

Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe NABEL

Messergebnisse 2024

Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt BAFU und von der Eidg. Materialprüfungs- und
Forschungsanstalt Empa, Bern, 2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL)	4
3	Luftbelastung 2024 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 2024 für alle NABEL Messstationen.

Eine zusammenfassende Darstellung der Luftqualität in der Schweiz findet sich im Bericht *Luftqualität 2024*.

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

Luftqualität in der Schweiz. Die Luftbelastung des Jahres 2024 kann wie folgt charakterisiert werden: Die Immissionsgrenzwerte für Ozon wurden im Jahr 2024 an allen NABEL-Stationen überschritten. Die Immissionsgrenzwerte für lungengängigen Feinstaub (PM_{2.5}) wurden wiederum 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 UN-ECE, 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

¹	Standorttyp	Abkürzung	Station	Koordinaten	Höhe über Meer
	Städtisch, verkehrsbelastet	BER LAU	Bern-Bollwerk Lausanne-César-Roux	2°60'170 / 1°19'990 2°53'690 / 1°15'2615	536 530
	Städtisch	LUG ZUE	Lugano-Universität Zürich-Kaserne	2°71'7610 / 1°09'645 2°68'2450 / 1°24'7990	280 409
	Vorstädtisch	BAS DUE	Basel-Binningen Dübendorf-Empa	2°61'0890 / 1°26'5605 2°68'675 / 1°25'900	316 432
	Ländlich, Autobahn	HAE SIO	Härkingen-A1 Sion-Aéroport-A9	2°62'875 / 1°24'0180 2°59'2545 / 1°11'8745	431 483
	Ländlich, unterhalb 1000 m	MAG PAY TAE LAE BRM	Magadino-Cadenazzo Payerne Tänikon Lägeren* Beromünster	2°71'500 / 1°11'13'195 2°56'285 / 1°18'4775 2°71'0500 / 1°25'9810 2°66'9780 / 1°25'9020 2°65'5840 / 1°22'6780	203 489 538 689 797
	Ländlich, oberhalb 1000 m	CHA RIG DAV	Chaumont Rigi-Seebodenalp Davos-Seehornwald	2°56'5085 / 1°21'1040 2°67'7835 / 1°21'3440 2°78'4455 / 1°18'7735	1136 1031 1637
	Hochgebirge	JUN	Jungfrauoch	2°64'1910 / 1°15'5280	3580

*Messungen beendet per 31.12.2017.

¹ Standorttyp Grafiken illustriert von anamorph.ch, Marcel Schneeberger, Naoko Iyoda

Qualitätssicherung

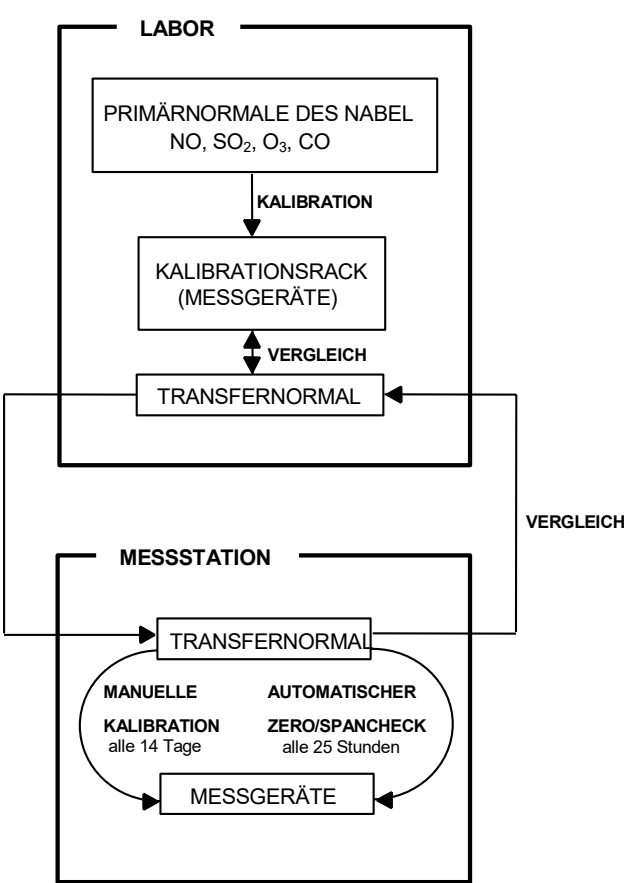
Im NABEL wird der Qualitätssicherung der Messdaten eine grosse Bedeutung zugemessen. Es gelten folgende allgemeine Qualitätssicherungsmassnahmen:

- 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 2024 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 2024 die Immissionsgrenzwerte für Ozon an allen Messstationen des NABEL überschritten (Tab. 3 und Abb. 2). Die Immissionsgrenzwerte für Feinstaub PM_{2.5} wurden zum zweiten Mal 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.

Im Jahr 2024 erlebte die Schweiz den mildesten Winter seit Messbeginn. Der Frühling war in vielen Regionen – insbesondere auf der Alpensüdseite – von überdurchschnittlich viel Niederschlag geprägt. Der Sommer brachte den zweitwärmsten August seit Messbeginn sowie mehrere heftige Unwetter. Im Spätherbst wurde in den tiefer gelegenen Regionen beidseits der Alpen ein Rekordschneefall registriert. Gesamthaft lag die Jahresmitteltemperatur 2024 auf der Alpennord- und Alpensüdseite verbreitet zwischen 1,0 und 1,5 °C, in den Alpen zwischen 1,3 und 1,7 °C über dem Durchschnitt von 1991 bis 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 von Davos-Seehornwald. Die häufigsten Grenzwertüberschreitungen (406 Stunden) wurden bei Lugano-Università registriert, gefolgt vom Standort Magadino-Cadanezzo mit 222 Stunden. In Lugano wurde auch das maximale Stundenmittel der Alpensüdseite gemessen ($192 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Auf der Alpennordseite ist das maximale Stundenmittel leicht tiefer mit $173 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 2024 sind unter dem Immissionsgrenzwert geblieben.

In den Städten und Vorstädten inklusive in der Strassenschlucht bei der Station Bern-Bollwerk wurden im 2024 Jahresmittelwerte zwischen 11 und $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

Auf dem Land, entlang den Autobahnen und auf der Alpensüdseite, wurden ähnliche Werte von $12 - 14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ beobachtet. Abseits von Strassen lagen auf der Alpennordseite die Messwerte der ländlichen Stationen mit $8 - 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich unter dem Grenzwert. An den Stationen oberhalb 1000 m über Meer sind die Messwerte mit $3 - 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ noch tiefer.

Auch 2024 wurde der Jahresgrenzwert für Feinstaub PM₁₀ an allen NABEL-Stationen eingehalten. 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 $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich über dem Tagesgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bei der feinen Grössenfraktion des Feinstaubs **PM_{2.5}** wurde der Jahresmittelgrenzwert an allen NABEL-Stationen eingehalten. Auf der Alpennordseite lagen die Werte tendenziell tiefer als auf der Alpensüdseite. Dank der getroffenen Massnahmen zur Emissionsminderung von Luftschadstoffen sind die im NABEL-Messnetz gemessenen Konzentrationen von PM_{2.5} 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, 2024) machen jedoch deutlich, dass zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein Wert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anzupeilen 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 2024 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 $0.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (an der Station Basel-Binningen gemessen) wie auch der maximale Tagesmittelwert von $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ebenfalls in Basel 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 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Jahresmittelwert. Blei und Cadmium im Schwebstaub (PM₁₀) liegen an allen Standorten deutlich

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 2024 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tage > IGW	Tage > IGW	JMW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	P95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tage > IGW	P98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stunden > IGW
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk				0	21	45	0	114	6
	Lausanne-César-Roux				0	21	42	0	115	14
Städtisch	Lugano-Universität	0.3	1.1	0	0	19	48	0	166	406
	Zürich-Kaserne	0.3	0.7	0	0	17	41	0	140	123
Vorstädtisch	Basel-Binningen	0.5	1.7	0		13	34	0	142	109
	Dübendorf-Empa	0.4	0.9	0	0	16	40	0	141	120
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.3	0.9	0	0	22	45	0	124	30
	Sion-Aéroport-A9					23	57	0	114	4
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	0.5	1.4	0		13	37	0	148	222
	Payerne	0.2	0.4	0	0	8	20	0	129	61
	Tänikon					7	19	0	131	97
	Beromünster					5	13	0	135	146
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont					3	6	0	137	107
	Rigi-Seebodenalp	0.2	0.5	0	0	3	8	0	135	171
	Davos-Seehornwald					2	5	0	102	0
Hochgebirge	Jungfrauoch	0.0	0.1	0	0	0	1	0	115	13
LRV-Immissionsgrenzwert		30	100	1	1	30	100	1	100	1

Partikel	PM ₁₀	PM ₁₀	PM _{2.5}	Pb_PM ₁₀	Cd_PM ₁₀	SN	Pb_SN	Cd_SN	Zn_SN	Tl_SN
Station	JMW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tage > IGW	JMW $\mu\text{g}/\text{m}^3$	JMW ng/m^3	JMW ng/m^3	JMW $\text{mg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	JMW $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	JMW $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	JMW $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	JMW $\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
Bern-Bollwerk	15	1	9	1.5	<0.05	76	4.5	0.05	114	0.01
Lausanne-César-Roux	12	1	8	1	<0.05	73	8.9	1.50	97	0.01
Lugano-Universität	14	1	9	1.9	<0.05					
Zürich-Kaserne	12	1	8	1.5	<0.05	43	2.7	0.13	24	0.01
Basel-Binningen	11	0	7	2	<0.05	41	2.8	0.47	18	0.01
Dübendorf-Empa	11	0	7	1.3	<0.05					
Härkingen-A1	12	0	8	1.9	<0.05	78	2.4	1.14	54	0.01
Sion-Aéroport-A9	14	1	7	2.5	<0.05					
Magadino-Cadenazzo	14	1	9	1.5	<0.05	116	3.4	0.10	22	0.03
Payerne	10	0	6	0.9	<0.05	58	1.2	0.86	12	0.01
Tänikon	9	1	6	1.2	<0.05					
Beromünster	8	0		1.6	<0.05					
Chaumont	6	0		0.6	<0.05					
Rigi-Seebodenalp	6	1	4	1.2	<0.05	29	1.6	0.43	10	0.01
Davos-Seehornwald	5	3			<0.05					
Jungfrauoch	3	3	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 = Staubschlag

** Grenzwerte seit dem 1. Juni 2018 in Kraft.

Abb. 2: Übersicht der Schadstoffbelastung 2024 an NABEL-Stationen im Vergleich zu den Immissionsgrenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung

Eingezeichnet sind die Werte der einzelnen NABEL-Stationen.

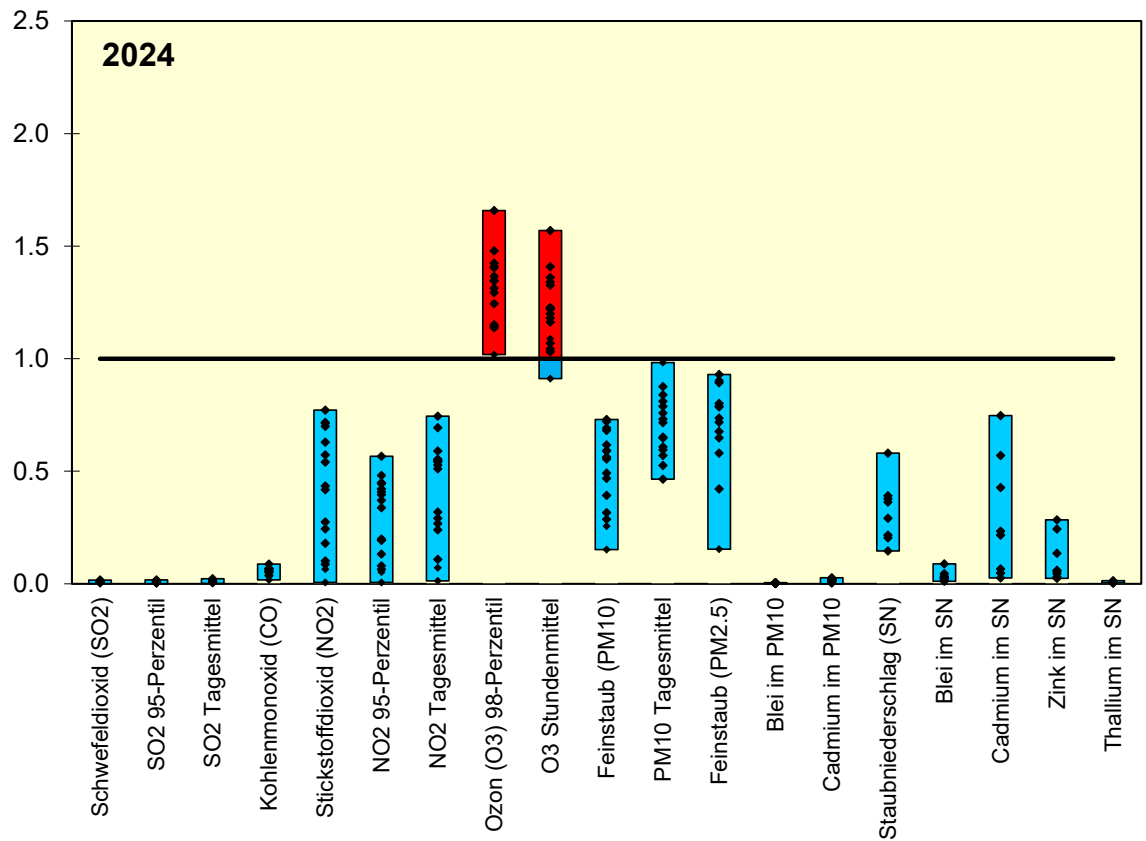
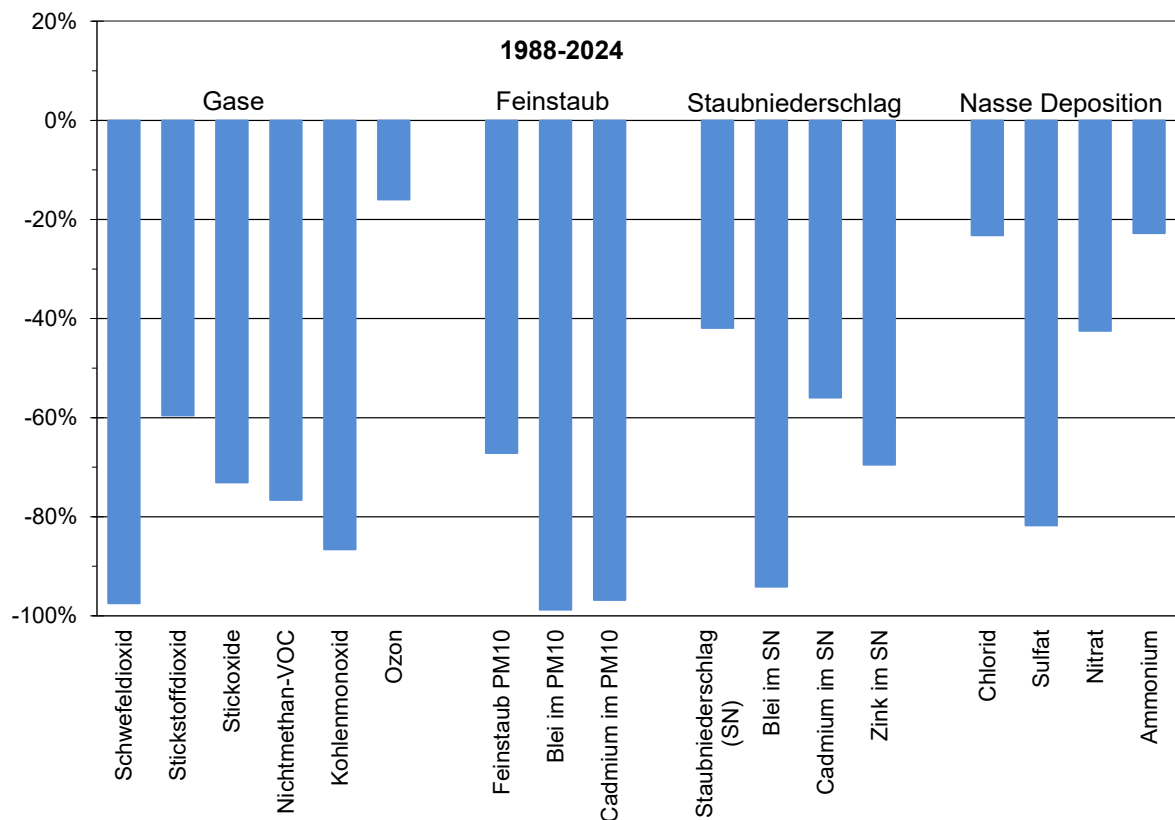


Abb. 3: Veränderung der Luftbelastung in der Schweiz zwischen 1988 und 2024

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



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 Jungfraujoch 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, besonders seit 2017 aufgrund der Emissionsreduktion des Verkehrs, stellt sie nach wie vor ein Problem dar, welches grosse Teile der Bevölkerung betrifft.

Abb. 4: Stickstoffdioxid (NO₂), Jahresmittelwerte 1981–2024

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

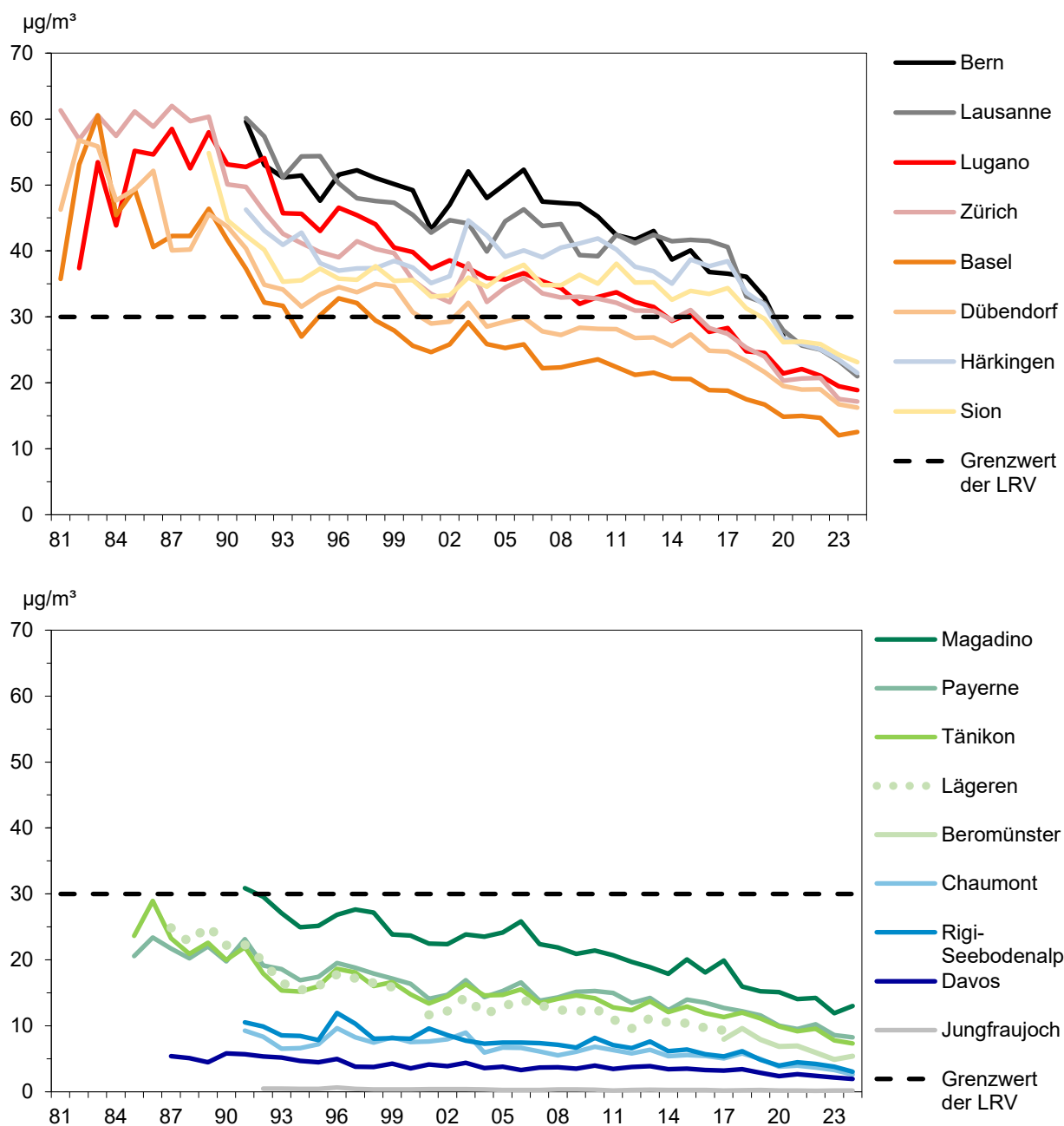
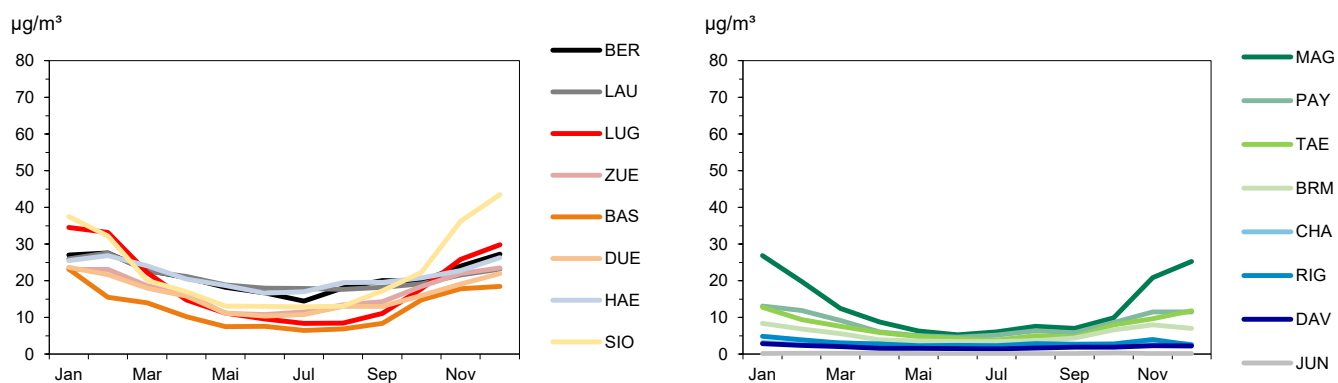
**Abb. 5: Stickstoffdioxid (NO₂), Monatsmittelwerte 2024**

Abb. 6: Stickstoffmonoxid (NO), Jahresmittelwerte 1981–2024

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

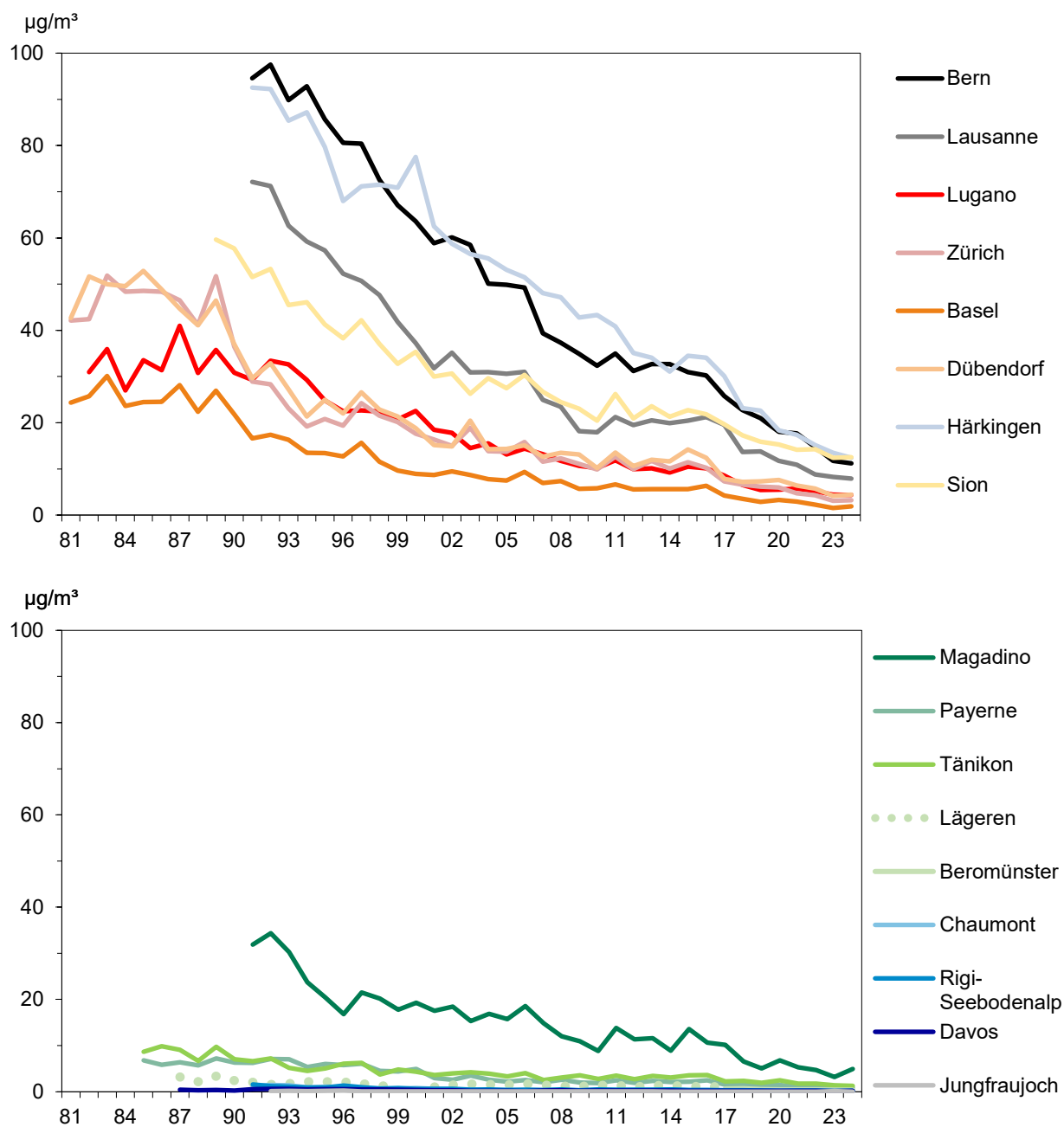
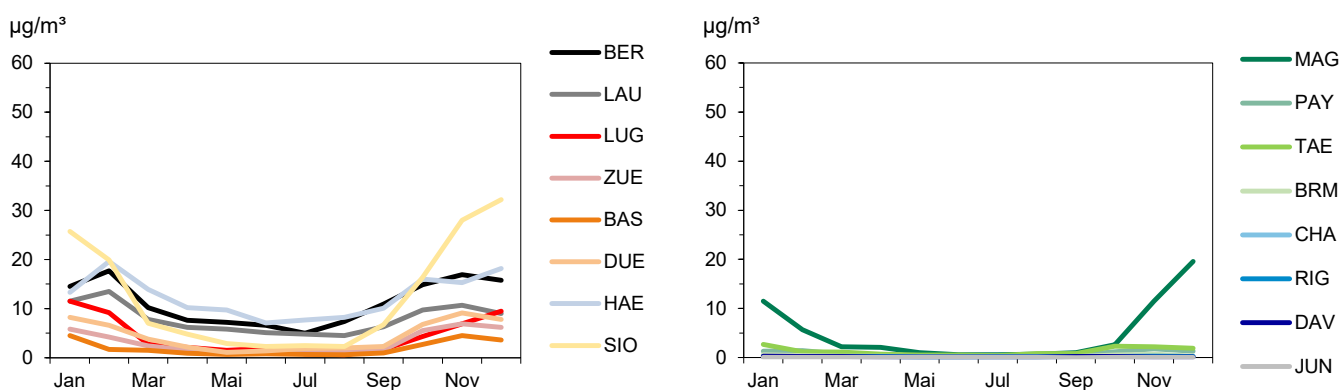
**Abb. 7: Stickstoffmonoxid (NO), Monatsmittelwerte 2024**

