelhexafluorid (SF ₆)								S								
Ammoniak (NH ₃)			X									X			X	
Feinstaub PM10, HiVol	T	T	T	T		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Feinstaub PM10, kontinuierlich	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Feinstaub PM2.5, HiVol	T	T				T	T		T	T	T	T	T	T	T	T
Feinstaub PM2.5, kontinuierlich	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partikelanzahl	X	X					X			X			X			
Partikel-Grössenverteilung																X
EBC im PM2.5	X	X				X	X			X	X	X	X			X
TC im PM2.5, kontinuierlich												S				
EC/OC im PM2.5	T	T				T	T			T	T	T	T			T
PAK im PM10	3M	3M	3M			3M	3M		3M	3M	3M	3M		3M	3M	3M
Pb, Cd, As, Ni, Cu im PM10	J	J	J	J		J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ im PM10								M		M		T	T			
Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ im TSP												T	T			
Staubniederschlag (SN)	J	J					J		J		J	J	J			J
Pb, Cd, Zn, Tl, As, Cu, Ni im SN	J	J					J		J		J	J	J			J
pH-Wert, Leitfähigkeit (Regen)											W	T	W			
Na ⁺ , NH ₄ ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ (Regen)											W	T	W			
Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ (Regen)											W	T	W			
Σ(NH ₃ + NH ₄ ⁺); Σ(HNO ₃ + NO ₃ ⁻)												T	T			
NH ₃ , NH ₄ ⁺ , HNO ₃ , NO ₃ ⁻			2W								2W	2W	2W			
Druck	XA	X	X	XA	X	X	X	XA	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Temperatur	XA	X	X	XA	X	X	X	XA	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Feuchtigkeit	XA	X	X	XA	X	X	X	XA	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Wind	XA	X	XB	XA	X	X	X	XA	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Globalstrahlung	XA	X	X	XA	X	X	X	XA	X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Niederschlagsmenge	XA	X	X	XA	X	X	X		X	XA	XA	XA	X	XA	XA	X
Verkehrsstärke		S					SA		S					SA		

X=Zehnminutenmittelwerte S=Stundenmittelwerte T=Tagesmittelwerte W=Wochenmittelwerte
 2W=14-Tage-Mittel M=Monatsmittelwerte 3M=Dreimonatsmittel J=Jahresmittelwerte
 XA=Zehnminutenmittelwerte (MeteoSchweiz) SA=Stundenmittelwerte (ASTRA)
 XB=Zehnminutenmittelwerte (Universität Bern)

EMEP=European Monitoring and Evaluation Programme GAW=Global Atmosphere Watch Programme

¹⁾ Einzelkomponenten siehe Technischer Bericht des NABEL (Empa und BAFU)

Gase	Partikel	Deposition	N-Verbindungen	Meteo
------	----------	------------	----------------	-------

Anhang A4: Messverfahren

Tab. 28: Messmethoden und Geräte (Stand Januar 2024)

Luftfremdstoffe	Zeitliche Erfassung (MW)	Messmethode*	Anmerkung
Stickoxide (NO und NO ₂)	Zehnminutenmittelwerte	Chemilumineszenz	Überprüfung vom Konverterwirkungsgrad: Gasphasentitration gemäss CEN Norm EN 14211
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Zehnminutenmittelwerte	Cavity Attenuated Phase Shift Spectroscopy (CAPS)	
Ozon (O ₃)	Zehnminutenmittelwerte	UV-Absorption	Funktionskontrolle mit O ₃ -Generator gemäss CEN Norm EN 14625
Nichtmethankohlenwasserstoffe (NMHC)	Zehnminutenmittelwerte	FID-Detektor	Cutter-Überprüfung mit Propan
Methan (CH ₄)	Zehnminutenmittelwerte	FID-Detektor oder CRDS	
VOC	Standortsabhängig	FID- oder PID-Detektor	
Schwefeldioxid (SO ₂)	Zehnminutenmittelwerte	UV-Fluoreszenz	gemäss CEN Norm EN 14212
Kohlenmonoxid (CO)	Zehnminutenmittelwerte	NDIR-Absorption oder Cavity Ring Down Spectroscopy (CRDS)	gemäss CEN Norm EN 14626
Kohlendioxid (CO ₂)	Zehnminutenmittelwerte	NDIR-Absorption oder CRDS	
Feinstaub	Tagesmittelwerte	Gravimetrische Bestimmung	Quarzfaserfilter; äquivalent zu CEN Norm EN 12341
	Zehnminutenmittelwerte	opt. Feinstaubmessung (Lichtstreuung)	gemäss CEN Norm EN 16450
Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ (Feinstaub, PM ₁₀)	Monats-/Tagesmittelwerte	Ionenchromatographie	
Pb, Cd, Ni, As, Cu (Feinstaub PM ₁₀)	Jahresmittelwert	ICP-MS	Salpetersäureaufschluss in Mikrowellenofen gemäss EN 14902
Staubniederschlag (SN)	Quartalssammelprobe/Jahresmittelwert	Staubniederschlag nach Bergerhoff-Methode	gemäss VDI 4320/2
Pb, Cd, Zn, Tl, Cu, As, Ni (SN)	Quartalssammelprobe/Jahresmittelwert	ICP-MS	offener Salpetersäureaufschluss
Regeninhaltsstoffe	Wochen-/Tagesmittelwerte	Ionenchromatographie	
Σ (HNO ₃ + NO ₃ ⁻) Σ (NH ₃ + NH ₄ ⁺)	Tagesmittelwerte	Ionenchromatographie	Filtermethode
Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ (Schwebstaub, TSP)	Tagesmittelwerte	Ionenchromatographie	Filtermethode
NH ₃ , NH ₄ ⁺ ; HNO ₃ , NO ₃ ⁻	2-Wochen-Mittel	Ionenchromatografie	Minidenuder (MD) - System
Ammoniak (NH ₃)	Zehnminutenmittelwerte	CRDS	
N ₂ O	Zehnminutenmittelwerte	CRDS	
Partikelanzahl	Zehnminutenmittelwerte	Condensation Particle Counter (CPC)	CEN/TS 16976:2016/17434:2020
Partikelgrößenverteilung	Zehnminutenmittelwerte	Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS)	
OC/EC	Tagesmittelwerte	Thermisch-optische Methode (TOT)	DIN EN 16909
BC	Zehnminutenmittelwerte	Aethalometer	
PAK	Quartal	GC/MS	CEN Norm EN 15549