Abb. 8: Stickoxide (NO_x), Jahresmittelwerte 1981–2024

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

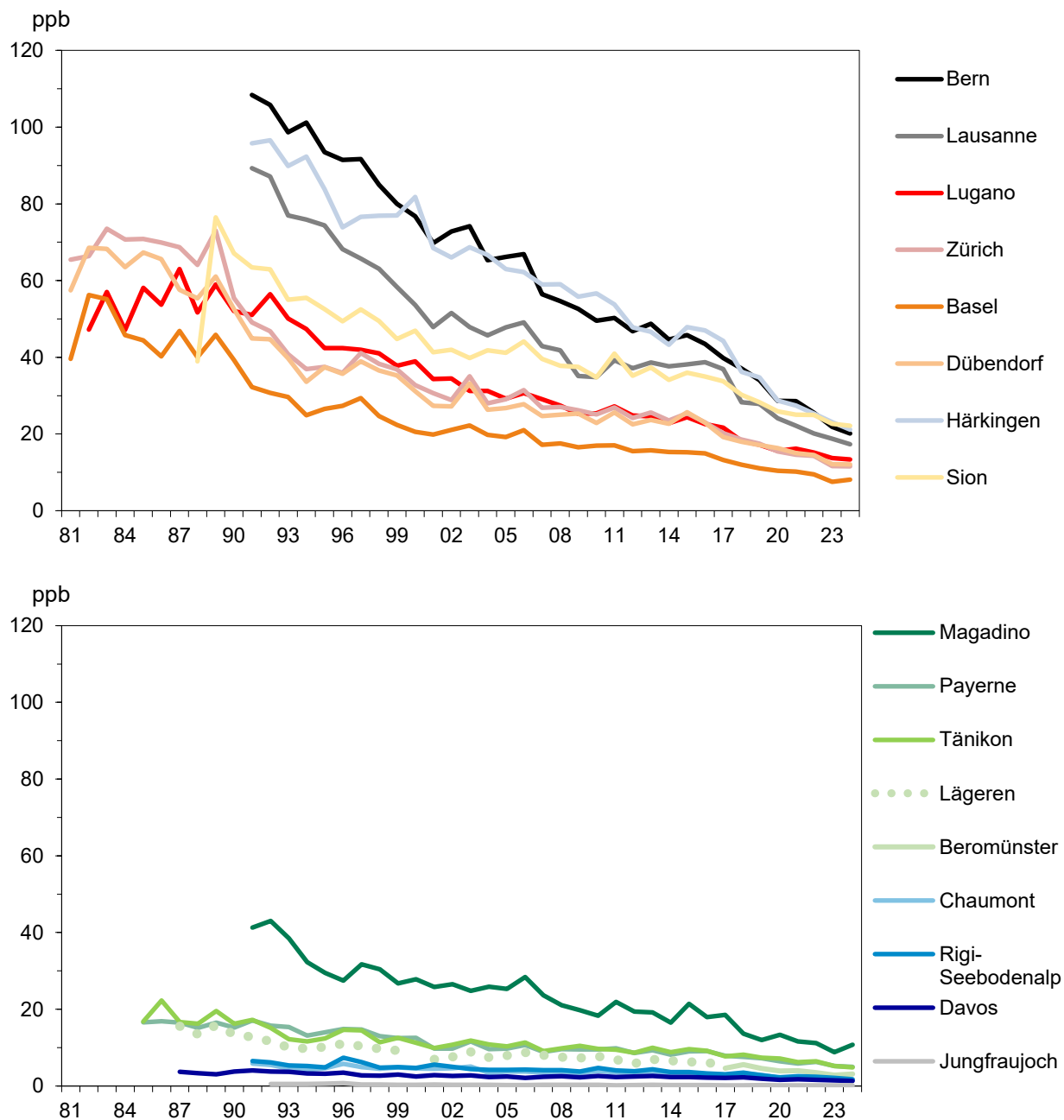
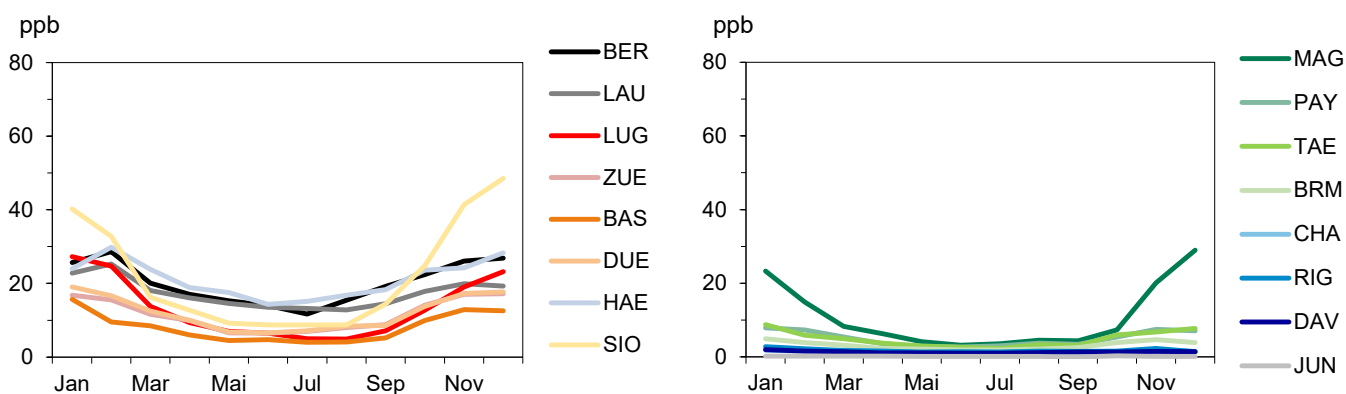
**Abb. 9: Stickoxide (NO_x), Monatsmittelwerte 2024**

Abb. 10: Stickstoffdioxid (NO₂), mittlerer Wochengang 2024

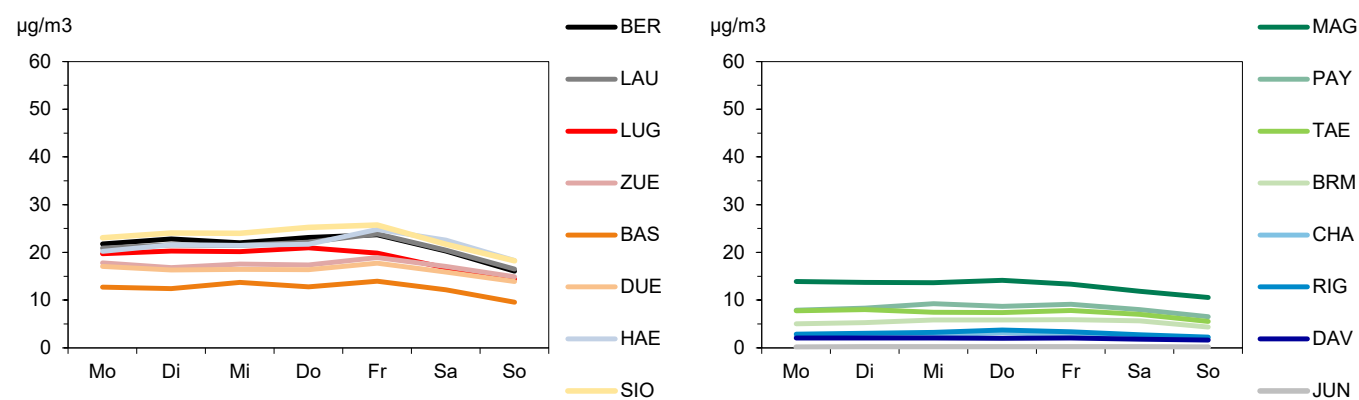
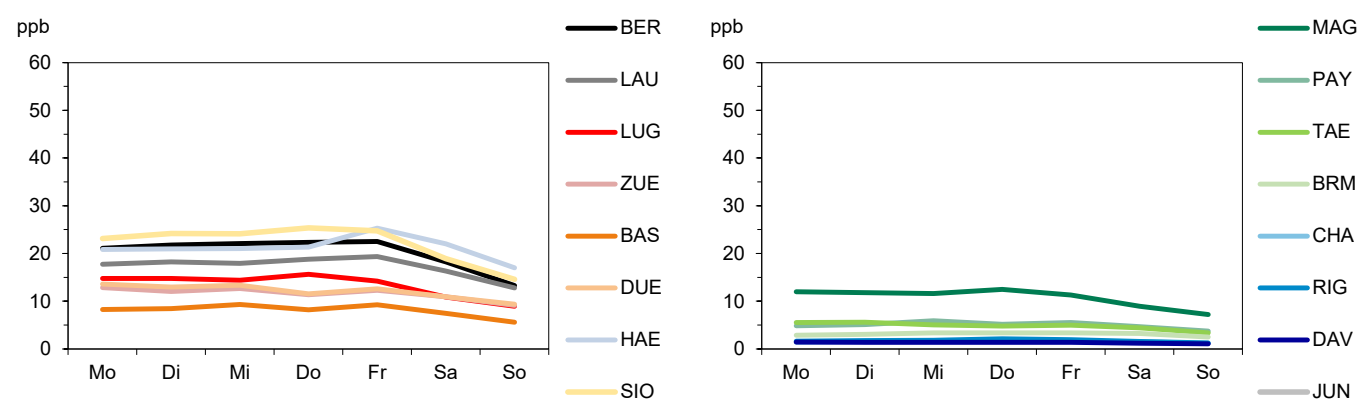


Abb. 11: Stickoxide (NO_x), mittlerer Wochengang 2024



Tab. 4: Stickstoffdioxid (NO₂), Jahresstatistik 2024

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	21	45	48	0
	Lausanne-César-Roux	21	42	47	0
Städtisch	Lugano-Università	19	48	57	0
	Zürich-Kaserne	17	41	50	0
Vorstädtisch	Basel-Binningen	13	34	45	0
	Dübendorf-Empa	16	40	45	0
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	22	45	52	0
	Sion-Aéroport-A9	23	57	62	0
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	13	37	42	0
	Payerne	8	20	24	0
	Tänikon	7	19	26	0
	Beromünster	5.4	13	22	0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	2.6	6.4	9	0
	Rigi-Seebodenalp	3.0	7.9	23	0
	Davos-Seehornwald	1.9	5.2	7.2	0
Hochgebirge	Jungfrauojoch	0.18	0.57	1.11	0
LRV-Immissionsgrenzwert		30	100	80	1

Tab. 5: Stickstoffmonoxid (NO), Jahresstatistik 2024

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µg/m³	95 %-Wert µg/m³	max. 24h- Mittelwert µg/m³
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	11	39	59
	Lausanne-César-Roux	8	24	40
Städtisch	Lugano-Università	4.4	20	41
	Zürich-Kaserne	3.2	14	44
Vorstädtisch	Basel-Binningen	1.9	10	24
	Dübendorf-Empa	4.4	23	69
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	12	43	54
	Sion-Aéroport-A9	13	58	79
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	4.9	25	54
	Payerne	0.8	3.9	13
	Tänikon	1.3	5	20
	Beromünster	0.2	1.4	1.0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	0.2	0.6	1.0
	Rigi-Seebodenalp	0.2	0.7	1.9
	Davos-Seehornwald	0.2	0.6	0.9
Hochgebirge	Jungfrauoch	<0.1	<0.1	0.3

Tab. 6: Stickoxide (NO_x), Jahresstatistik 2024

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert ppb	95 %-Wert ppb	max. 24h- Mittelwert ppb
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	20	52	65
	Lausanne-César-Roux	17	39	56
Städtisch	Lugano-Università	13	40	61
	Zürich-Kaserne	12	31	58
Vorstädtisch	Basel-Binningen	8	25	39
	Dübendorf-Empa	12	37	74
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	21	55	61
	Sion-Aéroport-A9	22	75	93
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	11	39	60
	Payerne	5.0	13	21
	Tänikon	4.8	14	26
	Beromünster	3.1	7.7	14
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	1.5	3.7	5.7
	Rigi-Seebodenalp	1.7	4.6	14
	Davos-Seehornwald	1.3	3.5	5.2
Hochgebirge	Jungfrauoch	0.17	0.52	0.1

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 Russemissionen 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, Herzkreislaufstörungen 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

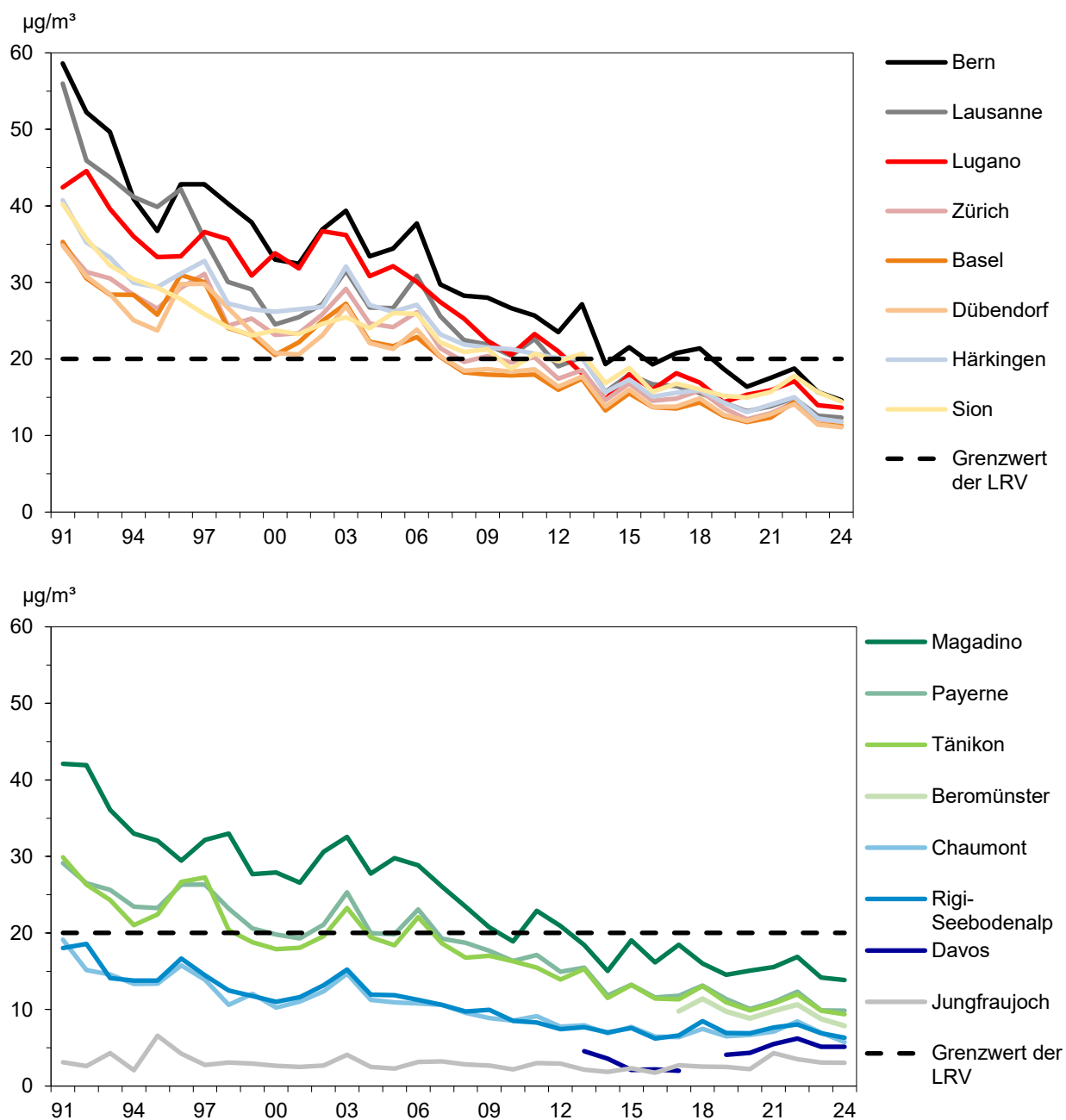
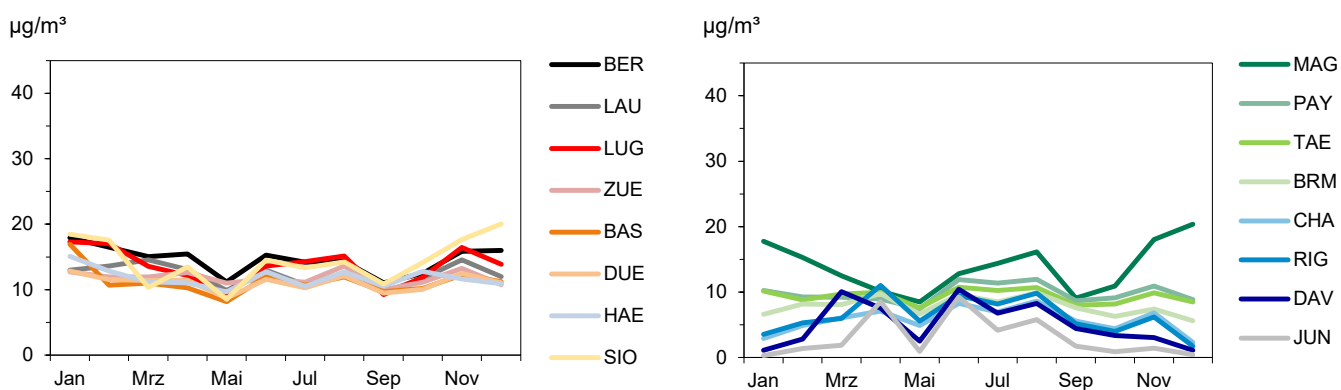
Der maximale 24h-Mittelwert für PM10 wurde an keiner NABEL-Station mehr als die von der LRV erlaubten drei Mal überschritten und auch die Jahresgrenzwerte für PM2.5 wurden wiederum an allen NABEL-Stationen eingehalten. Die neuen Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO, 2021) und der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL, 2024) 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 weiterzuführen. 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 1991–2024

Die Werte vor 1997 wurden aus TSP-Messungen umgerechnet.

**Abb. 13: Feinstaub (PM₁₀), Monatsmittelwerte 2024**

Tab. 7: Feinstaub (PM₁₀), Jahresstatistik 2024

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µg/m ³	max. 24h-Mittelwert µg/m ³	Anzahl Grenzwert- überschreitungen 24h-Mittelwert
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	14.6	63	1
	Lausanne-César-Roux	12.3	66	1
Städtisch	Lugano-Università	13.6	51	1
	Zürich-Kaserne	11.8	72	1
Vorstädtisch	Basel-Binningen	11.3	49	0
	Dübendorf-Empa	11.1	49	0
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	11.8	35	0
	Sion-Aéroport-A9	14.4	66	1
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	13.8	51	1
	Payeme	9.8	33	0
	Tänikon	9.4	53	1
	Beromünster	7.9	44	0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	5.7	50	0
	Rigi-Seebodenalp	6.3	68	1
	Davos-Seehornwald	5.1	134	3
Hochgebirge	Jungfrauoch	3.0	105	3
LRV-Immissionsgrenzwert		20	50	3

Tab. 8: Feinstaub: PM₁₀ und PM_{2.5} Parallelmessungen 2024

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert PM _{2.5} µg/m ³	Verhältnis der Jahresmittel PM _{2.5} /PM ₁₀ %
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	8.9	61%
	Lausanne-César-Roux	7.9	64%
Städtisch	Lugano-Università	9.3	68%
	Zürich-Kaserne	8.0	68%
Vorstädtisch	Basel-Binningen	7.4	65%
	Dübendorf-Empa	7.2	65%
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	7.9	67%
	Sion-Aéroport-A9	6.8	47%
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	9.0	65%
	Payeme	6.5	66%
	Tänikon	5.8	62%
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	4.2	67%
LRV-Immissionsgrenzwert		10*	

* Grenzwert in Kraft seit dem 1. Juni 2018

Abb. 14: Feinstaub (PM2.5), Jahresmittelwerte 1998–2024

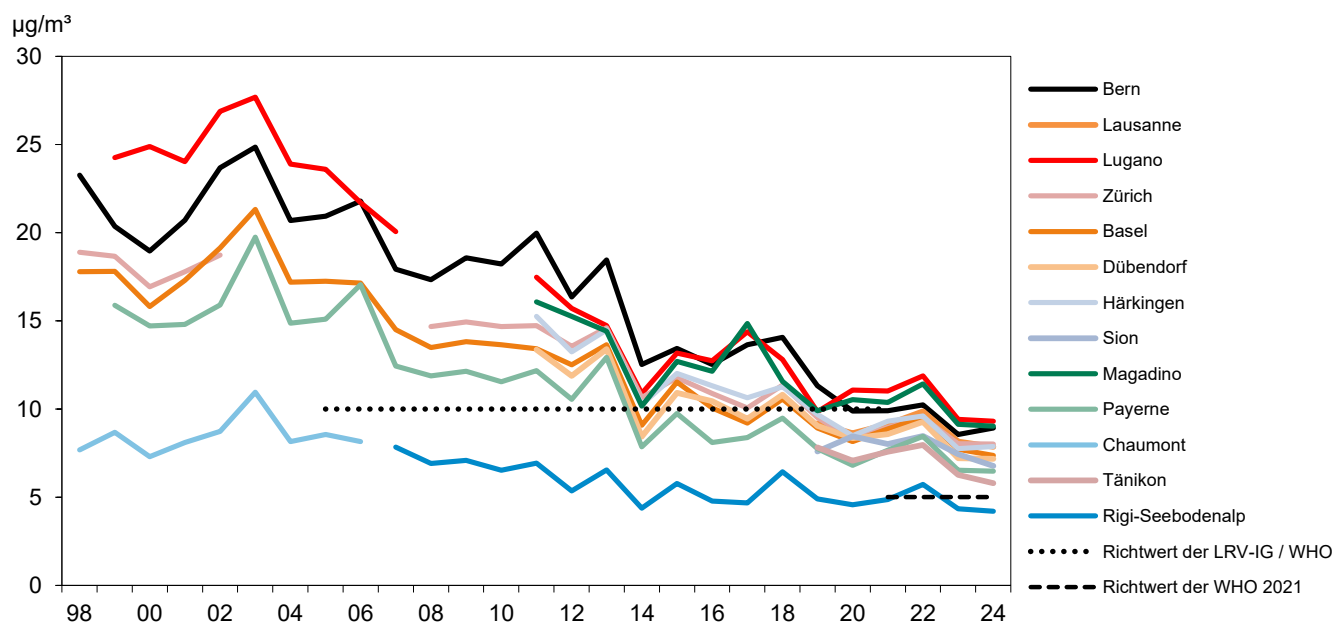


Abb. 15: Feinstaub (PM2.5), Monatsmittelwerte 2024

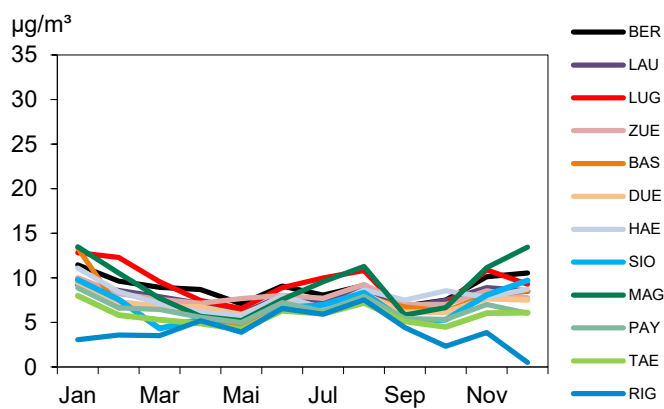


Abb. 16: Verhältnis der Jahresmittel PM2.5/PM10 1998–2024

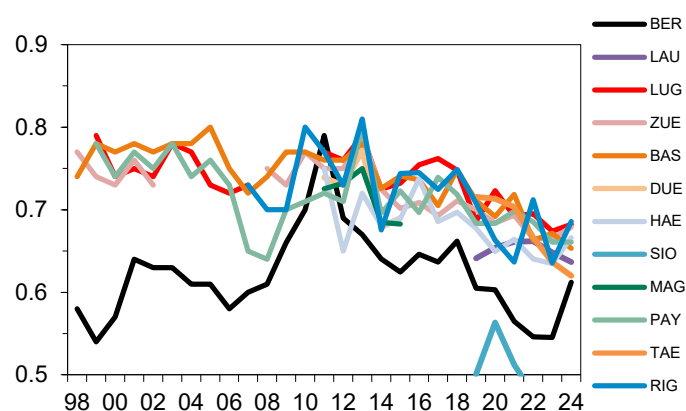


Abb. 17: Partikelanzahl-Konzentration, Jahresmittelwerte 2005–2024

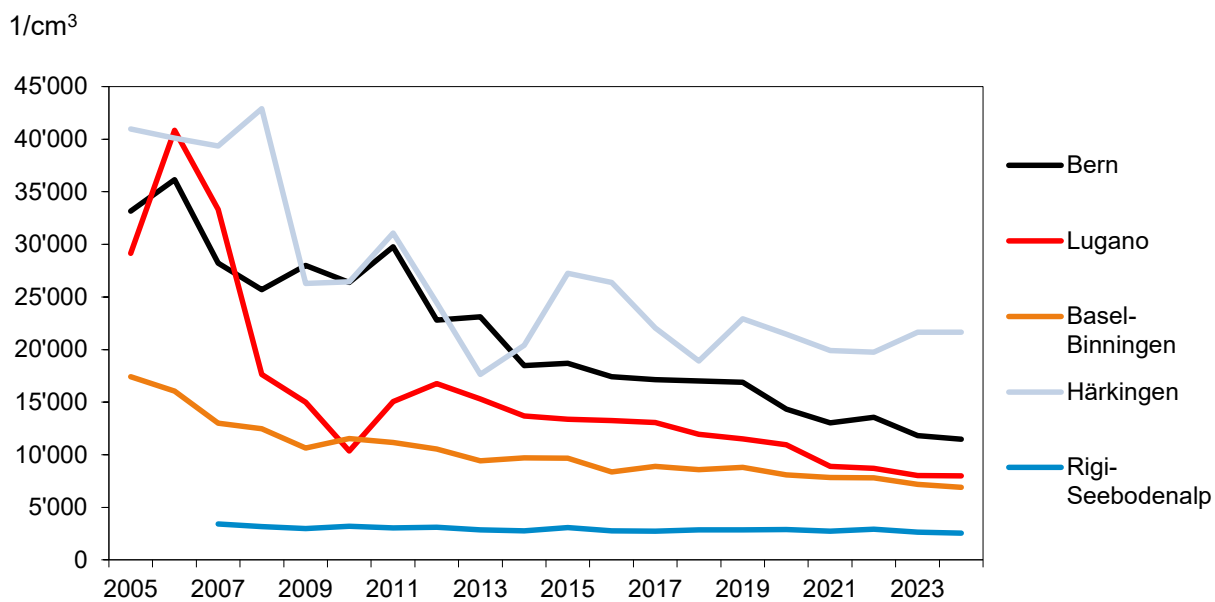
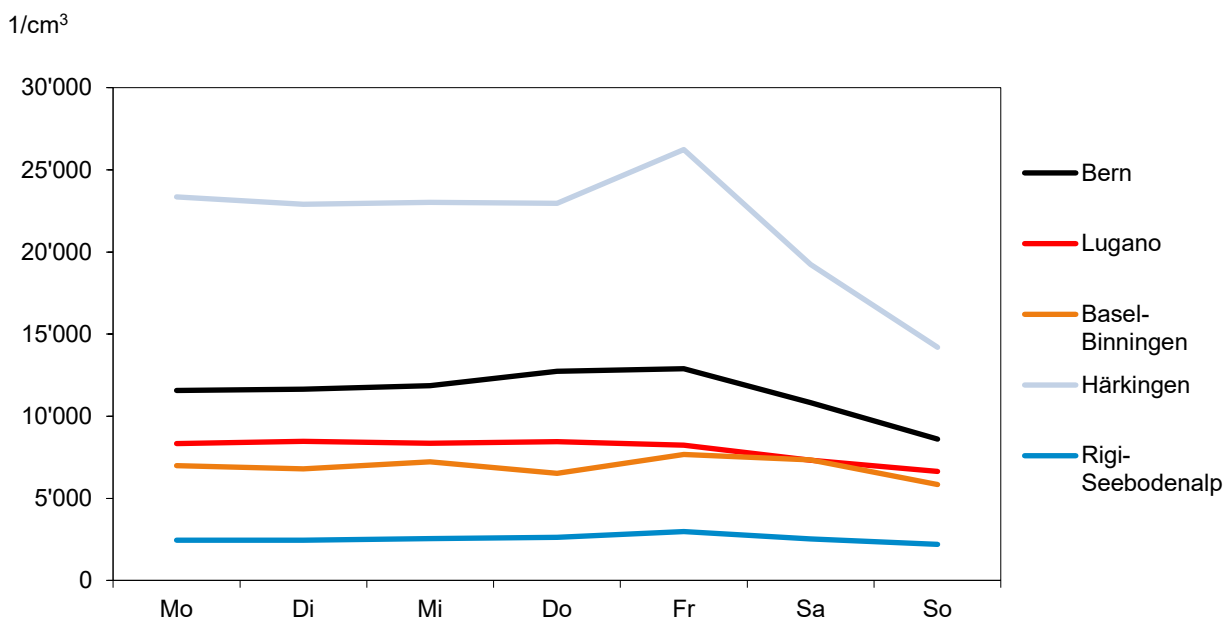


Abb. 18: Partikelanzahl-Konzentration, mittlerer Wochengang 2024



Tab. 9: Partikelanzahl, Jahresstatistik 2024

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert Partikelanzahl 1/cm³	max. 24h- Mittelwert 1/cm³	95%-Wert der Halbstundenmittel 1/cm³
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	11'486	25'463	26'677
Städtisch	Lugano-Università	7'980	17'570	17'060
Vorstädtisch	Basel-Binningen	6'914	15'190	15'591
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	21'646	46'693	56'889
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	2'536	9'120	6'448

Tab. 10: Schwefel und Sulfat in PM10, Jahresstatistik 2024

Standorttyp	Station	Schwefel im PM10		Sulfat im PM10	
		Jahresmittelwert µg/m³	max. 24h-Mittelwert µg/m³	Jahresmittelwert µg/m³	Anteil Sulfat in PM10 %
Städtisch	Lugano-Università	0.29	0.56	0.88	6.5
Ländlich, unterhalb 1000 m	Payerne	0.21	0.96	0.64	6.5
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.16	0.81	0.48	7.6
Hochgebirge	Jungfraujoch	0.06	0.13	0.17	5.5

Abb. 19: Sulfat in PM10, Jahresmittelwerte 1981-2024

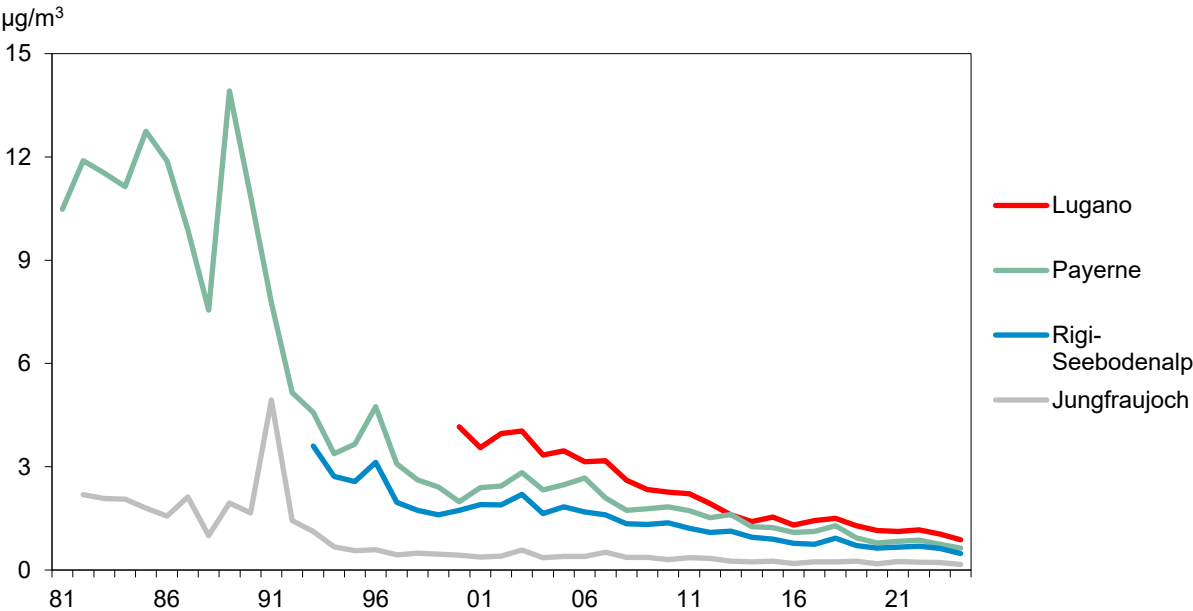


Abb. 20: Benzo(a)pyren in PM10, Jahresmittelwerte 2006-2024

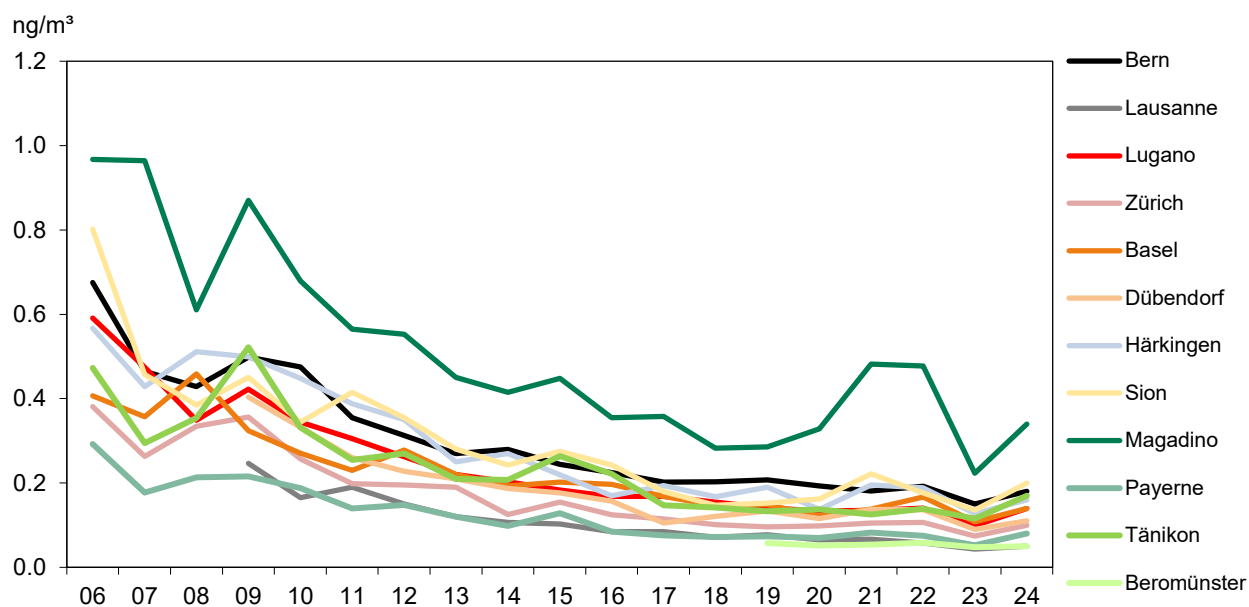
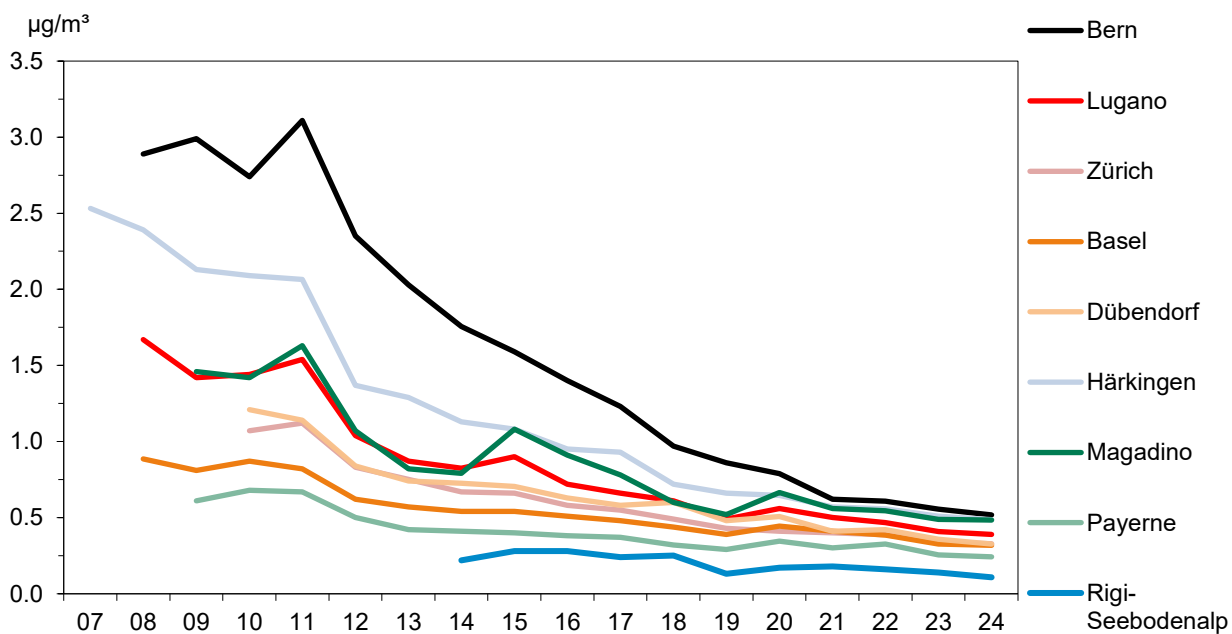


Abb. 21: Russkonzentration in PM2.5 als EBC gemäss TOT/EUSAAR-2 Verfahren, Jahresmittelwerte 2007-2024



Tab. 11: Russ in PM2.5 als EBC gemäss TOT/EUSAAR-2 Verfahren, Jahresstatistik 2024

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	0.52	1.45	6%
Städtisch	Lugano-Università	0.39	1.81	4%
	Zürich-Kaserne	0.33	1.83	4%
Vorstädtisch	Basel-Binningen	0.32	1.85	4%
	Dübendorf-Empa	0.33	1.56	5%
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.49	1.56	6%
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	0.48	2.14	5%
	Payerne	0.24	1.09	4%
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.11	0.67	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 ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und in 1–2 km Höhe über Boden im Bereich von 20–30 ppb ($35\text{--}52 \mu\text{g}/\text{m}^3$). 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 hauptsächliche 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 Grundschrift der Atmosphäre entstammt nicht direkten Schadstoffquellen. Es wird erst in der Atmosphäre durch photochemische Reaktionen aus so genannten Vorläuferschadstoffen, dem Stickstoffdioxid (NO_2) 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 NO_2 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 (NO_2) 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

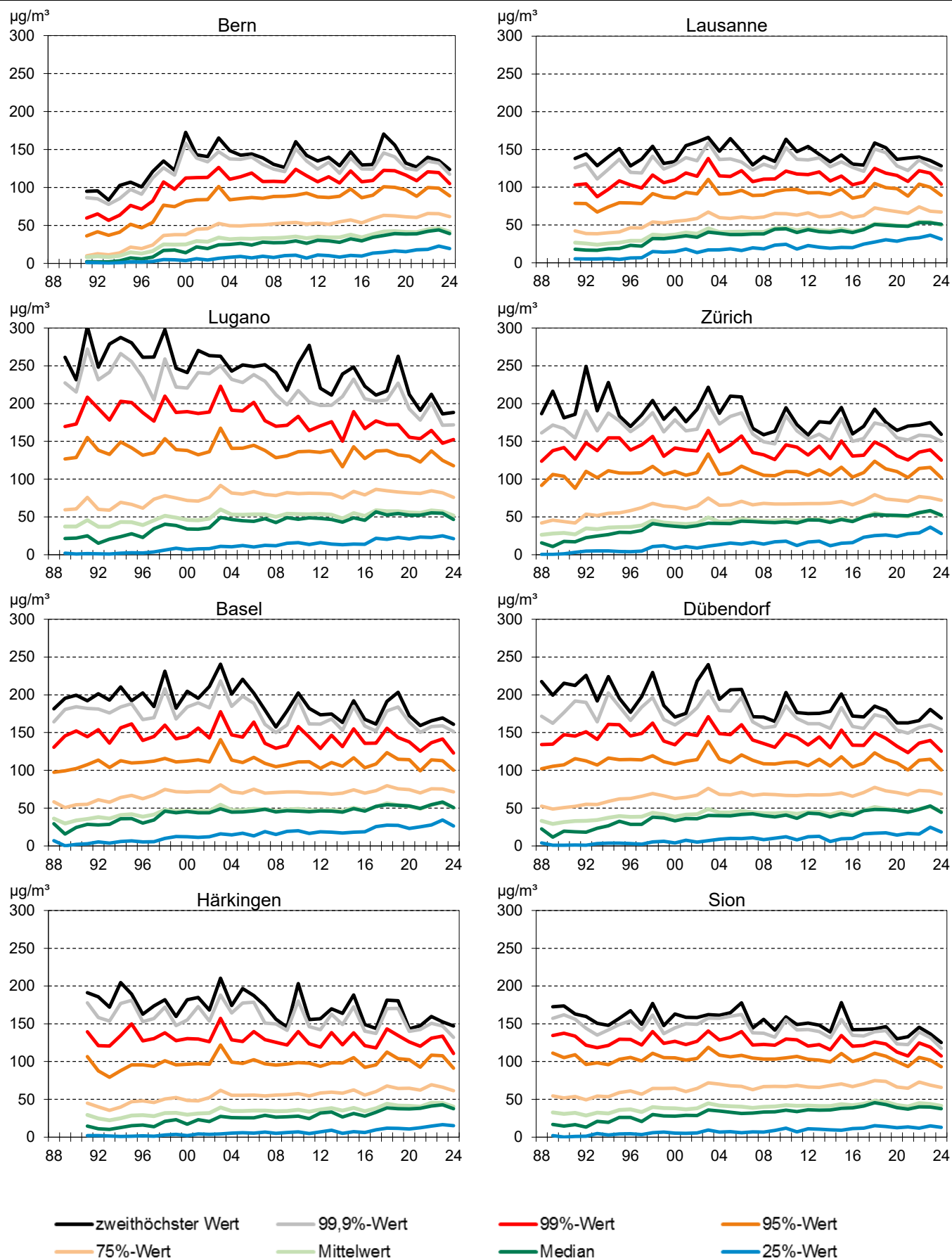
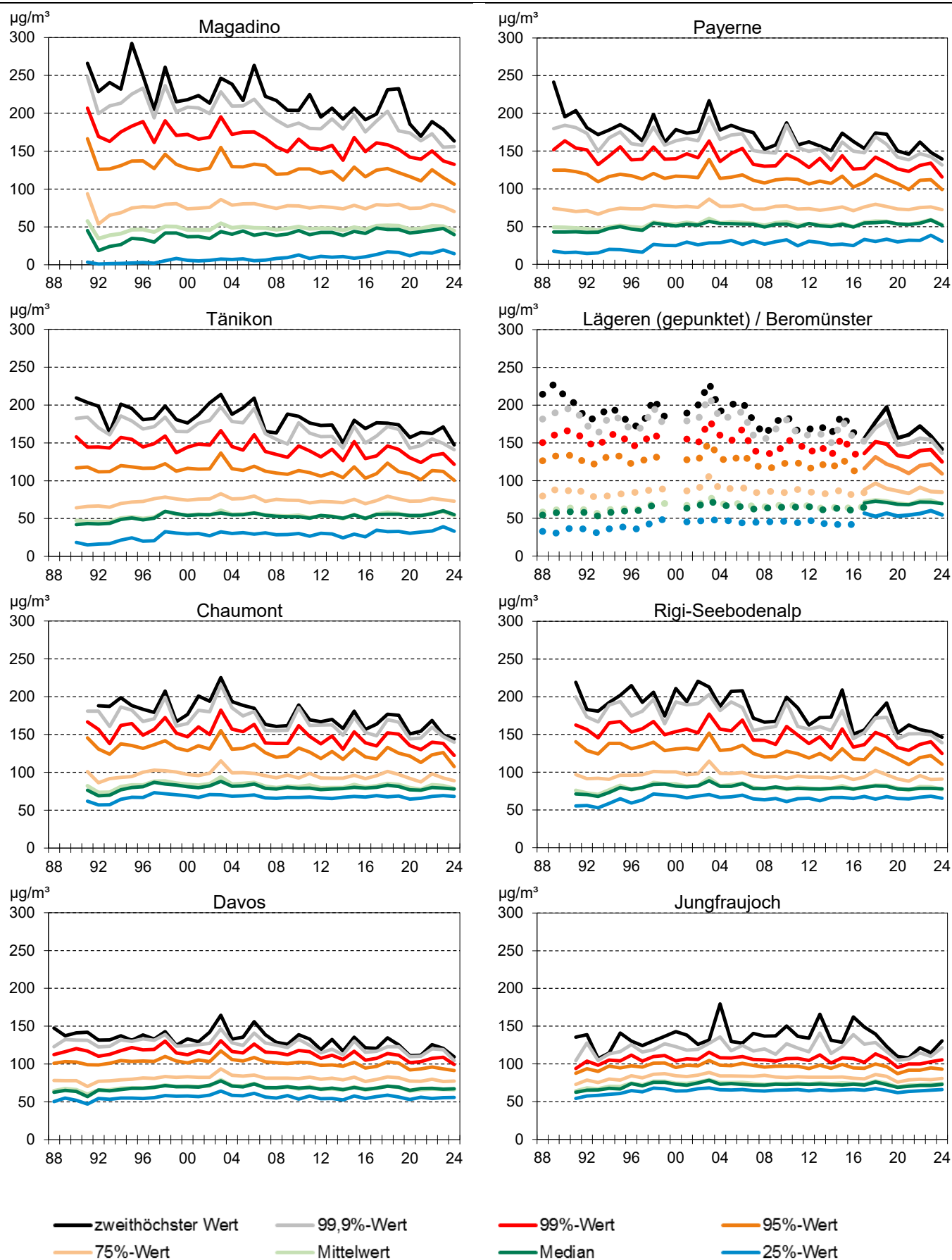


Abb. 23: Statistik der Ozonstundenmittelwerte: ländliche Stationen und Gebirgsstationen



Tab. 12: Ozon (O₃), Jahresstatistik 2024

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	Jahres- mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max. 98%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	max. Stunden- mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anz. Grenz- wertüber- schreitungen (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	42	114	128	6	2	0	0	115	17	0
	Lausanne-César-Roux	50	115	133	14	7	0	0	119	12	0
Städtisch	Lugano-Università	52	166	192	406	67	3	0	171	92	55
	Zürich-Kaserne	52	140	161	123	26	0	0	145	56	17
Vorstädtisch	Basel-Binningen	51	142	171	109	21	0	0	152	51	12
	Dübendorf-Empa	46	141	173	120	25	0	0	148	49	14
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	40	124	159	30	12	0	0	123	25	3
	Sion-Aéroport-A9	41	114	126	4	1	0	0	118	24	0
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	45	148	165	222	58	0	0	143	73	23
	Payeme	52	129	142	61	16	0	0	127	45	5
	Tänikon	54	131	153	97	24	0	0	135	50	9
	Beromünster	69	135	153	146	27	0	0	135	80	17
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	79	137	144	108	16	0	0	141	72	8
	Rigi-Seebodenalp	77	135	147	171	32	0	0	135	91	17
	Davos-Seehornwald	66	102	111	0	0	0	0	102	6	0
Hochgebirge	Jungfrauoch	74	115	132	13	3	0	0	125	14	1
LRV-Immissionsgrenzwert			100	120	1						

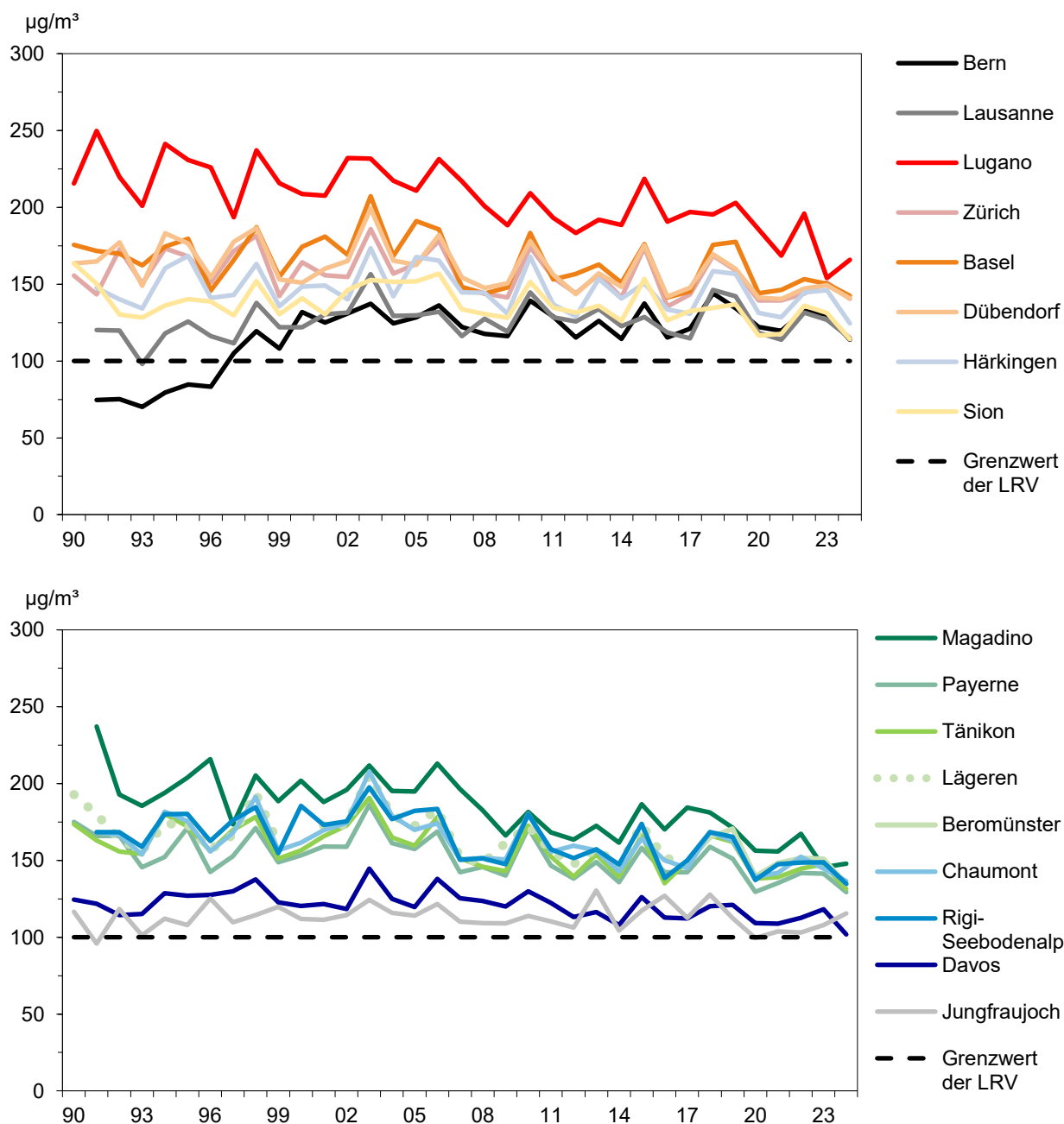
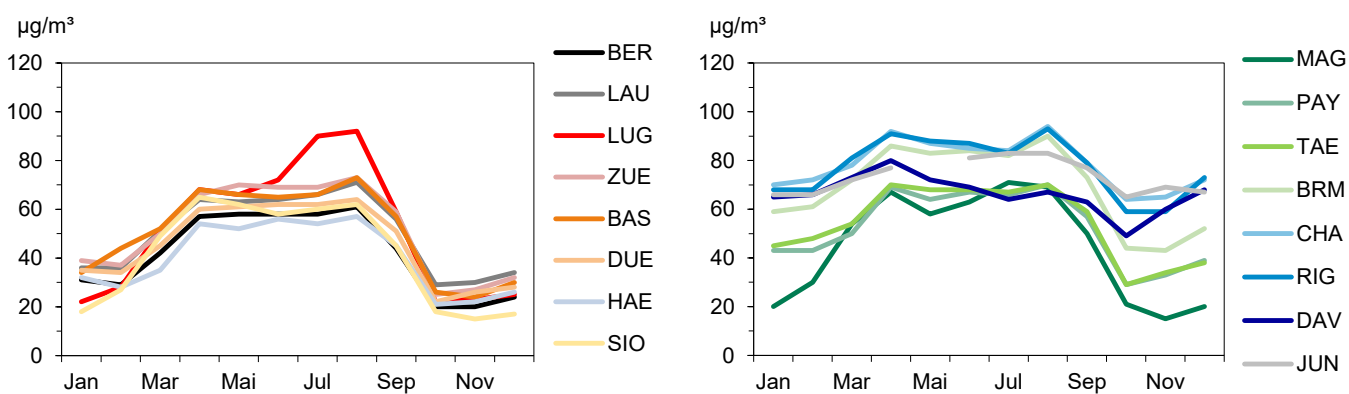
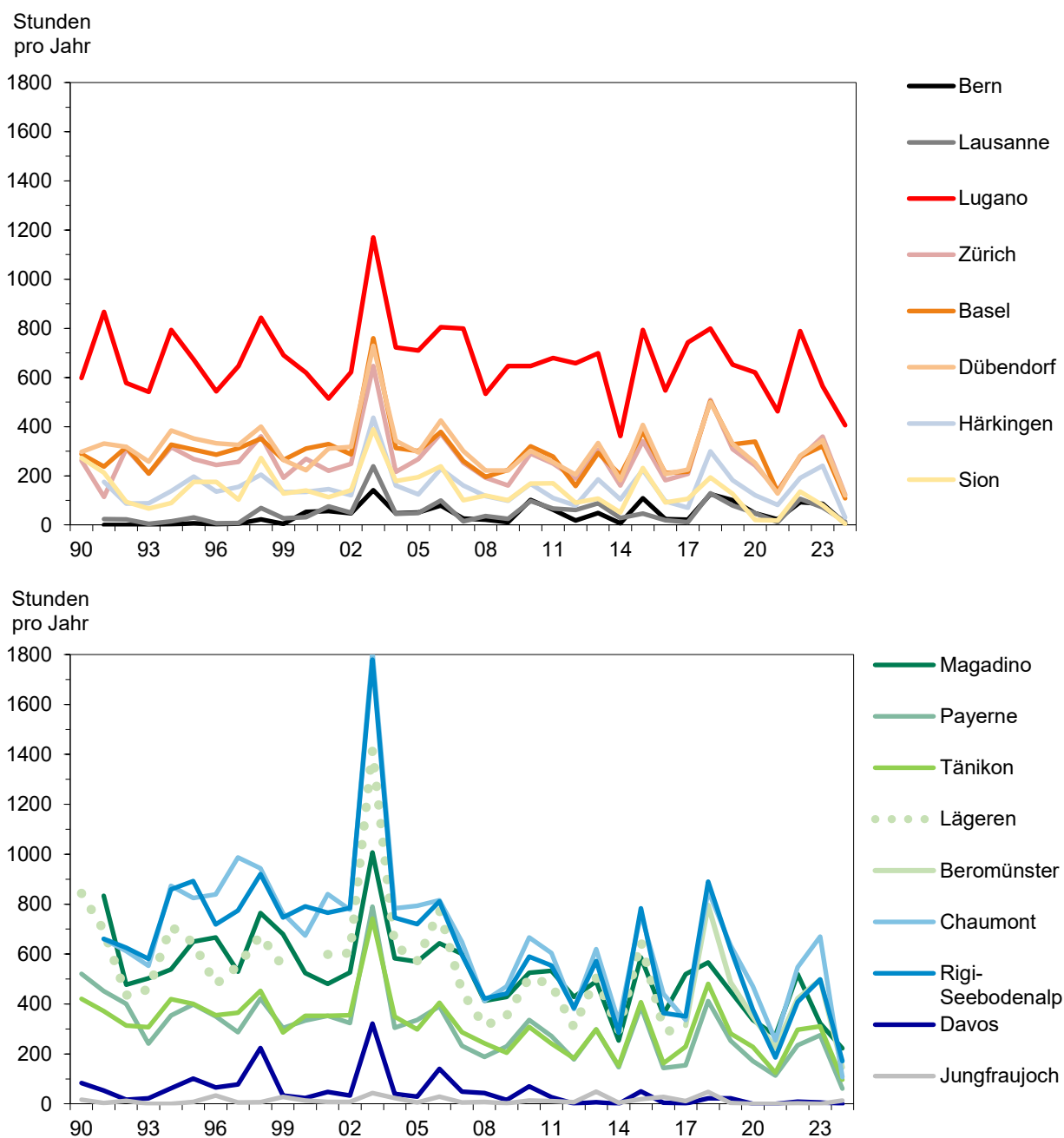
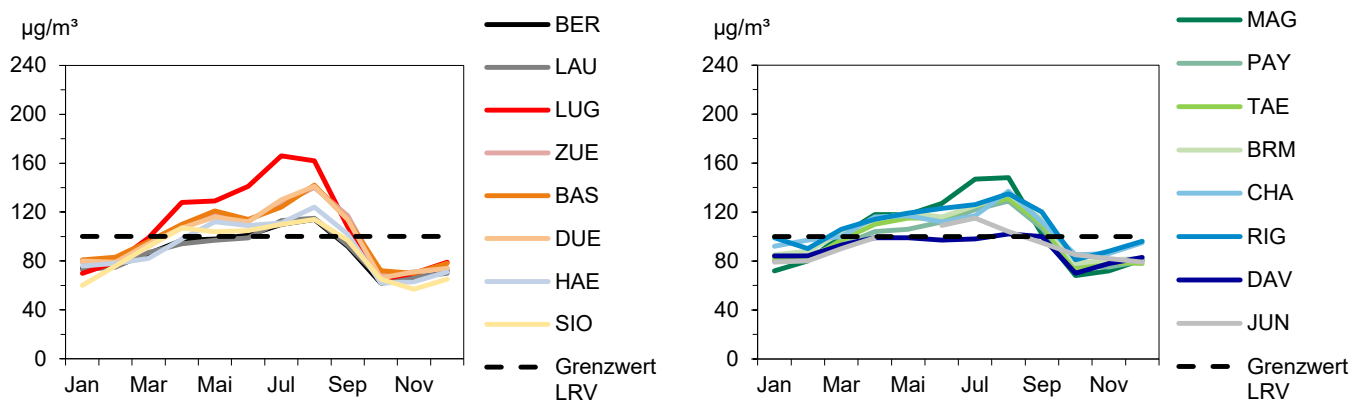
Abb. 24: Ozon (O_3), 98%-Werte des ozonreichsten Sommermonats 1990–2024Abb. 25: Ozon (O_3), Monatsmittelwerte 2024