*) Im Anhang C des Technischen Berichts zum NABEL sind die eingesetzten Gerätemodelle aufgeführt.

Anhang A5: Umrechnungsfaktoren der Konzentrationen

Die Umrechnung zwischen den beiden Masseinheiten erfolgt mit konstanten Faktoren und bezieht sich, mit Ausnahme der hochgelegenen Stationen Jungfraujoch und Davos, auf einen Luftdruck von 1013,25 hPa und eine Temperatur von 20 °C. Die Werte der Station Jungfraujoch werden auf einen Luftdruck von 653 hPa und eine Temperatur von -8 °C umgerechnet, diejenigen von Davos auf 831 hPa und 3 °C.

Tab. 29: Umrechnungsfaktoren für Konzentrationswerte von ppb in µg/m³

Luftschadstoff	Umrechnungsfaktoren		
	Stationen unterhalb 1500 m ü. M.	Davos (1650 m ü. M.)	Jungfraujoch (3580 m ü. M.)
Stickstoffmonoxid	1,25	1,09	0,89
Stickstoffdioxid	1,91	1,67	1,36
Ozon	2,00	1,74	1,42
Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe	0,67	0,58	0,48
Schwefeldioxid	2,66	2,32	1,90
Kohlenmonoxid	1,16	1,01	0,83

Anhang A6: Homogenisierung von Messreihen der Station Bern

Die Station Bern-Bollwerk ist seit dem 1. Februar 1991 in Betrieb und wurde am 22. Juli 1997 an einen provisorischen Standort, etwa 100 m nördlich auf der gleichen Strassenseite, verlegt. Am 6. Dezember 1999 wurden die Messungen in die neue Station auf der Strassenseite gegenüber dem provisorischen Standort verlegt (nähere Angaben finden sich im Technischen Bericht zum NABEL). Die Feinstaubmessungen (PM10) blieben seit Beginn der Messungen am 9. April 1991 am selben Standort.

Während die zweite Verlegung der Messgeräte im Dezember 1999 keine merklichen Sprünge in den Zeitreihen bewirkte, hatte die erste Stationsverlegung im Juli 1997 deutliche Brüche in den Messreihen zur Folge. Diese Inhomogenitäten wurden nach folgendem Verfahren korrigiert. Vor und nach dem Standortwechsel vom 22. Juli 1997 wurde an die Tagesmittel einer Messgrösse eine Exponentialfunktion angepasst, welche die mehrjährige Abnahme der Messwerte beschreibt. Das Verhältnis der beiden Funktionen am Tag des Standortwechsels wurde als Korrekturfaktor zur Homogenisierung der alten Daten an den neuen Standort verwendet. Dies ergab folgende Faktoren:

- NO_x: 0,71 (berücksichtigter Zeitraum: 23.7. 1991 bis 22.7.2003)
- NO₂: 0,87 (berücksichtigter Zeitraum: 23.7. 1991 bis 22.7.2003)
- O₃: 1,2 (berücksichtigter Zeitraum: 23.7. 1992 bis 22.7.2002)

Das Stickstoffmonoxid NO wurde als Differenz der korrigierten NO_x und NO₂ Werte berechnet. Für CO und SO₂ wich der Faktor nur wenig von 1 ab und es wurde deshalb für diese beiden Messgrössen keine Korrektur vorgenommen.