Abb. 26: Ozon (O_3), Anzahl Überschreitungen des 1h-Immissionsgrenzwertes 1990–2024Abb. 27: Ozon (O_3), monatliche 98%-Werte 2024

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.

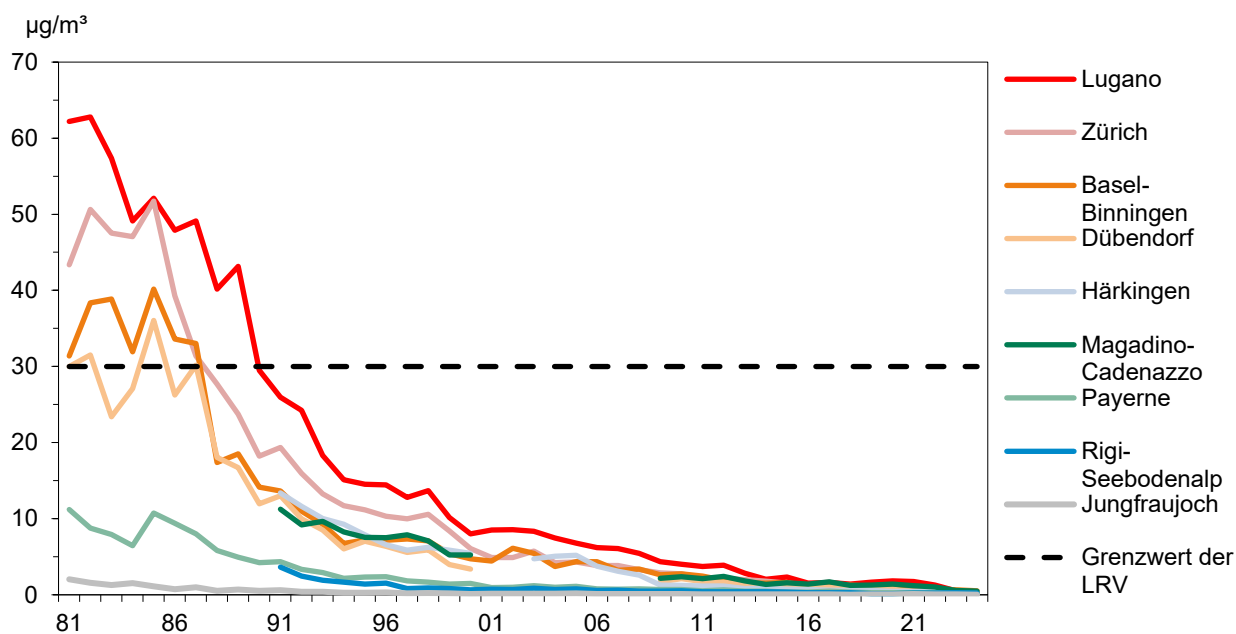
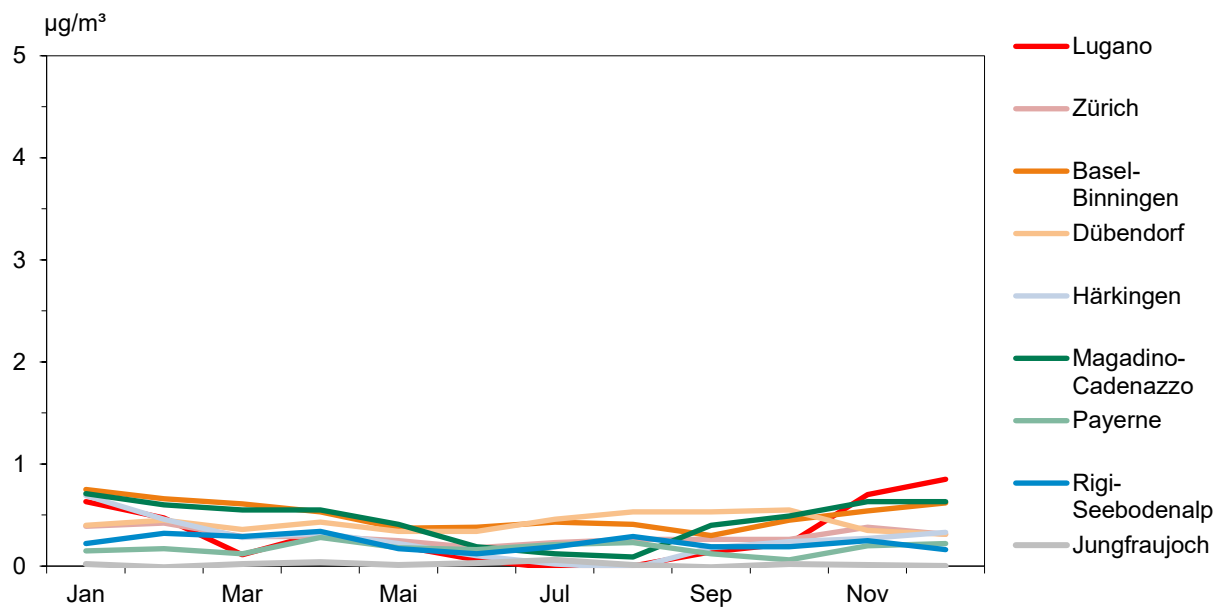
Bewertung

Beim Schadstoff Schwefeldioxid wurden 2024 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 2024

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µg/m ³	95%-Wert µg/m ³	max. 24h-Mittelwert µg/m ³	Anzahl Grenzwert- überschreitungen 24h-Mittelwert
Städtisch	Lugano-Universität	0.30	1.1	1.7	0
	Zürich-Kaserne	0.29	0.7	1.1	0
Vorstädtisch	Basel-Binningen	0.50	1.7	2.3	0
	Dübendorf-Empa	0.42	0.9	1.5	0
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.26	0.9	1.1	0
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	0.45	1.4	2.0	0
	Payerne	0.17	0.4	0.7	0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.23	0.45	1.9	0
Hochgebirge	Jungfrauoch	<0.1	<0.1	0.2	0
LRV-Immissionsgrenzwert		30	100	100	1

Abb. 28: Schwefeldioxid (SO₂), Jahresmittelwerte 1981–2024Abb. 29: Schwefeldioxid (SO₂), Monatsmittelwerte 2024

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 Luftreinhalte-Verordnung 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 2024

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert mg/m³	95%-Wert mg/m³	max. 24h-Mittelwert mg/m³	Anzahl Grenzwert- überschreitungen 24h-Mittelwert
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	0.29	0.47	1.34	0
	Lausanne-César-Roux	0.27	0.43	0.51	0
Städtisch	Lugano-Università	0.27	0.47	0.58	0
	Zürich-Kaserne	0.20	0.36	0.46	0
Vorstädtisch	Dübendorf-Empa	0.23	0.40	0.58	0
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.25	0.41	0.45	0
Ländlich, unterhalb 1000 m	Payeme	0.19	0.29	0.51	0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.15	0.21	0.33	0
Hochgebirge	Jungfraujoch	0.09	0.12	0.14	0
LRV-Immissionsgrenzwert				8	1

Abb. 30: Kohlenmonoxid (CO), Jahresmittelwerte 1981–2024

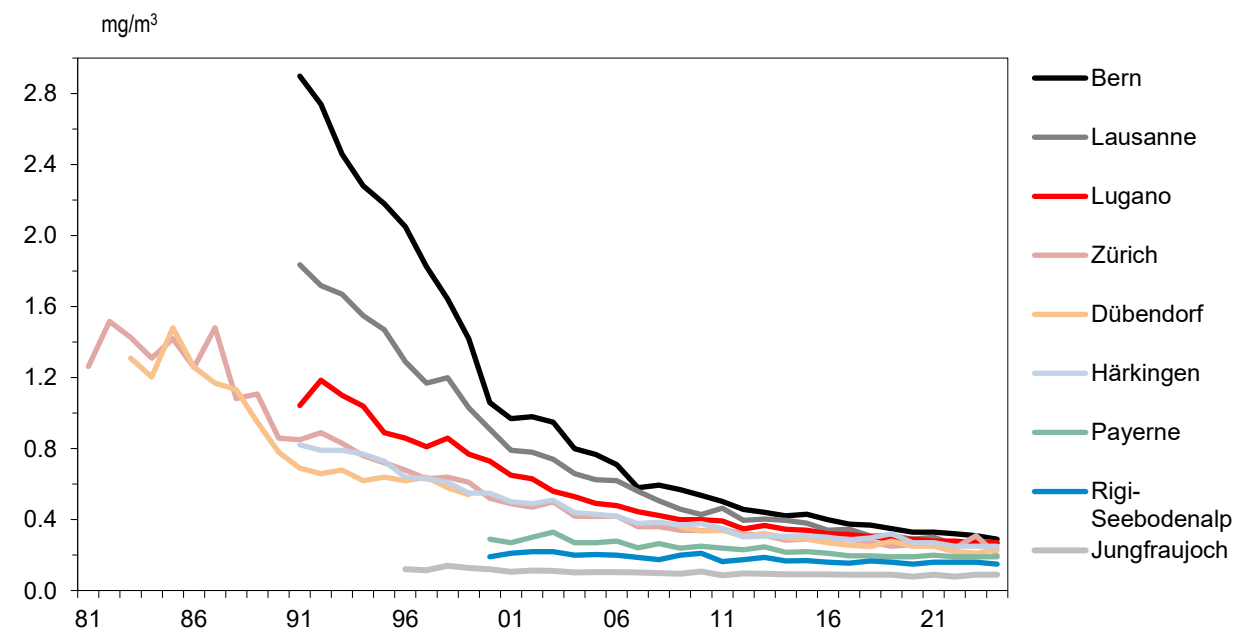


Abb. 31: Kohlenmonoxid (CO), Monatsmittelwerte 2024

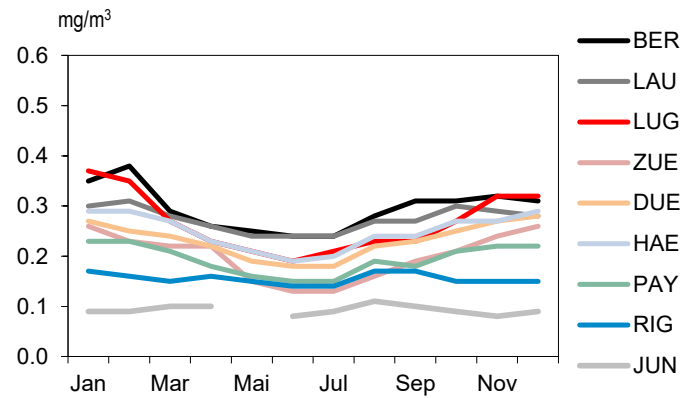
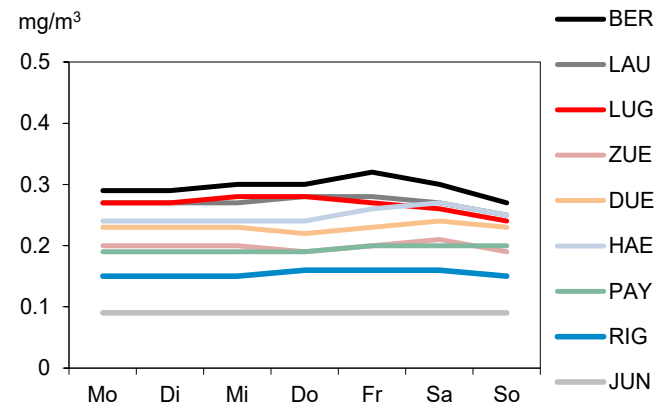


Abb. 32: Kohlenmonoxid (CO), mittlerer Wochengang 2024



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 können hier gefunden werden: 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.

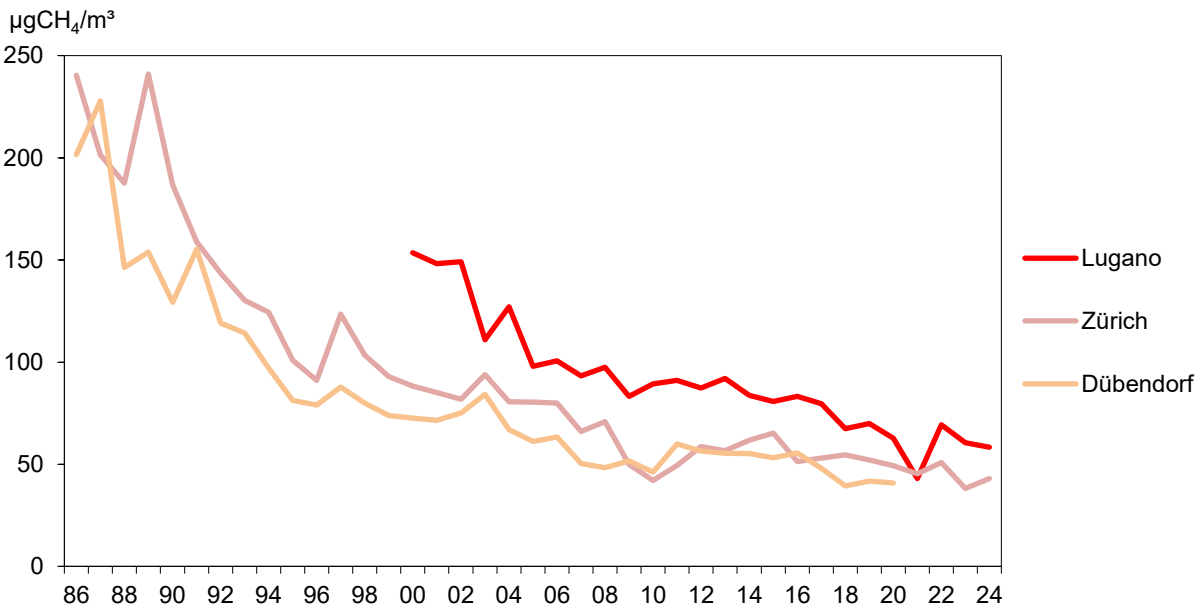
Das als Lösungsmittel verwendete 1,1,1-Trichlorethan (CH₃CCl₃) ist gemäss dem Montrealer Protokoll ebenfalls in Produktion und Anwendung eingeschränkt. Wegen seiner kürzeren Lebenszeit in der Atmosphäre ist bereits ein deutlicher Rückgang der Konzentration seit dem Jahr 2000 zu beobachten (Abb. 37).

Tab. 15: Nichtmethan-VOC (ausgedrückt als Methanäquivalent), Jahresstatistik 2024

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µgCH ₄ /m ³	95%-Wert µgCH ₄ /m ³	max. 24h-Mittelwert µgCH ₄ /m ³
Städtisch	Lugano-Università	58	121	165
	Zürich-Kaserne	43	108	172
Vorstädtisch	Dübendorf-Empa	-	-	-

-) keine Messwerte vorhanden

Abb. 33: Nichtmethan-VOC (ausgedrückt als Methanäquivalent), Jahresmittelwerte 1986–2024



Tab. 16: Aromatische Verbindungen, Jahresstatistik 2024

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	0.52	1.51	0.2	0.86	0.21
Vorstädtisch	Dübendorf-Empa	0.45	1.37	-	-	-
Ländlich, unterhalb 1000 m	Beromünster	0.28	0.59*	0.04*	0.10*	0.05*

-) keine Messwerte vorhanden

* unvollständige Messreihe

Abb. 34: Aromatische Verbindungen, Jahresmittelwerte 1994–2024, Dübendorf

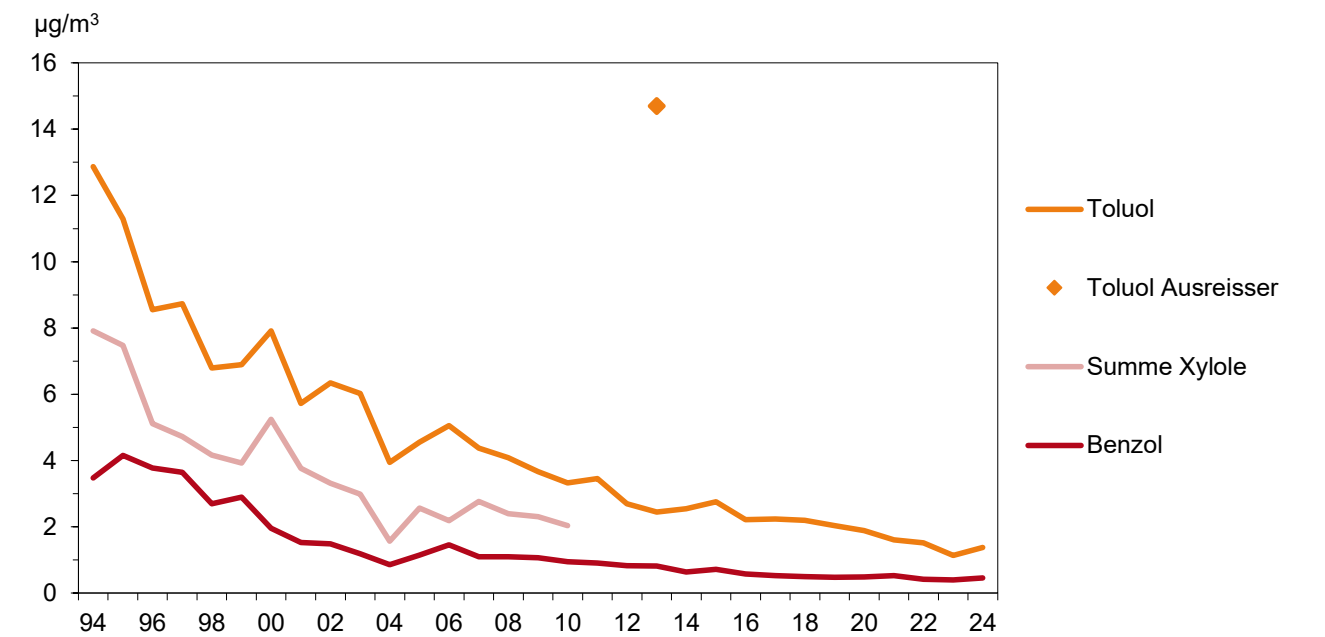


Abb. 35: 1,3-Butadien, Jahresmittelwerte 2001–2024

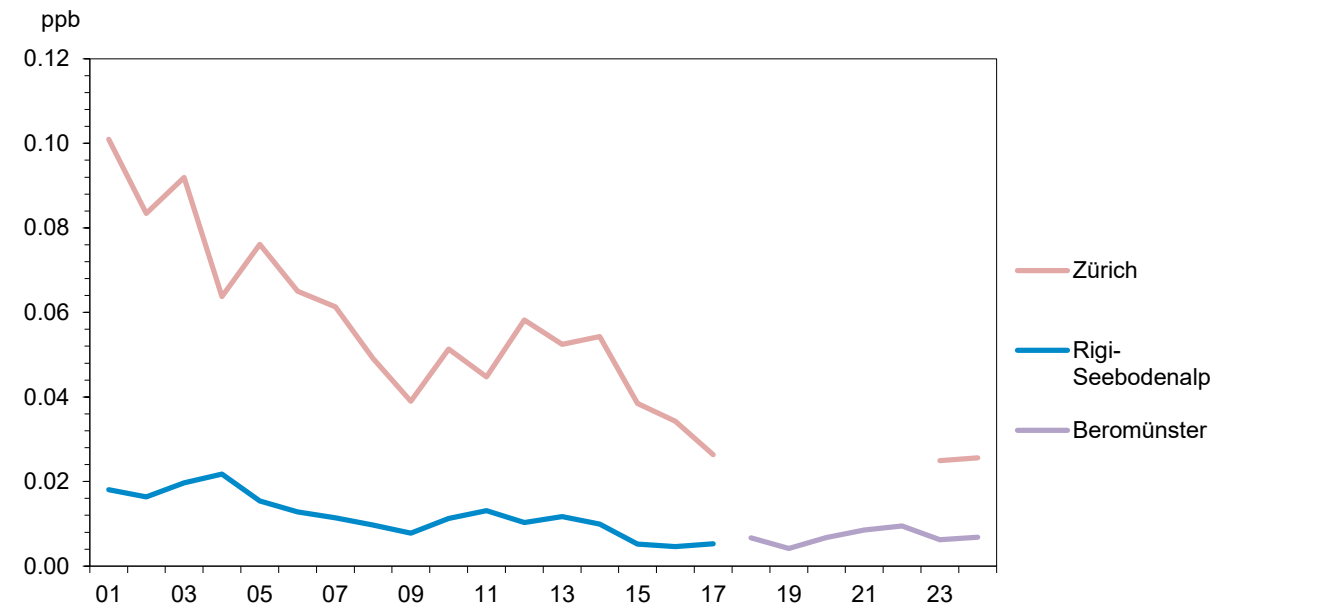


Abb. 36: F134a, Tagesmittelwerte 2000–2024 auf dem Jungfrauoch

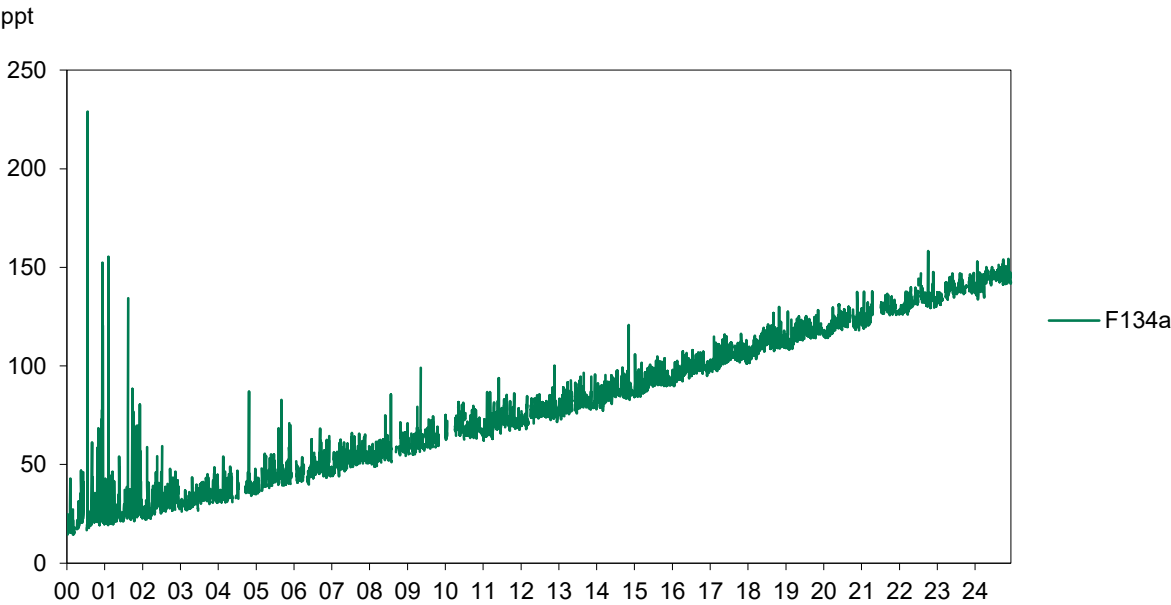
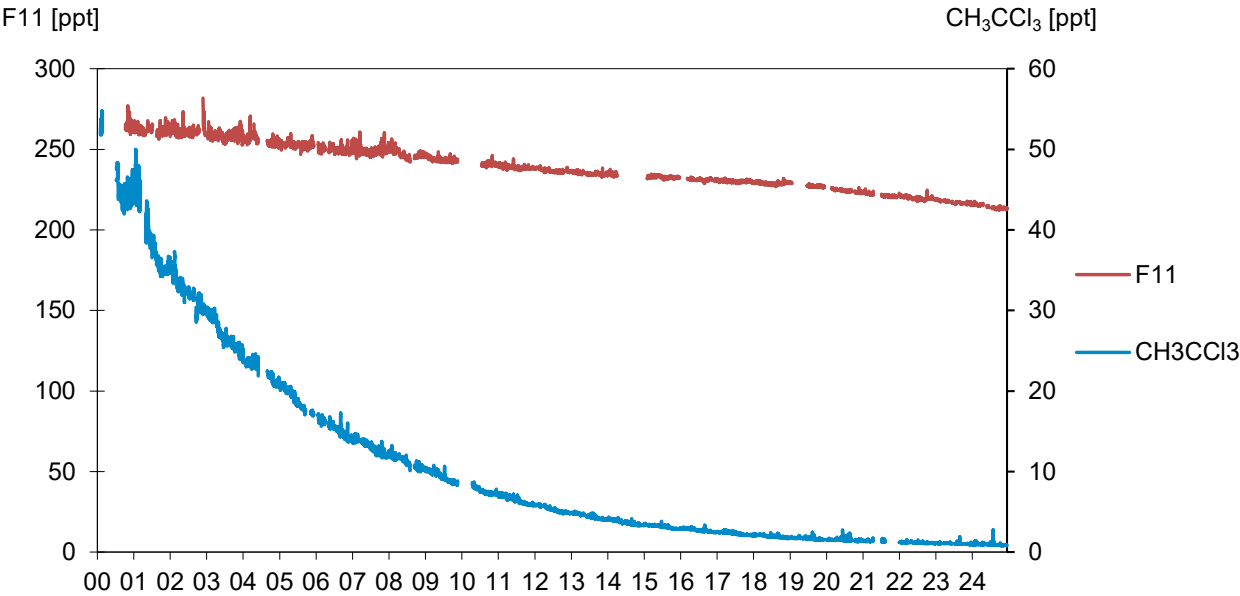


Abb. 37: 1,1,1-Trichlorethan und F11, Tagesmittelwerte 2000–2024 auf dem Jungfrauoch



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.

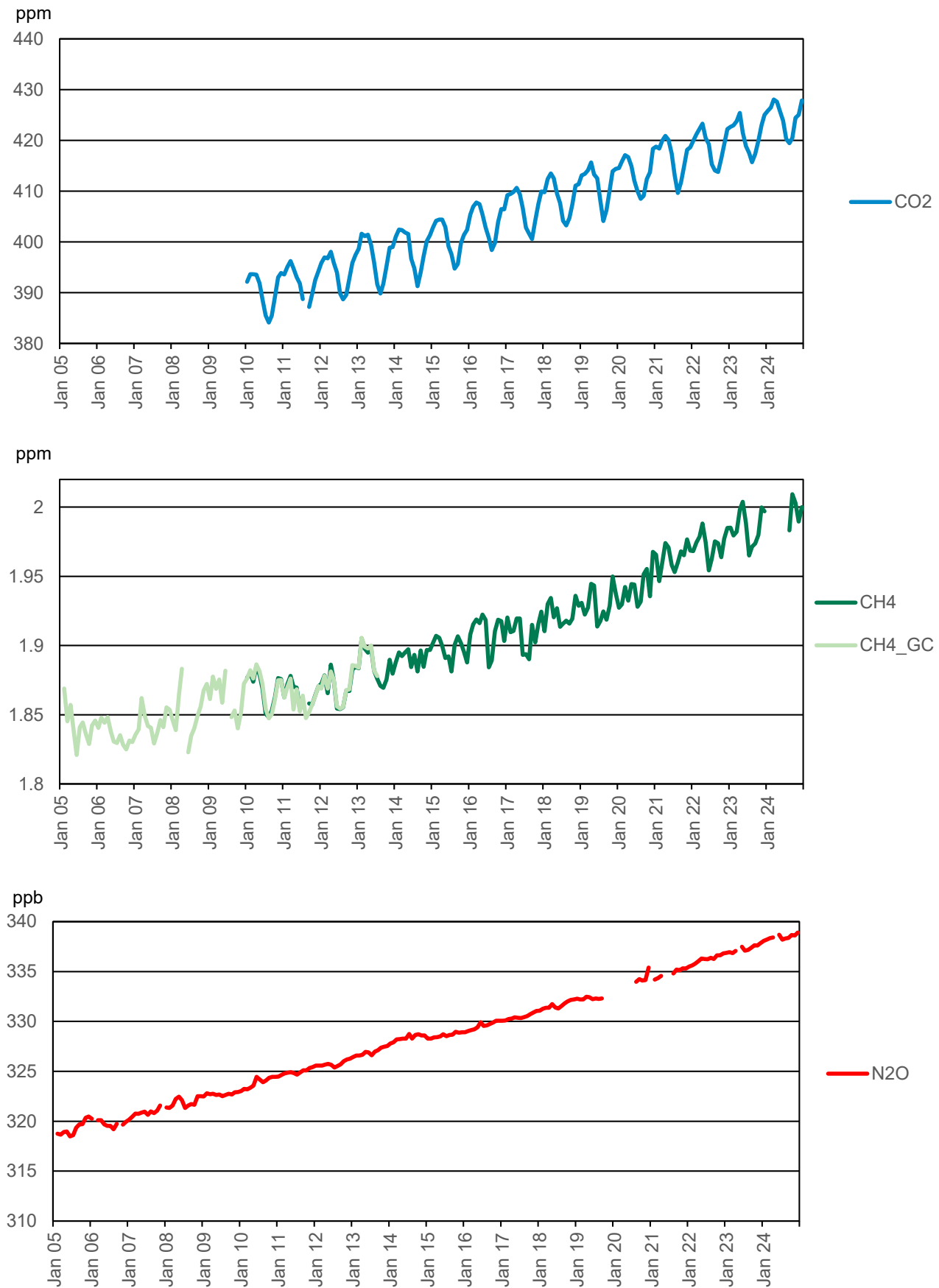
Die Konzentration von **Lachgas (N₂O)** hat seit dem Messbeginn im Jahre 2005 um mehr als 5 Prozent zugenommen. Lachgas wird aus stark gedüngten Böden und bei Verbrennungsvorgängen freigesetzt.

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 2005-2024, Jungfrauojoch

Methan (CH_4) wird mit zwei unterschiedlichen Geräten gemessen.



11 Staubniederschlag

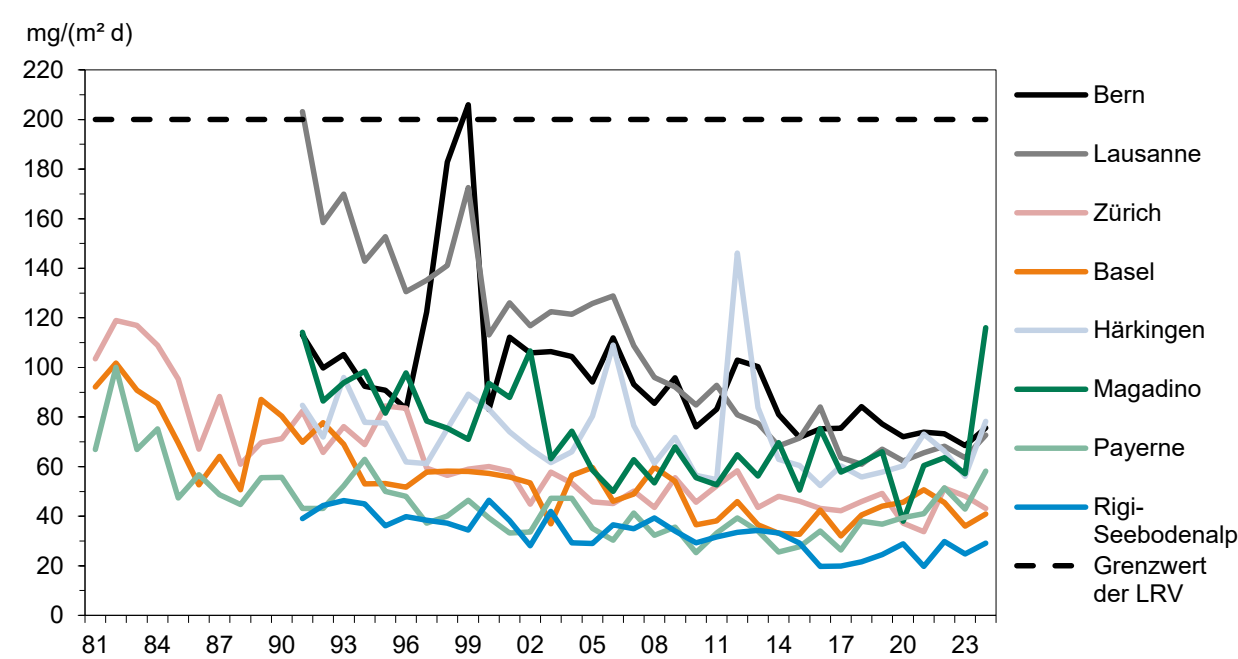
Entstehung und Charakterisierung

Die Gesamtmenge des Staubniederschlags, bestimmt nach der Bergerhoff-Methode, spielt heute in der Luftreinhaltung 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 1981–2024



Tab. 17: Staubniederschlag, Jahresstatistik 2024

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert mg/(m² d)
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	76
	Lausanne-César-Roux	73
Städtisch	Zürich-Kaserne	43
Vorstädtisch	Basel-Binningen	41
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	78
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	116
	Payerne	58
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	29
LRV-Immissionsgrenzwert		200

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 Maximalemissionen 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 $0,027 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$ 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 $6 \text{ ng}/\text{m}^3$ für Arsen und $20 \text{ ng}/\text{m}^3$ 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 $500 \text{ ng}/\text{m}^3$ 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 2024*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**	0.15	0.70	25.7
	Lausanne-César-Roux	1.0	<0.05**	0.11	<0.5*	12.4
Städtisch	Lugano-Università	1.9	<0.05**	0.15	<0.5*	5.1
	Zürich-Kaserne	1.5	<0.05**	0.14	<0.5*	8.4
Vorstädtisch	Basel-Binningen	2.0	<0.05**	0.15	<0.5*	3.4
	Dübendorf-Empa	1.3	<0.05**	0.14	<0.5*	12.1
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	1.9	<0.05**	0.14	<0.5*	10.4
	Sion-Aéroport-A9	2.5	<0.05**	0.16	0.50	13.3
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	1.5	<0.05**	0.17	<0.5*	4.7
	Payeme	0.9	<0.05**	<0.1***	<0.5*	1.8
	Tänikon	1.2	<0.05**	0.10	<0.5*	2.1
	Beromünster	1.6	<0.05**	<0.1***	<0.5*	1.0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	0.6	<0.05**	<0.1***	<0.5*	0.5
	Rigi-Seebodenalp	1.2	<0.05**	<0.1***	<0.5*	0.5
Hochgebirge	Jungfrauojoch	<0.5*	<0.05**	<0.1***	<0.5*	<0.5*
LRV-Immissionsgrenzwert		500	1.5			

Tab. 19: Schwermetalle im Staubniederschlag, Jahresstatistik 2024

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	4.5	0.05	114	0.012	0.42	3.03	55.4
	Lausanne-César-Roux	8.9	1.50	97	0.013	0.44	2.80	39.3
Städtisch	Zürich-Kaserne	2.7	0.13	24	0.008	0.23	1.20	15.0
Vorstädtisch	Basel-Binningen	2.8	0.47	18	0.009	0.25	1.07	7.3
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	2.4	1.14	54	0.011	0.35	1.47	14.4
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	3.4	0.09	22	0.027	0.67	1.70	7.0
	Payeme	1.2	0.86	12	0.009	0.23	1.17	3.4
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1.6	0.43	10	0.010	0.21	0.73	2.7
LRV-Immissionsgrenzwert		100	2	400	2			

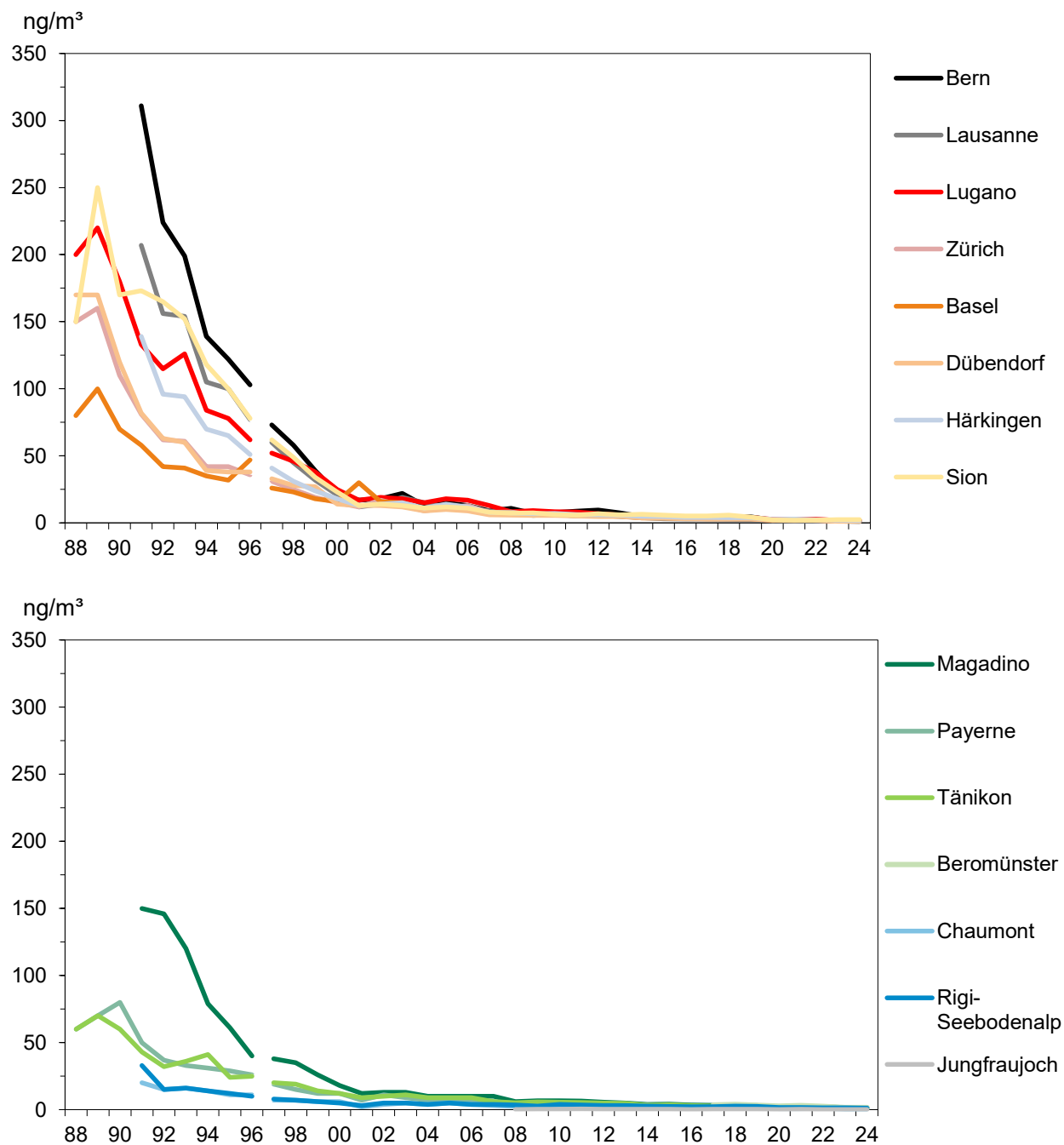
Abb. 40: Blei im Feinstaub (PM10, vor 1997 TSP), Jahresmittelwerte 1988–2024 (Grenzwert 500 ng/m³)

Abb. 41: Cadmium im Feinstaub (PM₁₀, vor 1997 TSP), Jahresmittelwerte 1988–2024

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

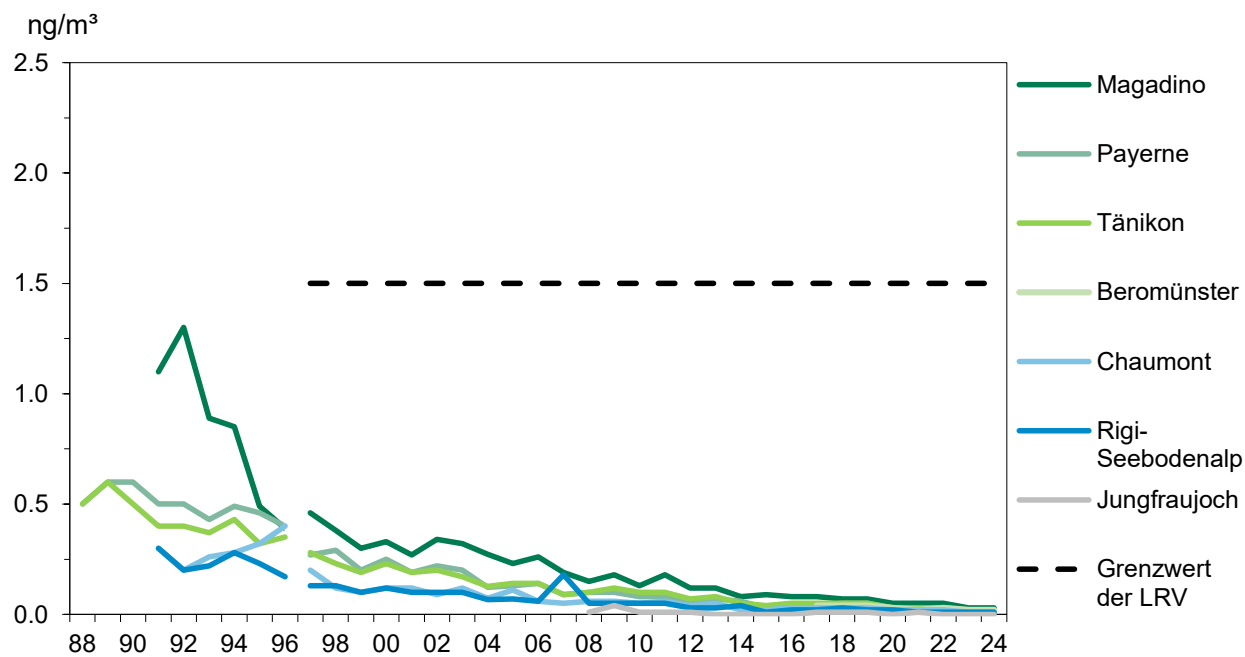
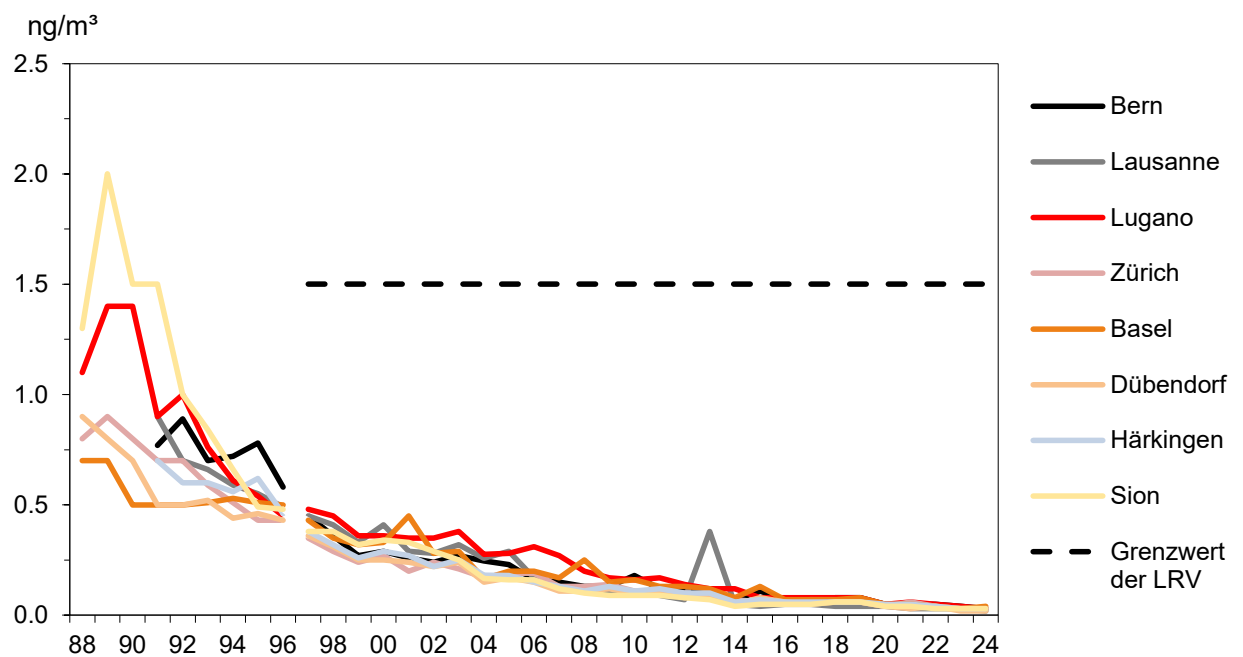


Abb. 42: Blei im Staubniederschlag, Jahresmittelwerte 1988–2024

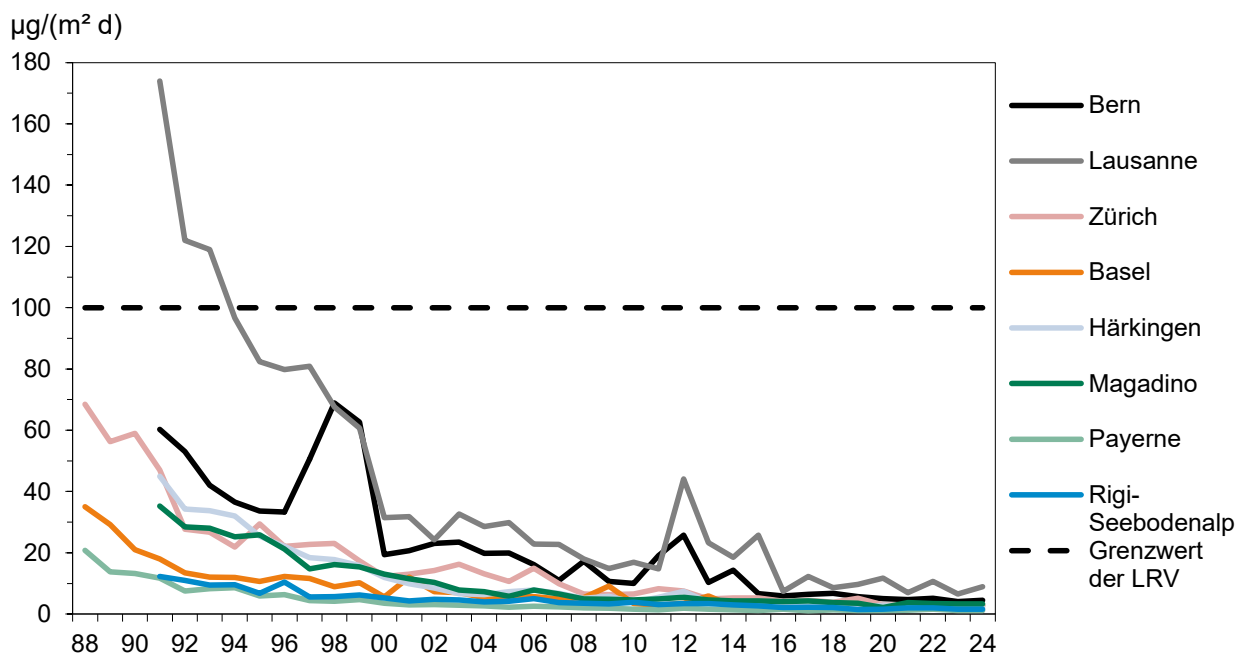


Abb. 43: Cadmium im Staubniederschlag, Jahresmittelwerte 1988–2024

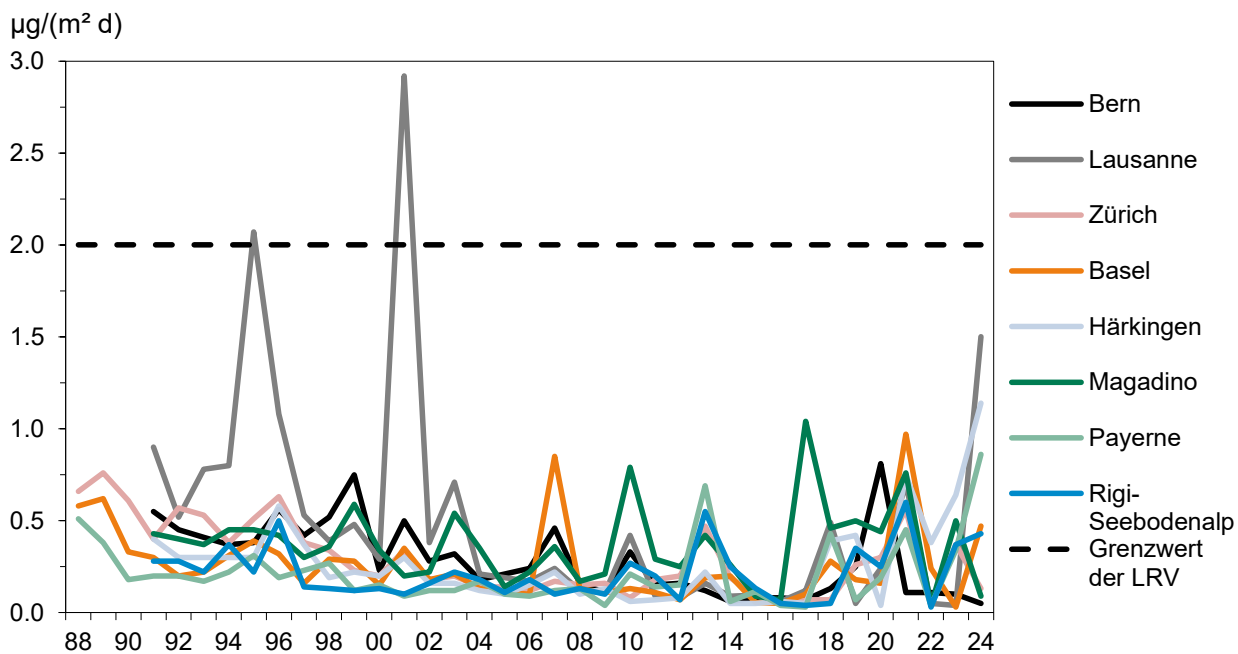
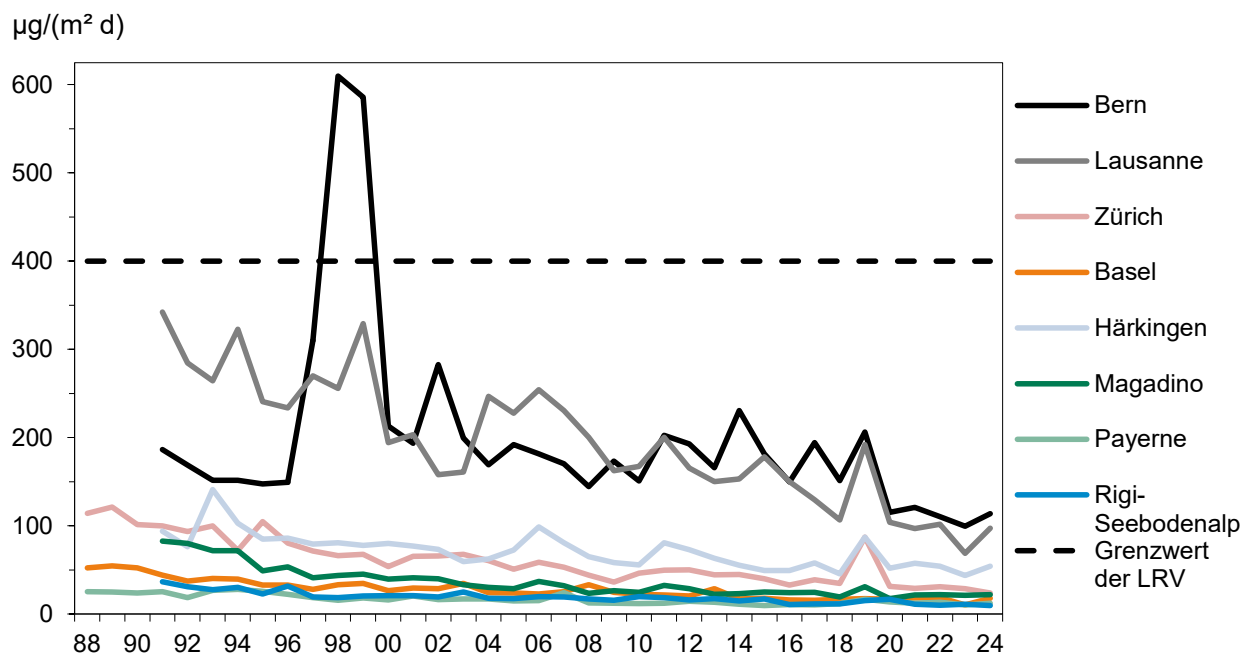


Abb. 44: Zink im Staubniederschlag, Jahresmittelwerte 1988–2024



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 Wochensammelproben 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.

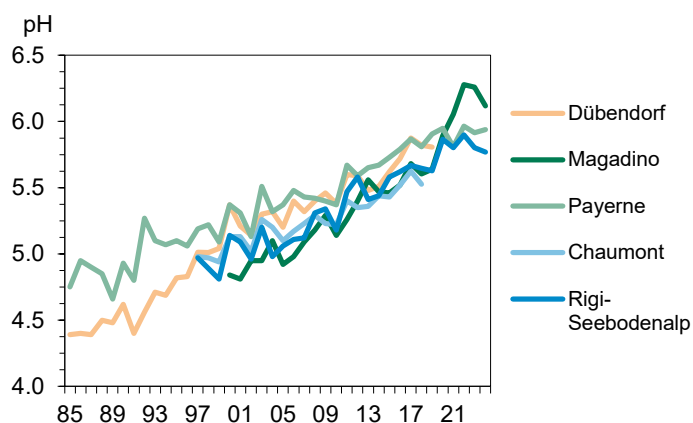
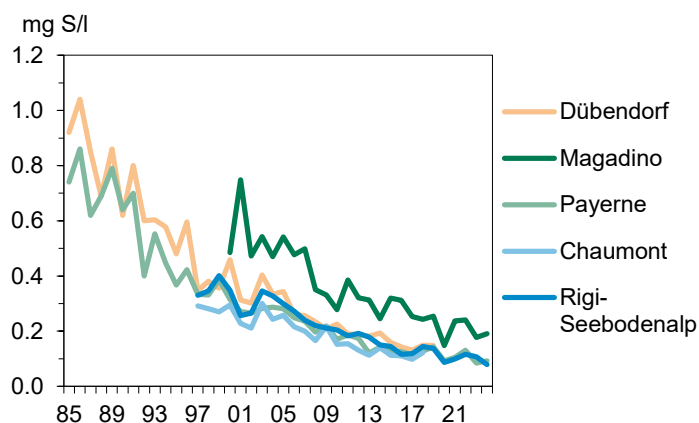
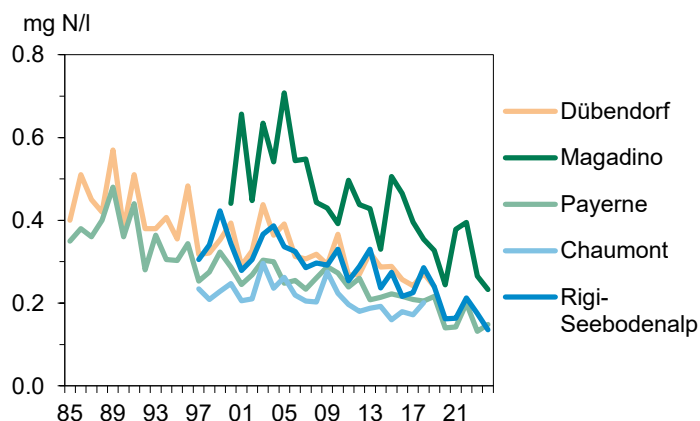
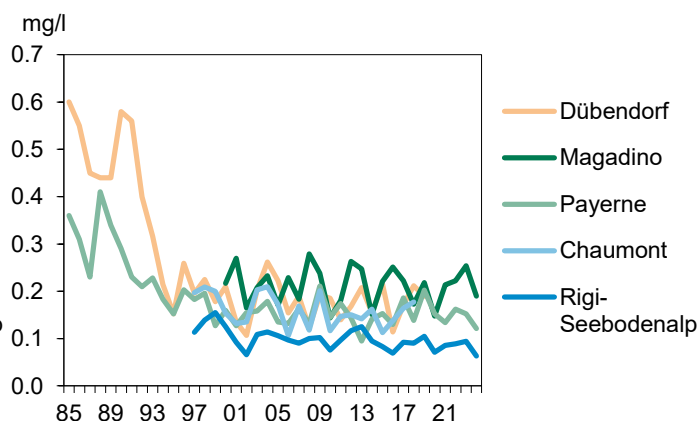
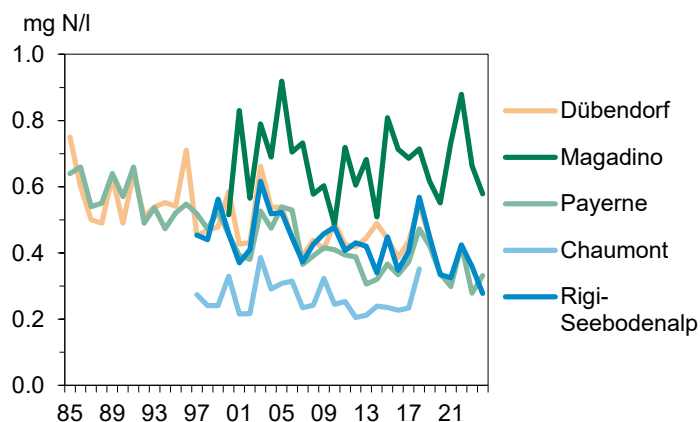
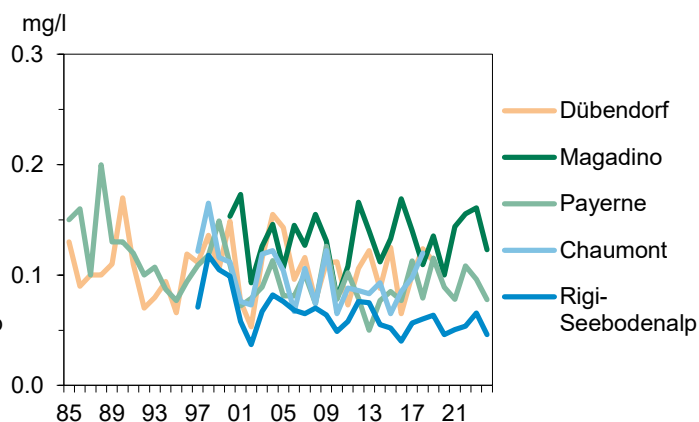
Abb. 45: pH-Wert des Regenwassers, Jahresmittelwerte 1985–2024**Abb. 46: Sulfat ($\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2024****Abb. 47: Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2024****Abb. 48: Chlorid (Cl^-)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2024****Abb. 49: Ammonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2024****Abb. 50: Natrium (Na^+)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2024**

Abb. 51: Kalium (K⁺)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2024

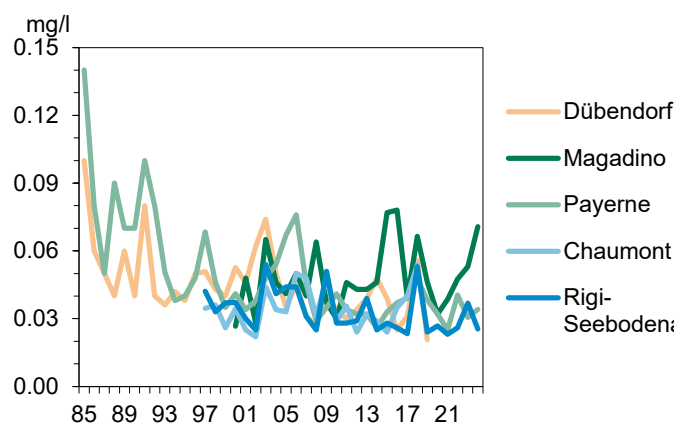


Abb. 52: Magnesium (Mg²⁺)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2024

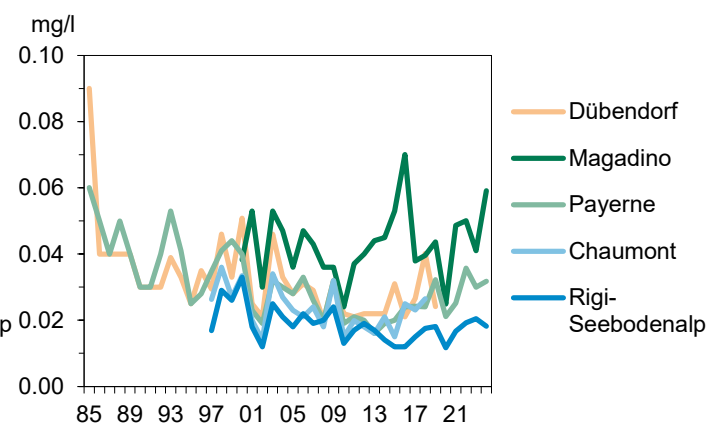
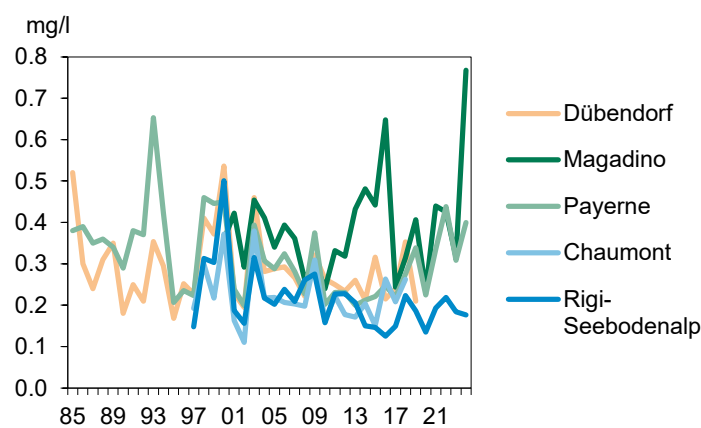


Abb. 53: Calcium (Ca²⁺)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2024



Tab. 20: Konzentrationen der Regeninhaltsstoffe, Jahresstatistik 2024

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	6.12	10.53	0.19	0.23	0.19	0.12	0.58	0.07	0.06	0.77
	Payerne	5.94	6.05	0.12	0.15	0.09	0.08	0.33	0.03	0.03	0.40
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	5.77	4.70	0.06	0.14	0.08	0.05	0.28	0.03	0.02	0.18

Abb. 54: Analysierte Niederschlagsmengen, Jahressummen 1985–2024

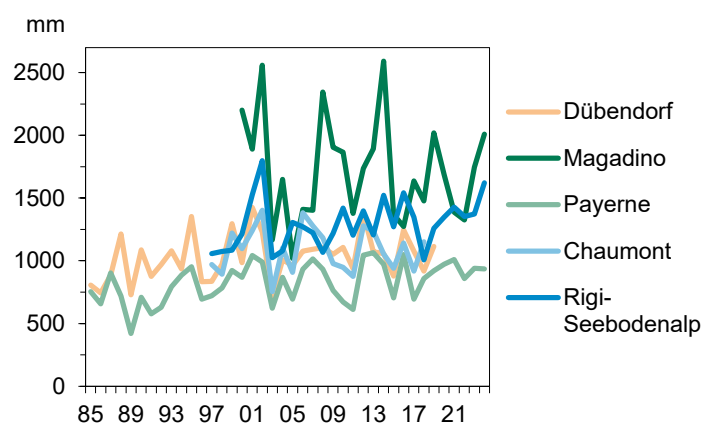


Abb. 55: Sulfat ($\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$)-Fracht, Jahresfrachten 1985–2024

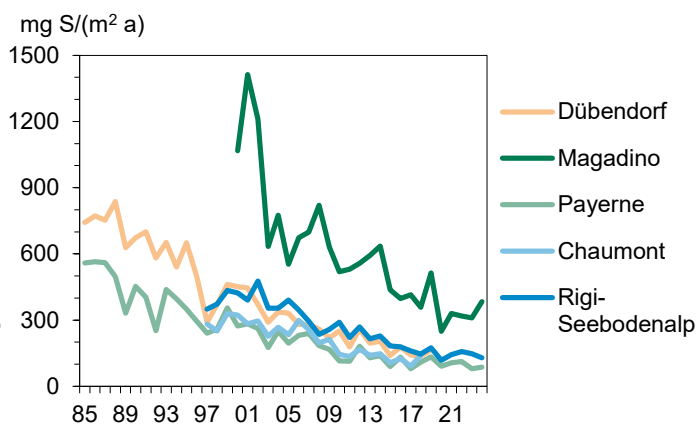


Abb. 56: Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$)-Fracht, Jahresfrachten 1985–2024

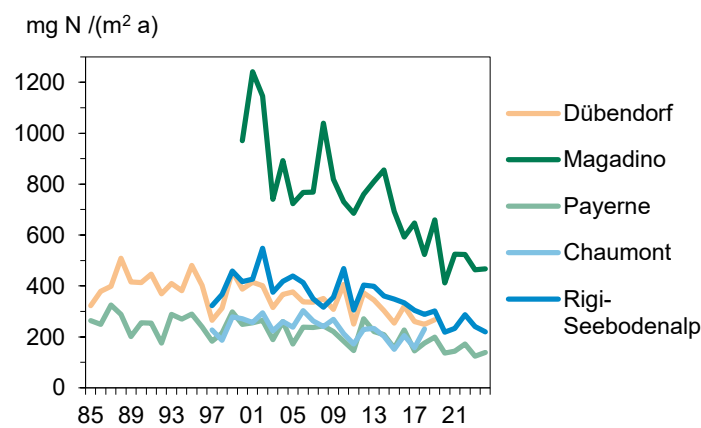
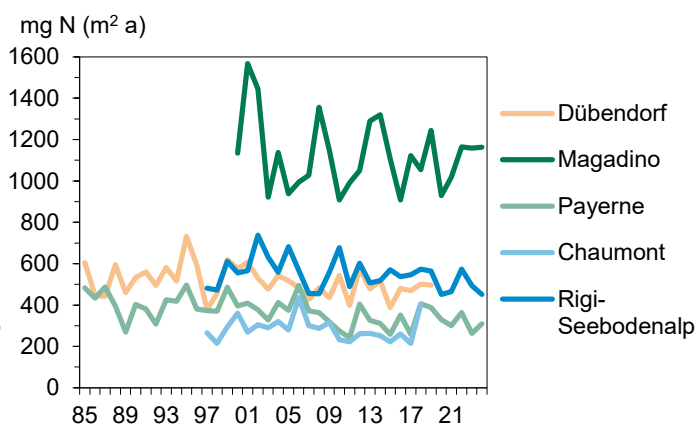


Abb. 57: Ammonium ($\text{NH}_4^+\text{-N}$)-Fracht, Jahresfrachten 1985–2024



Tab. 21: Jahresfrachten der Regeninhaltsstoffe, Jahresstatistik 2024

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert								
		Niederschlag mm	Cl mg/(m² a)	NO ₃ mg N/(m² a)	SO ₄ mg S/(m² a)	Na mg/(m² a)	NH ₄ mg N/(m² a)	K mg/(m² a)	Mg mg/(m² a)	Ca mg/(m² a)
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	2009	381	467	384	247	1163	142	119	1543
	Payerne	934	113	139	86	73	310	32	30	374
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1622	103	219	129	75	451	41	30	287

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 Minidenudermethode 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. Mit der Höhe über Meer nimmt die

absolute Konzentration ab und auch der relative Anteil der Stickstoffverbindungen in der Gasphase wird kleiner.

Im Jahr 2024 wurden an den drei Standorten Payerne, Tänikon und Beromünster kontinuierliche Messungen von Ammoniak vorgenommen. Die kontinuierlich gemessenen NH_3 -Konzentrationen sind tendenziell tiefer als die mit Passivsammlern oder Denudern erhobenen Messwerte (Bericht zu Ammoniak-Immissionsmessungen mit Passivsammlern, erhältlich auf <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/studien/luft-studien.html>). 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 Beromünster und Tänikon werden noch höhere Ammoniakkonzentrationen gemessen.

Bewertung

Die Summenmessung der reduzierten Stickstoffverbindungen auf Rigi-Seebodenalp zeigt keine signifikante 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 2004–2024 (Payerne) und 2000–2024 (Rigi-Seebodenalp)

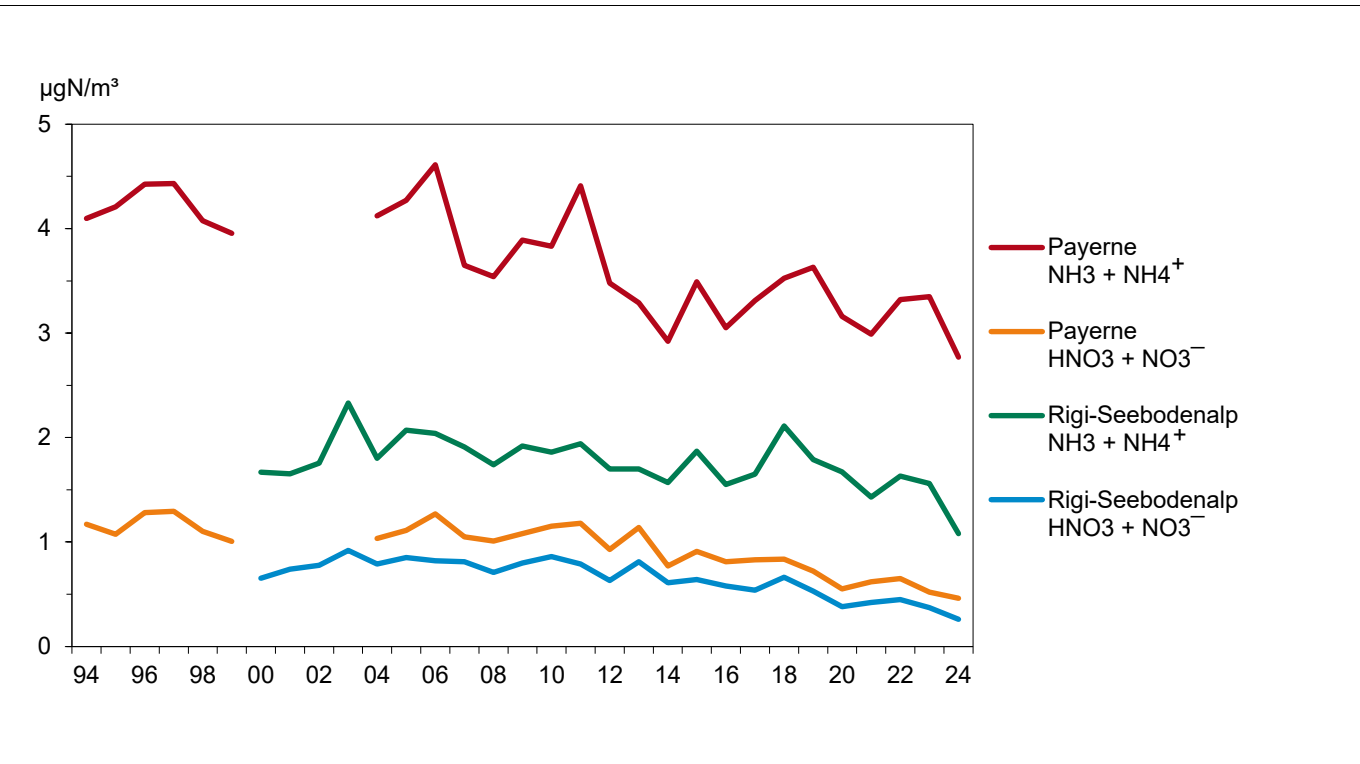
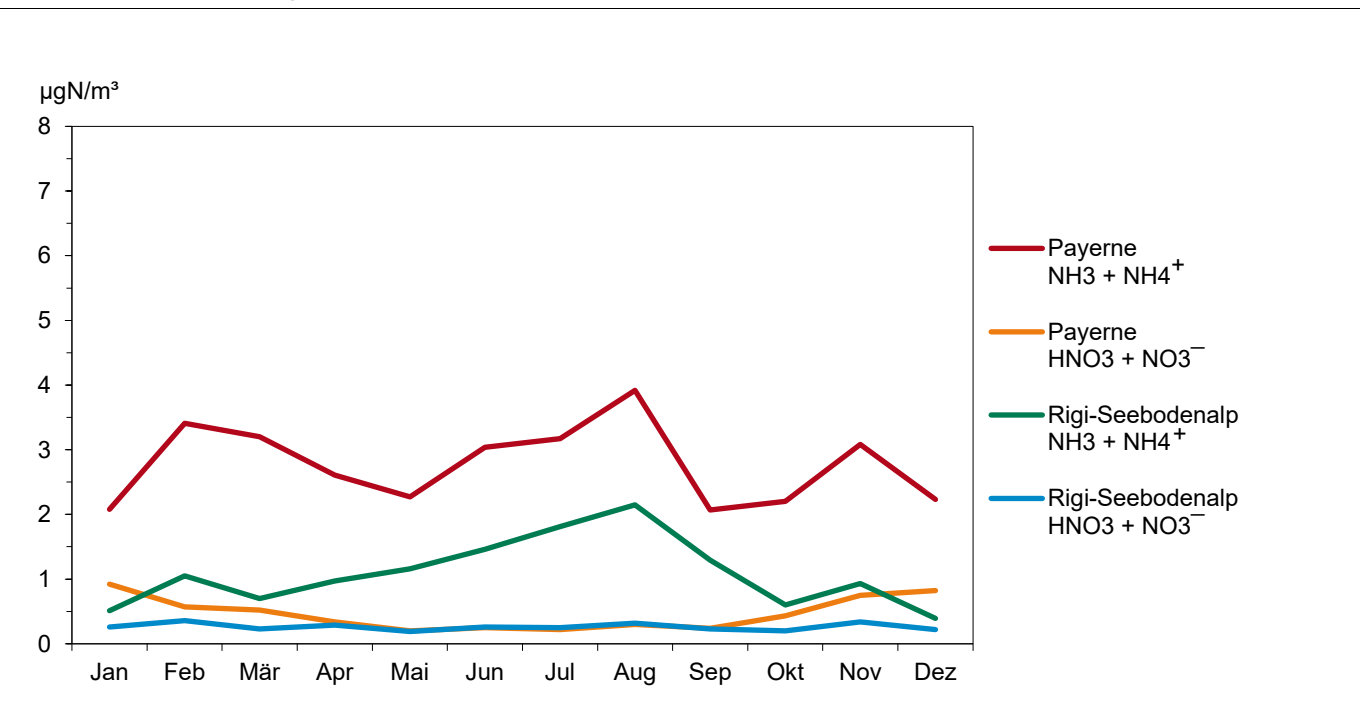


Abb. 59: Summenmessungen von Stickstoffkomponenten, Monatsmittelwerte 2024



Tab. 22: Summenmessungen von Stickstoffkomponenten, Jahresstatistik 2024

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	2.77	6.72	0.46	2.83
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1.08	4.09	0.26	1.87

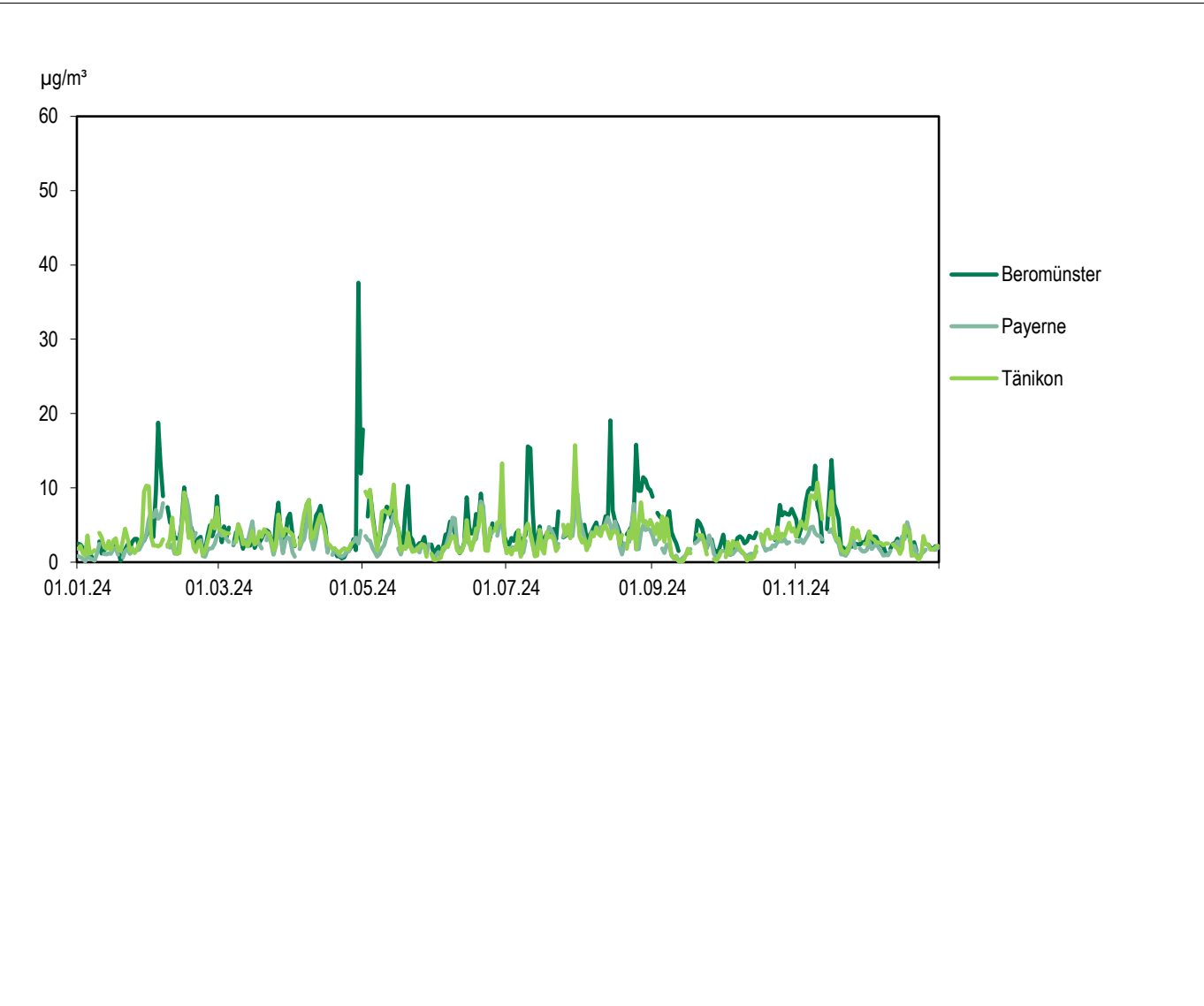
Tab. 23: Reaktive Stickstoffverbindungen, Jahresstatistik 2024

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 Partikelphase
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	4.74	0.54	0.24	0.34	5.86	85%	15%
	Payerne	2.18	0.47	0.13	0.36	3.14	74%	26%
	Beromünster	5.47		0.13	0.36	5.96	94%	6%
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.79	0.29	0.08	0.20	1.36	64%	36%

Tab. 24: Ammoniak (NH₃), Jahresstatistik 2024

Standorttyp	Station	Jahresmittel µg/m ³	max. 24-h Mittelwert µg/m ³	max. Stundenmittelwert µg/m ³
Ländlich, unterhalb 1000 m	Beromünster	4.4	37.6	249.2
	Payerne	2.7	9.3	17.3
	Tänikon	3.4	15.7	46.3

Abb. 60: Ammoniakkonzentration, Tagesmittelwerte 2024



15 Monats- und Jahreswerte der Stationen

Basel-Binningen (Vorstädtisch)

Jahresübersicht 2024

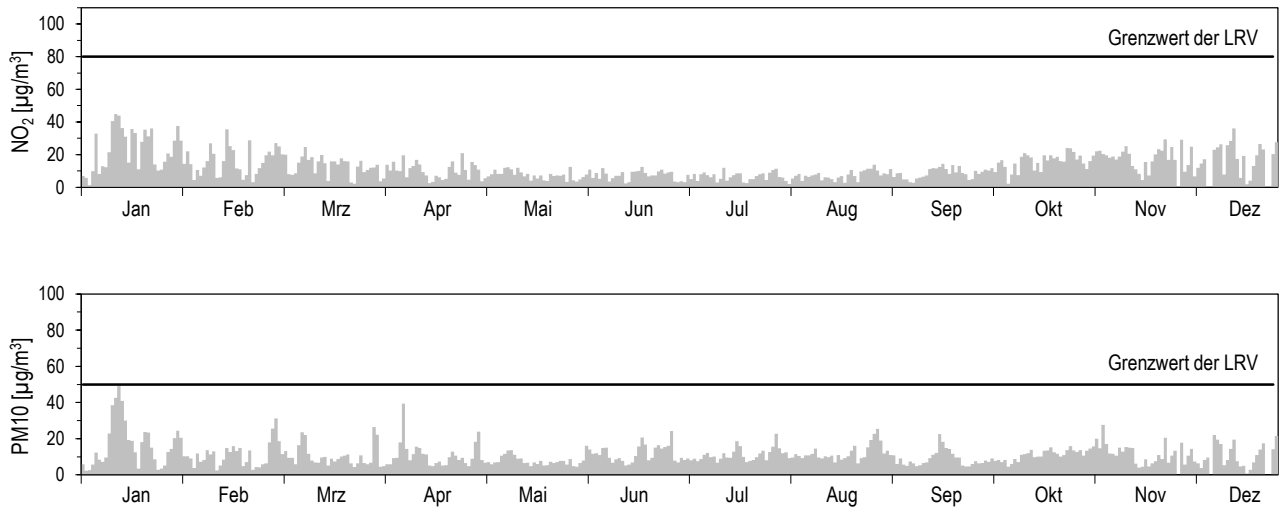
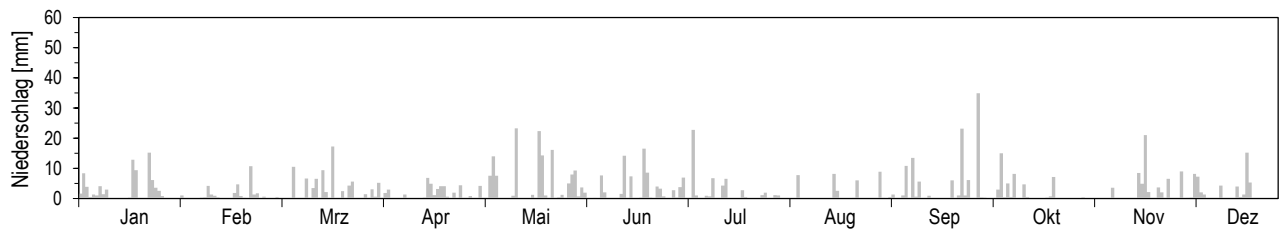
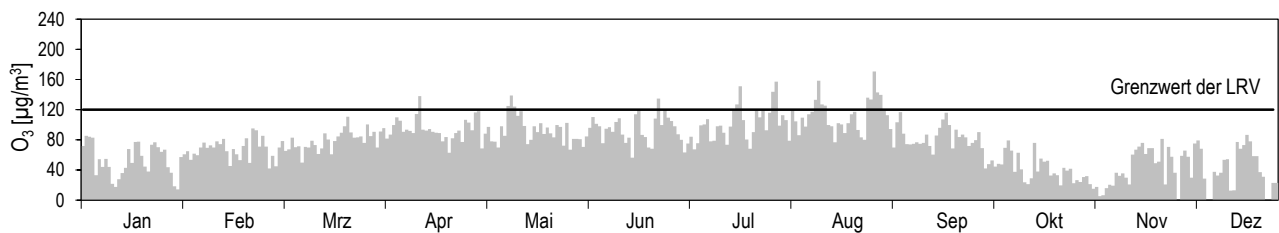
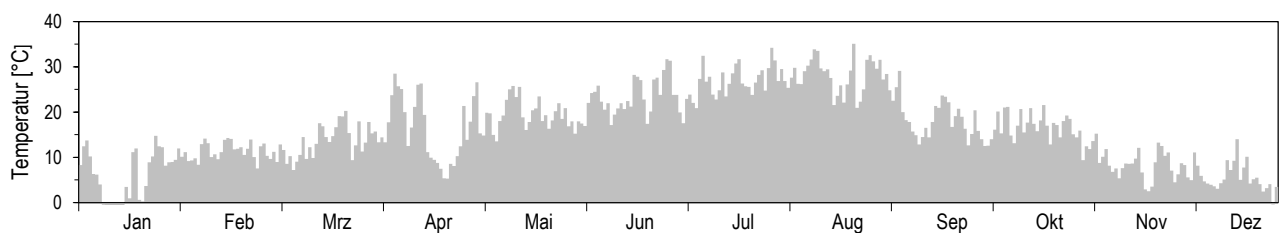
Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.75	0.66	0.61	0.53	0.37	0.38	0.43	0.41	0.30	0.45	0.54	0.62	0.50
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	2.12	2.32	1.76	1.66	1.01	0.90	1.16	1.28	0.97	1.29	2.08	2.28	2.32
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	23.2	15.5	14.0	10.2	7.5	7.6	6.5	6.9	8.4	14.8	17.8	18.5	12.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	44.9	35.6	27.1	21.0	13.6	12.4	12.0	13.8	14.4	24.1	29.4	36.0	44.9
	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	4.5	1.7	1.5	0.9	0.7	0.8	0.7	0.6	1.0	2.7	4.5	3.6	1.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	24.0	9.4	5.4	2.5	2.0	2.1	1.9	1.6	3.5	9.6	16.2	21.5	24.0
NO _x	Mittelwerte	ppb	15.7	9.5	8.5	6.0	4.5	4.7	4.0	4.1	5.2	9.9	12.9	12.6	8.1
	max. 24h-Mittelwert	ppb	38.9	23.7	17.4	12.4	8.7	7.5	7.5	8.0	9.4	18.0	25.4	36.0	38.9
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	34	44	52	68	66	65	66	73	57	26	24	30	51
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	81	83	96	110	121	114	124	142	114	72	70	78	142
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	85	95	111	138	139	135	157	171	140	90	81	87	171
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	5	15	7	24	52	6	0	0	0	109
	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	16.9	10.7	11.0	10.3	8.2	12.0	10.7	11.9	9.7	10.2	12.2	11.2	11.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	49.0	31.2	31.2	39.4	23.8	24.3	22.7	25.4	25.4	15.8	27.6	22.0	49.0
	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	13.3	6.6	7.1	5.5	4.8	7.2	6.2	7.8	6.8	6.3	8.1	8.6	7.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	42.9	22.1	22.1	11.9	11.6	14.6	12.1	19.3	19.3	11.0	18.2	21.7	42.9
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.70	0.40	0.35	0.25	0.20	0.20	0.20	0.20	0.23	0.31	0.40	0.39	0.32
P_Anz	Mittelwerte	1/cm ³	7783	6767	6998	7162	6188	7444	6911	6792	6027	7122	6934	6887	6914
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	24	14	33	56	43	65	152	25	19	27	18	14	41

-) keine Messwerte vorhanden

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	3.1	8.2	9.3	11.0	14.9	18.7	21.0	22.2	15.6	12.9	6.2	3.1	12.2
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	525	344	312	218	8	0	0	0	68	90	414	525	2503
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	44	69	120	161	198	216	247	247	139	80	54	38	135
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	81	76	74	69	75	73	70	69	78	86	84	83	77
Niederschlag	Summen	mm	76	31	74	44	138	77	62	26	81	81	54	59	804
Druck	Mittelwerte	hPa	983	978	973	979	976	978	979	979	979	980	985	986	980

-) 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 2024****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 2024

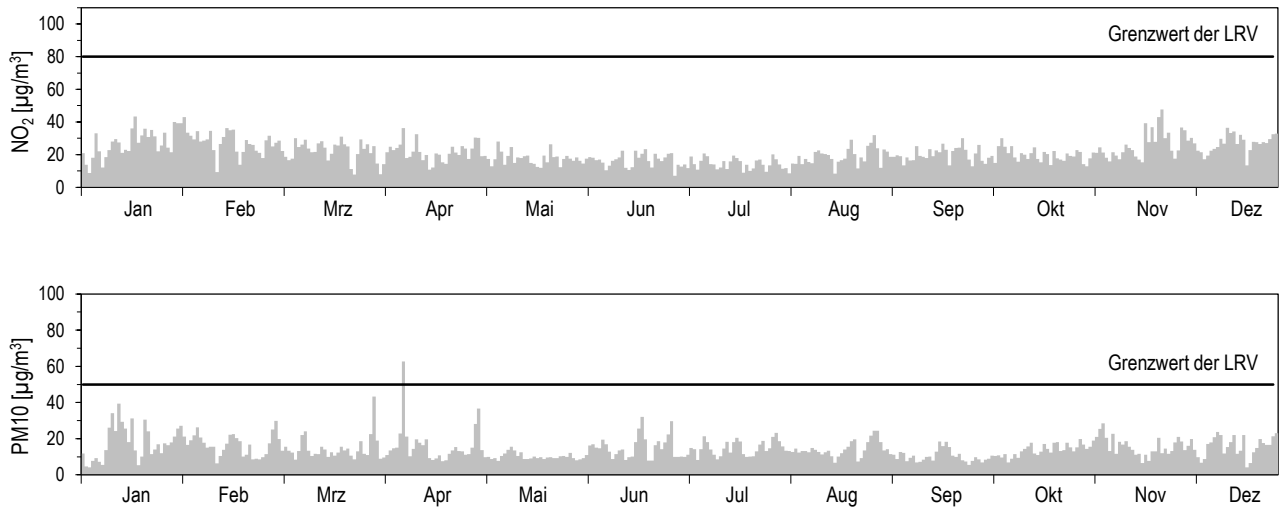
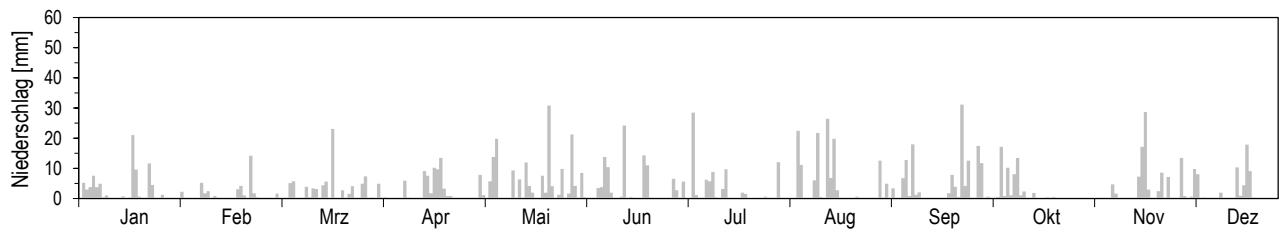
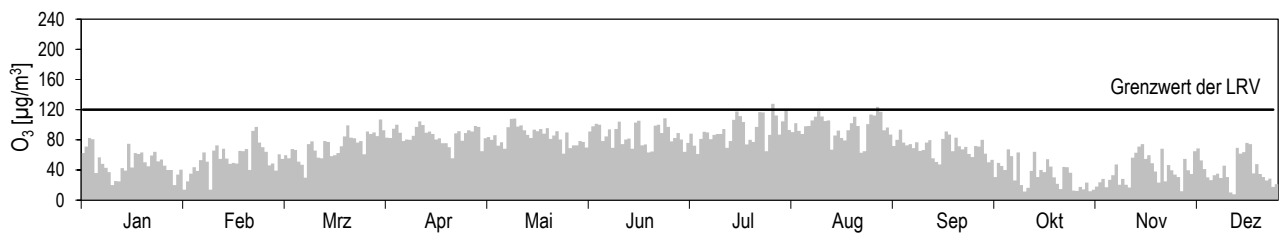
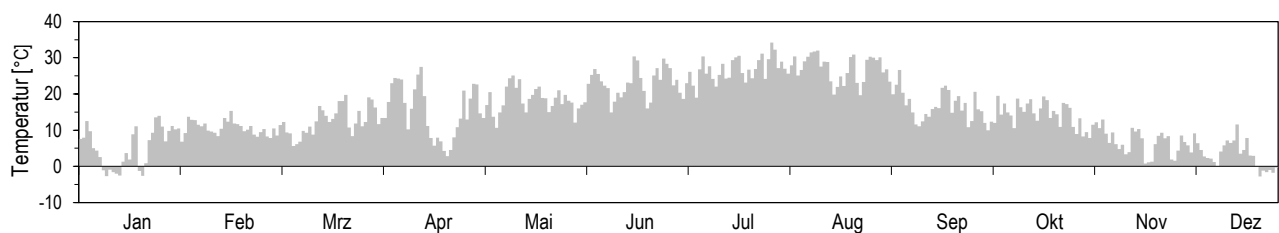
Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	27.0	27.6	22.9	20.9	18.2	16.7	14.5	18.1	20.1	19.9	24.0	27.3	21.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	43.3	43.0	30.9	36.3	30.5	23.3	20.8	31.9	30.1	30.0	47.7	36.6	47.7
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	14.5	17.7	10.2	7.6	7.2	6.6	5.0	7.4	10.9	14.9	16.9	15.8	11.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	43.3	45.5	19.0	16.1	11.9	13.3	8.8	18.2	20.4	29.1	34.3	59.0	59.0
NO _x	Mittelwerte	ppb	25.7	28.6	20.1	17.0	15.3	14.0	11.7	15.4	19.2	22.4	26.1	26.9	20.2
	max. 24h-Mittelwert	ppb	55.3	59.0	31.1	31.9	24.5	22.3	17.4	29.9	29.4	36.5	52.5	65.2	65.2
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	31	29	42	57	58	58	58	61	44	20	20	24	42
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	74	76	86	97	98	101	110	114	92	62	64	72	114
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	82	97	99	107	108	109	128	124	117	80	74	76	128
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	6
	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	0.35	0.38	0.29	0.26	0.25	0.24	0.24	0.28	0.31	0.31	0.32	0.31	0.29
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.69	1.34	0.44	0.35	0.31	0.33	0.34	0.38	0.46	0.38	0.43	0.55	1.34
	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	0.63	0.67	0.54	0.4	0.34	0.35	0.36	0.42	0.43	0.63	0.74	0.78	0.52
Toluol	Mittelwerte	µg/m ³	1.33	1.91	1.35	1.2	1.18	1.32	1.3	1.65	1.4	2.04	1.95	1.48	1.51
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	17.9	16.5	15.0	15.4	11.2	15.3	14.2	14.3	11.0	12.5	15.9	16.0	14.6
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	39.3	29.8	43.2	62.8	36.6	32.1	23.1	24.4	24.3	18.1	28.5	23.6	62.8
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	11.5	9.6	9.0	8.7	7.1	9.1	8.1	9.2	6.9	7.5	10.2	10.5	8.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	28.7	21.2	21.2	20.6	17.0	17.9	13.5	17.0	17.0	11.2	16.7	20.7	28.7
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.70	0.75	0.54	0.46	0.42	0.41	0.39	0.41	0.41	0.54	0.61	0.58	0.52
P_Anz	Mittelwerte	1/cm ³	10915	13403	11023	10024	10350	10541	10367	12969	13970	11849	12056	10512	11486
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	36	56	53	91	72	75	196	63	109	59	52	45	76

Meteorologische Messgrössen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.6	7.0	8.2	10.2	14.0	18.2	21.2	21.7	14.5	11.8	4.9	1.4	11.3
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	539	376	344	243	64	0	0	0	75	141	454	575	2811
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	43	81	117	167	196	216	256	241	139	83	52	37	136
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	78	73	70	64	71	69	64	66	77	89	88	86	75
Niederschlag	Summen	mm	80	38	78	69	176	101	77	131	126	88	81	78	1124
Druck	Mittelwerte	hPa	958	954	948	955	952	953	955	955	954	956	960	961	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	14182	15084	15376	14856	15506	15184	12871	13876	14113	14728	15462	14638	14656

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

Bern-Bollwerk (Städtisch, verkehrsbelastet)**Jahresübersicht 2024****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 2024

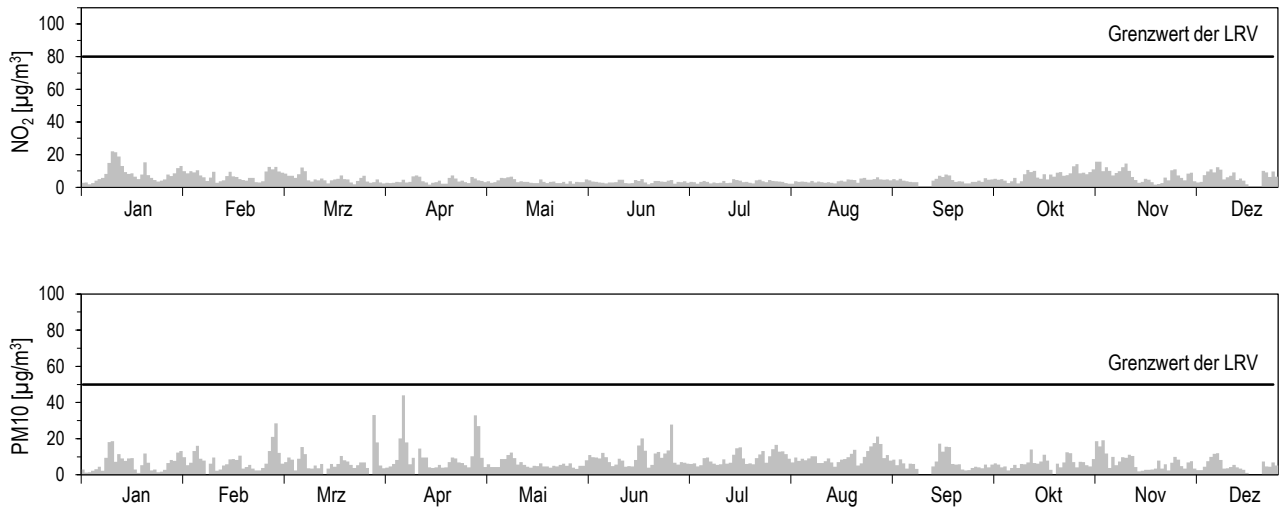
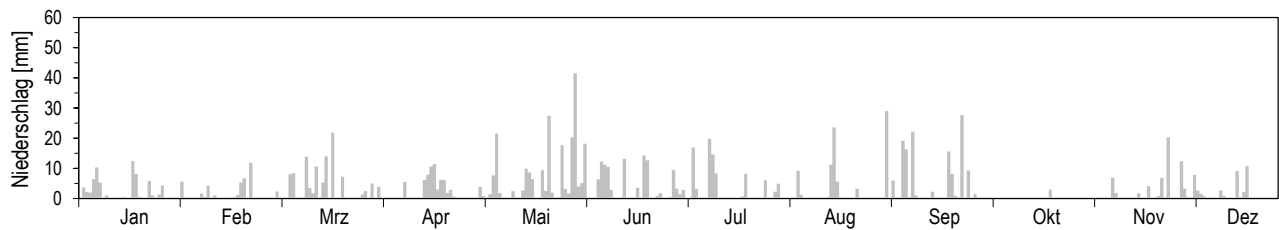
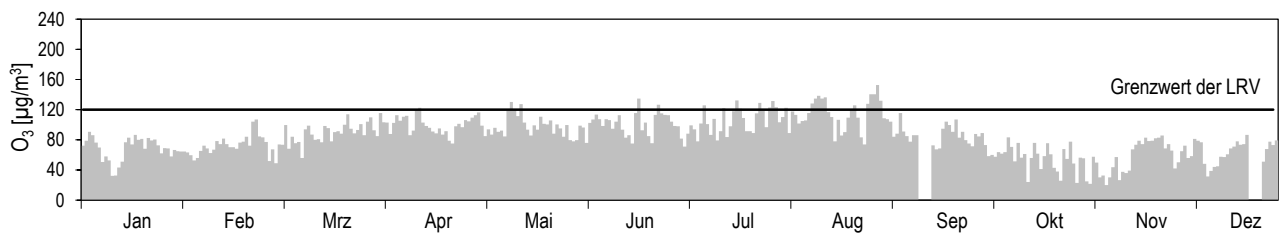
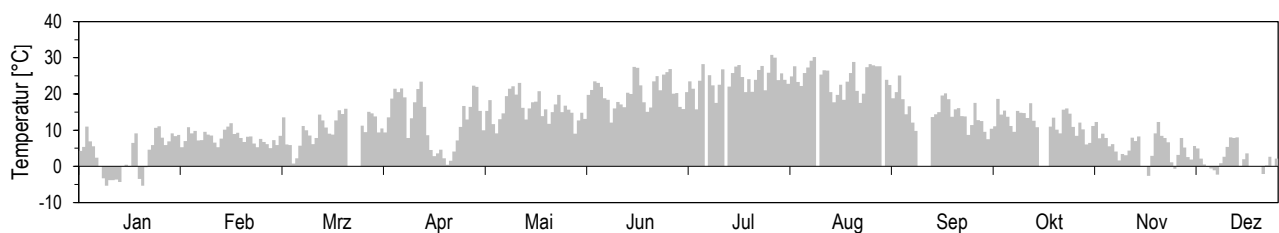
Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	8.4	6.9	5.6	3.9	3.6	3.4	3.4	3.7	4.4	6.6	8.0	7.0	5.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	22.0	13.0	12.5	7.3	6.5	5.1	4.9	6.2	7.8	14.2	15.7	12.3	22.0
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.7	0.3	0.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	2.9	1.1	1.1	0.6	0.5	0.5	0.3	0.5	0.5	1.9	2.2	1.0	2.9
NO _x	Mittelwerte	ppb	4.9	3.9	3.2	2.3	2.1	1.9	1.9	2.1	2.5	3.9	4.7	3.9	3.1
	max. 24h-Mittelwert	ppb	13.8	7.2	7.3	4.3	3.6	2.9	2.8	3.4	4.4	8.7	9.7	6.7	13.8
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	59	61	72	86	83	84	82	90	73	44	43	52	69
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	85	88	103	114	119	116	125	135	114	78	81	82	135
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	91	107	114	123	130	135	132	153	132	89	86	86	153
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	5	14	10	31	76	10	0	0	0	146
	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	0.49	0.39	0.35	0.20	0.14	0.13	0.12	0.17	0.22	0.32	0.39	0.40	0.30
Toluol	Mittelwerte	µg/m ³					0.33	0.43	0.44	0.55	0.56	0.89	1.00	0.55	0.65*
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	6.6	8.2	8.1	9.8	6.6	9.6	8.5	9.9	7.6	6.3	7.4	5.6	7.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	18.7	28.5	33.1	44.0	32.9	27.8	16.6	21.1	21.1	14.0	19.1	12.0	44.0
	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	5.5	6.8	8.4	12.2	16.2	19.0	20.0	13.3	10.3	4.2	0.7	9.9
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	590	420	360	313	140	45	0	0	93	230	438	518	3147
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	48	76	117	169	193	205	250	226	128	76	51	37	132
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	88	83	81	74	80	80	76	75	87	94	92	88	83
Niederschlag	Summen	mm	66	40	108	66	194	128	94	63	-	-	62	-	1120*
Druck	Mittelwerte	hPa	926	923	918	924	923	924	926	927	924	925	929	930	925

-) 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.

Beromünster (Ländlich, unterhalb 1000 m)**Jahresübersicht 2024****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)

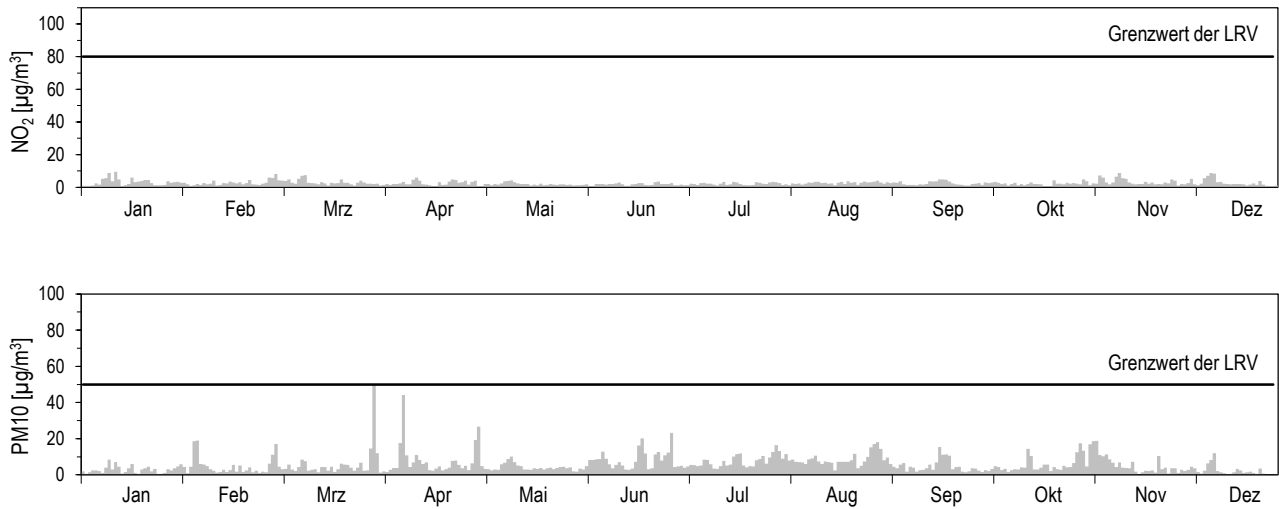
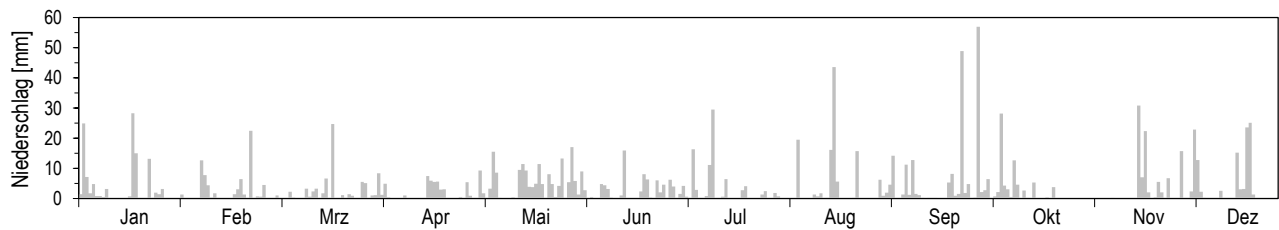
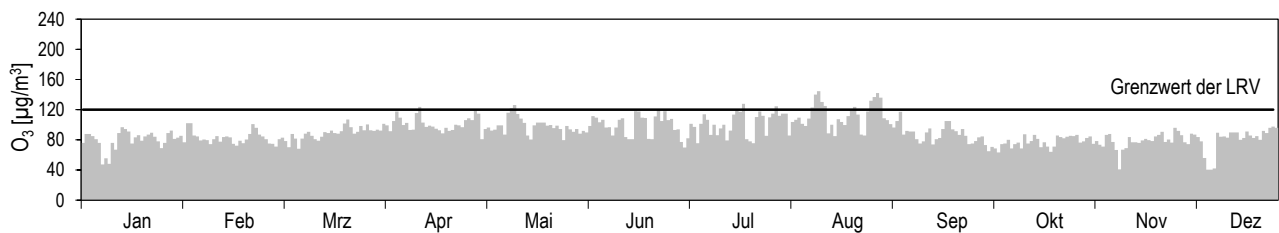
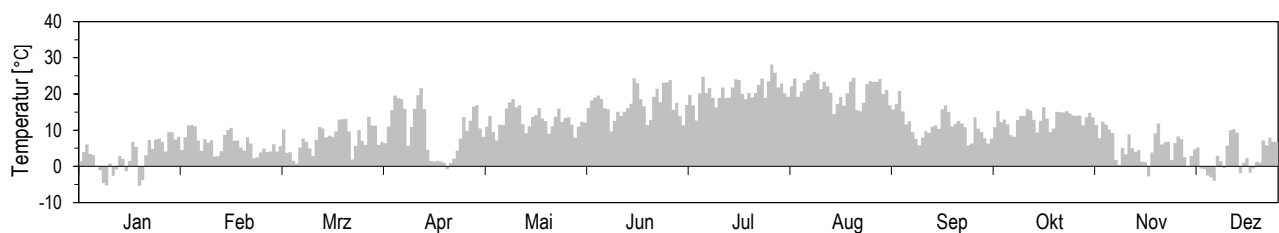
Jahresübersicht 2024

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	3.2	2.7	3.1	2.7	2.0	2.0	2.1	2.6	2.5	2.4	3.4	2.7	2.6
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	9.4	8.1	8.1	5.9	4.3	3.5	3.4	4.2	4.9	4.3	8.6	8.7	9.4
	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	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.0	0.4	0.8	0.4	0.2	0.3	0.5	0.4	0.4	0.6	0.5	0.5	1.0
NO _x	Mittelwerte	ppb	1.8	1.6	1.8	1.6	1.2	1.1	1.2	1.5	1.4	1.4	1.9	1.5	1.50
	max. 24h-Mittelwert	ppb	5.7	4.5	4.5	3.4	2.4	2.0	2.0	2.3	2.8	2.5	4.9	4.9	5.70
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	70	72	78	92	87	85	84	94	79	64	65	72	79
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	92	97	100	116	117	112	117	137	112	85	86	95	137
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	97	102	107	124	126	120	128	144	136	87	96	98	144
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	7	10	1	3	79	8	0	0	0	108
	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	4.9	6.0	7.1	4.9	8.3	7.0	8.6	5.6	4.4	6.8	2.3	5.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	8.5	19.0	49.8	44.1	26.7	23.3	16.5	18.2	18.2	14.4	18.8	12.0	49.8
	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	0.6	4.0	4.6	6.2	9.6	13.7	16.4	17.7	10.5	9.8	4.3	0.8	8.2
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	600	463	478	379	282	110	30	9	230	292	464	595	3921
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	52	77	120	170	185	204	251	244	129	90	75	45	137
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	78	78	79	72	81	80	76	74	86	85	79	74	79
Niederschlag	Summen	mm	110	69	63	53	158	83	87	106	130	137	78	131	1205
Druck	Mittelwerte	hPa	888	886	880	887	886	888	890	891	888	889	891	892	888

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.

Chaumont (Ländlich, oberhalb 1000 m)**Jahresübersicht 2024****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 2024

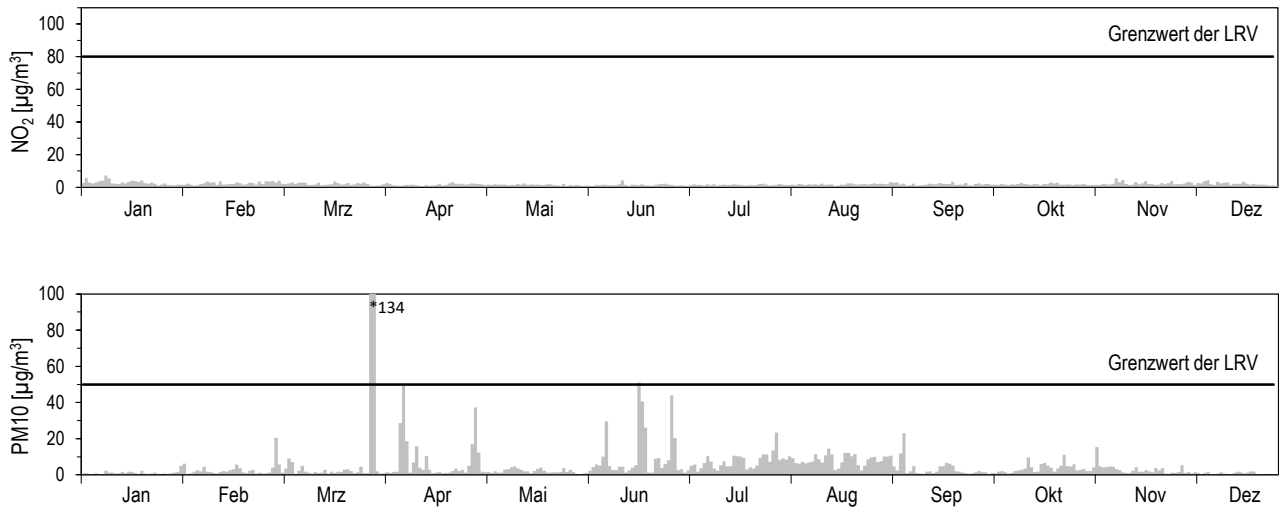
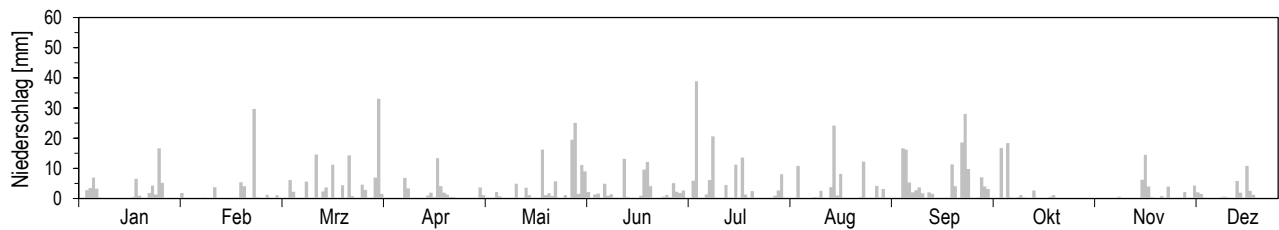
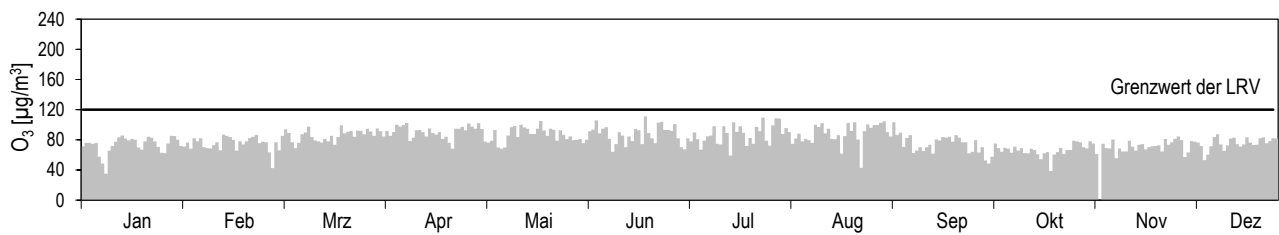
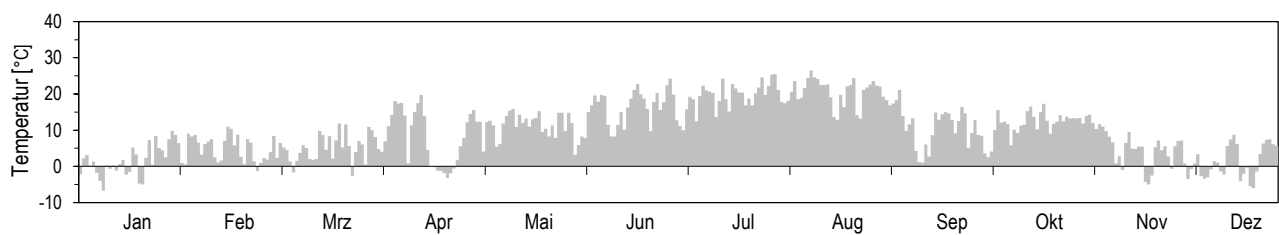
Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	2.9	2.4	2.1	1.6	1.6	1.5	1.4	1.7	1.9	1.9	2.3	2.2	1.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	7.2	3.8	4.0	3.2	2.5	4.3	2.1	2.5	3.2	3.0	5.6	4.3	7.2
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.9	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.7	0.5	0.9
NO _x	Mittelwerte	ppb	2.0	1.6	1.4	1.1	1.1	1.0	1.0	1.2	1.3	1.3	1.5	1.4	1.3
	max. 24h-Mittelwert	ppb	5.2	2.7	2.7	2.1	1.8	2.9	1.4	1.6	2.1	2.0	4.0	3.0	5.2
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	65	66	73	80	72	69	64	67	63	49	60	68	66
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	84	84	93	99	99	97	98	102	100	70	78	83	102
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	86	87	99	102	105	111	109	108	104	79	81	87	111
	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
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	1.1	2.8	10.1	7.5	2.5	10.4	6.8	8.3	4.4	3.4	3.0	1.1	5.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	5.0	20.6	133.8	49.1	37.3	51.1	23.4	23.4	23.0	11.1	15.4	5.4	133.8
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3

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	-2.0	1.3	1.4	3.6	7.3	11.4	14.3	15.4	8.2	7.4	1.6	-1.8	5.7
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	684	542	575	478	394	172	63	36	305	404	551	677	4868
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	67	97	137	203	196	209	240	215	135	92	81	53	144
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	72	74	75	67	76	77	79	77	81	81	65	71	75
Niederschlag	Summen	mm	55	47	82	70	89	82	114	79	128	57	31	35	869
Druck	Mittelwerte	hPa	835	833	829	835	834	837	839	840	836	838	839	838	836

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.

Davos-Seehornwald (Ländlich, oberhalb 1000 m)**Jahresübersicht 2024****Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀****Niederschlagssumme pro Tag****Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃****Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag**

Dübendorf-Empa (Vorstädtisch)

Jahresübersicht 2024

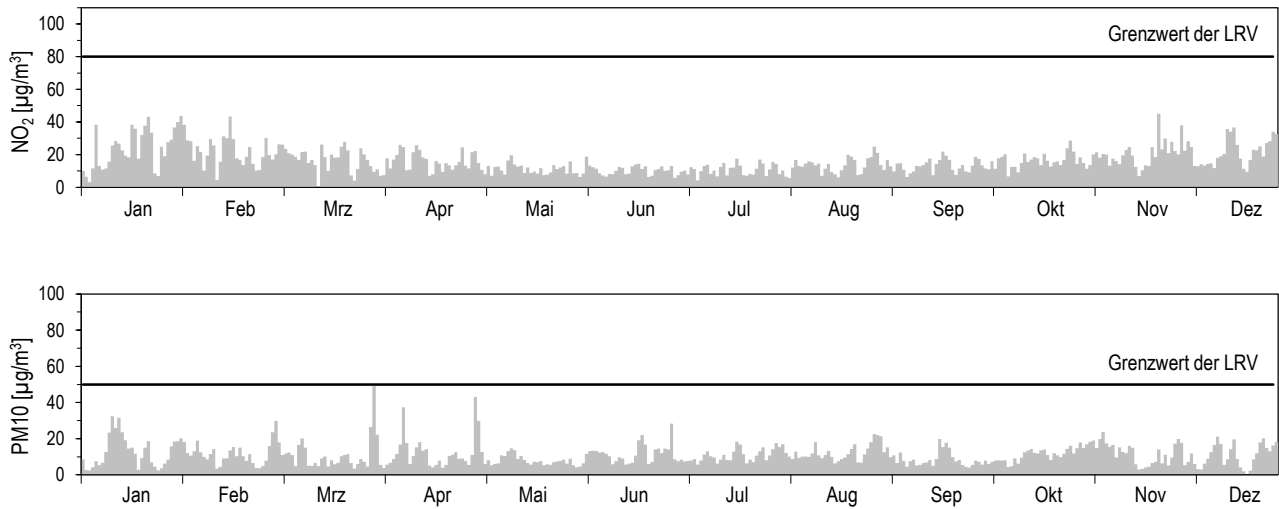
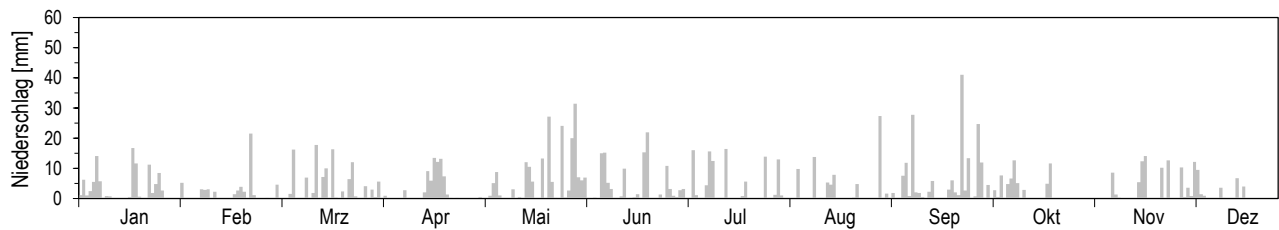
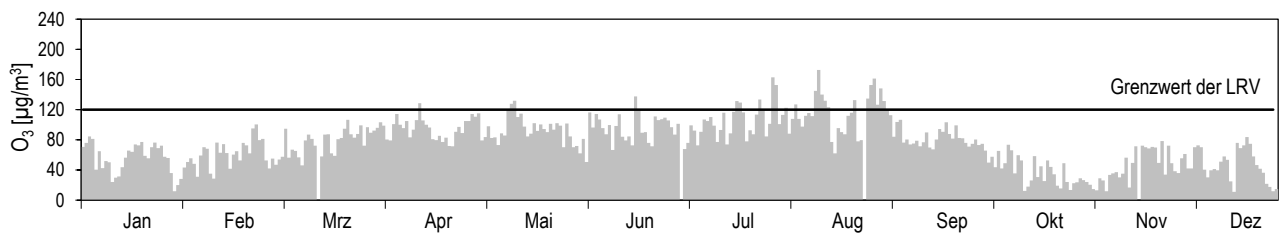
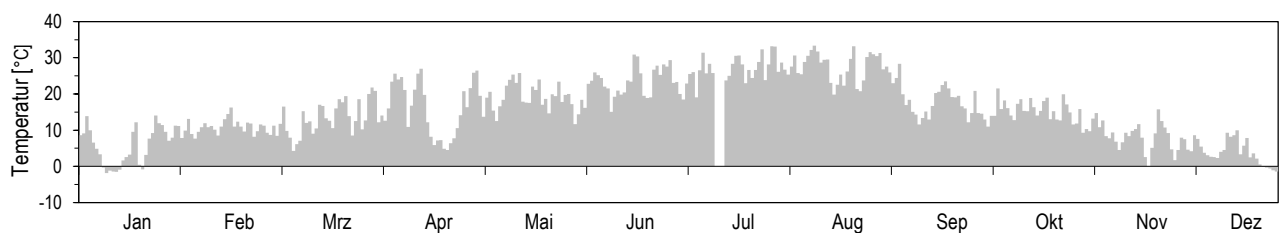
Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.40	0.45	0.36	0.43	0.34	0.34	0.46	0.53	0.53	0.55	0.35	0.31	0.42
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.16	0.97	0.79	1.49	0.61	0.49	0.66	0.70	0.79	1.11	0.99	1.01	1.49
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	23.7	21.7	18.0	15.8	11.2	10.4	10.8	13.0	13.0	16.0	19.1	22.0	16.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	43.7	43.7	27.9	25.9	22.2	18.9	17.5	24.8	21.8	28.6	45.1	38.0	45.1
	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	8.2	6.6	3.8	2.2	1.1	1.4	1.9	2.0	2.3	6.8	9.1	7.8	4.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	59.6	53.0	15.3	5.7	4.8	2.9	5.2	4.8	7.8	26.7	43.2	68.8	68.8
NO _x	Mittelwerte	ppb	19.0	16.6	12.5	10.0	6.8	6.6	7.1	8.4	8.6	13.8	17.3	17.7	12.0
	max. 24h-Mittelwert	ppb	68.7	65.3	24.6	18.1	15.4	11.6	11.9	15.1	17.3	34.6	58.2	74.3	74.3
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	35	34	45	60	61	62	62	64	51	22	26	28	46
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	80	79	94	107	116	112	130	141	114	66	71	74	141
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	85	100	106	128	132	138	163	173	148	75	79	84	173
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	3	11	5	32	59	10	0	0	0	120
	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	0.25	0.24	0.22	0.19	0.18	0.18	0.22	0.23	0.25	0.27	0.28	0.23
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.54	0.50	0.34	0.33	0.25	0.23	0.24	0.31	0.32	0.39	0.42	0.58	0.58
	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	0.75	0.66	0.50	0.36	0.23	0.20	0.23	0.31	0.34	0.52	0.61	0.73	0.45
Toluol	Mittelwerte	µg/m ³	1.50	1.80	1.31	1.19	0.93	0.97	1.09	1.39	1.24	1.86	1.69	1.48	1.37
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	12.8	11.5	11.4	11.4	8.7	11.6	10.3	12.1	9.4	10.1	12.5	11.0	11.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	32.4	29.9	49.1	43.1	43.1	28.4	18.3	22.5	22.0	16.0	23.8	21.1	49.1
	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	9.4	7.3	6.8	6.8	5.9	7.7	6.6	8.2	6.1	6.2	7.7	7.6	7.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	27.3	23.3	23.3	15.6	15.6	17.2	12.2	16.8	16.8	12.0	13.1	16.6	27.3
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.51	0.48	0.35	0.30	0.22	0.22	0.24	0.28	0.25	0.36	0.39	0.35	0.33

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.7	7.3	8.5	10.4	14.6	18.4	21.2	21.9	15.1	11.9	5.7	2.1	11.6
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	537	368	330	228	27	8	0	0	71	158	409	554	2691
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	44	75	116	166	193	206	244	242	140	64	47	28	130
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	85	80	77	71	76	76	72	72	81	91	85	88	80
Niederschlag	Summen	mm	97	50	112	75	173	126	106	61	162	101	71	77	1211
Druck	Mittelwerte	hPa	969	965	960	966	963	965	966	967	966	967	972	973	967

-) 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 Heiztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur ≤ 12 °C)

Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSCHWEIZ erhoben.

Dübendorf-Empa (Vorstädtisch)**Jahresübersicht 2024****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 2024

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.69	0.46	0.28	0.32	0.22	0.10	0.02	-0.02	0.18	0.24	0.27	0.33	0.26
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.14	1.13	0.48	0.66	0.47	0.36	0.16	0.17	0.47	0.47	0.69	0.88	1.14
	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	25.5	26.9	24.1	20.5	18.7	16.6	17.0	19.5	19.6	20.8	22.8	26.3	21.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	51.9	40.4	32.6	31.9	30.7	26.9	26.4	31.5	28.6	29.0	40.9	37.5	51.9
	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	13.3	19.6	13.9	10.2	9.7	7.1	7.7	8.2	10.1	16.0	15.3	18.2	12.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	40.7	46.2	25.4	20.9	17.3	15.6	13.0	15.7	18.3	29.1	37.1	53.8	53.8
NO _x	Mittelwerte	ppb	24.0	29.8	23.8	18.9	17.5	14.3	15.1	16.8	18.3	23.6	24.2	28.3	21.2
	max. 24h-Mittelwert	ppb	52.3	54.3	35.4	33.4	29.9	26.6	22.6	29.0	27.1	35.8	49.4	61.1	61.1
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	32	28	35	54	52	56	54	57	45	21	22	26	40
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	76	78	82	98	112	109	111	124	102	62	63	71	124
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	83	93	90	115	125	125	119	159	134	67	77	81	159
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	7	1	0	17	5	0	0	0	30
	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	0.29	0.29	0.27	0.23	0.21	0.19	0.20	0.24	0.24	0.27	0.27	0.29	0.25
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.45	0.45	0.33	0.34	0.26	0.24	0.28	0.35	0.33	0.36	0.38	0.45	0.45
	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	459	470	466	465	460	458	464	468	460	476	467	466	465
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	15.1	12.8	11.2	11.1	9.7	12.7	10.5	12.7	10.5	12.8	11.6	10.9	11.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	34.7	31.4	34.2	34.5	32.6	21.8	21.1	23.7	23.5	22.1	21.5	24.3	34.7
	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	11.1	8.4	7.1	6.2	5.7	8.0	6.6	8.7	7.5	8.6	7.8	8.7	7.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	29.1	23.1	23.1	11.8	14.2	14.9	14.7	17.2	17.2	13.3	12.5	20.7	29.1
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.65	0.76	0.59	0.43	0.33	0.17	0.37	0.47	0.43	0.56	0.53	0.52	0.48
P_Anz	Mittelwerte	1/cm ³	16677	23508	20682	19500	22302	20618	22593	23202	24387	24508	19665	22203	21646
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	42	49	45	76	84	168	194	84	73	40	36	48	78

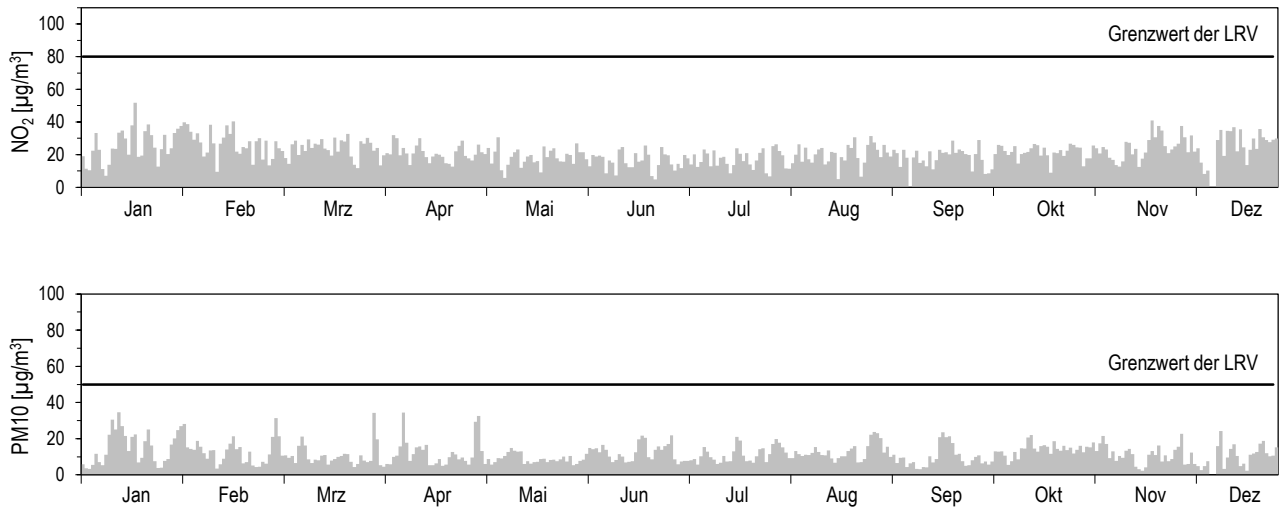
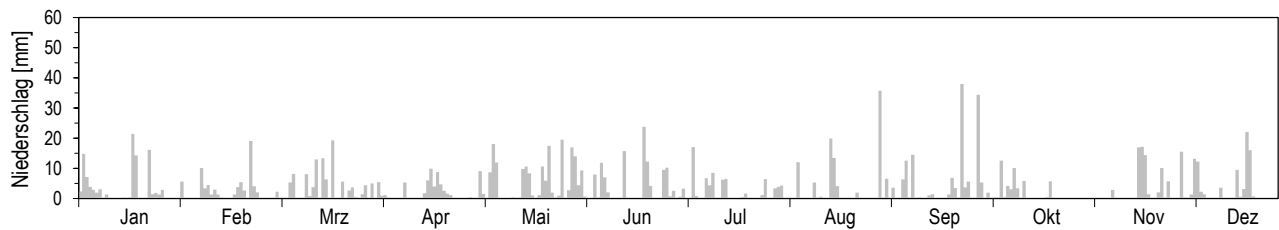
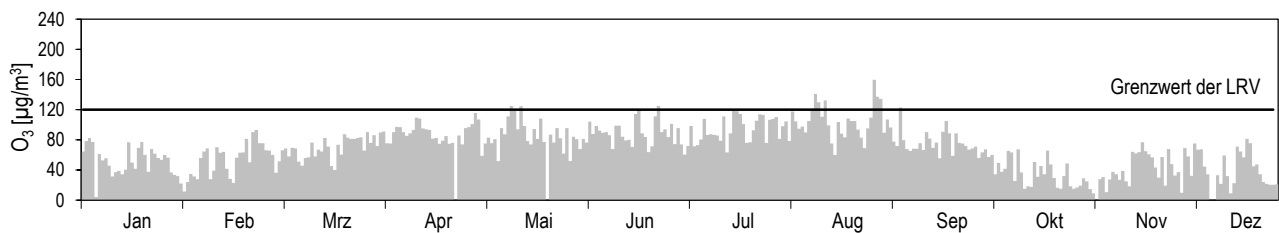
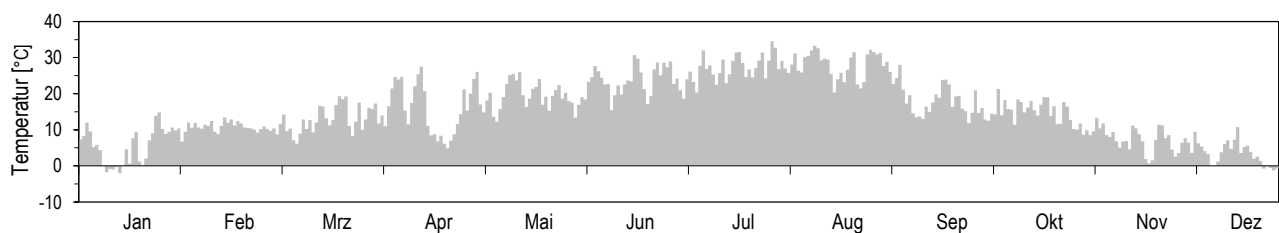
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.6	6.6	7.9	10.1	14.4	18.6	21.0	21.8	15.0	12.0	5.4	1.9	11.5
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	541	388	366	245	35	0	0	0	78	128	439	527	2746
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	43	75	109	165	195	211	238	232	134	63	38	28	128
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	89	89	87	81	86	83	81	81	90	92	89	89	86
Niederschlag	Summen	mm	98	68	104	55	172	123	68	66	142	89	71	102	1159
Druck	Mittelwerte	hPa	970	965	960	966	963	965	966	966	965	967	972	973	967

-) 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.

Verkehr		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Verkehrszähler	Fz/Tag	84721	90711	93804	97867	99902	101865	103690	107639	103077	99705	93180	87899	97005

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

Härkingen-A1 (Ländlich, Autobahn)**Jahresübersicht 2024****Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀****Niederschlagssumme pro Tag****Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃****Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag**

Jungfrauoch (Hochgebirge)

Jahresübersicht 2024

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.02	-0.01	0.02	0.04	0.01	0.03	0.06	0.01	-0.01	0.02	0.01	0.00	0.02
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.14	0.05	0.05	0.15	0.05	0.09	0.12	0.05	0.05	0.06	0.17	0.05	0.17
	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	0.19	0.23	0.26	0.22	0.16	0.11	0.12	0.13	0.18	0.31	0.12	0.13	0.18
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.11	0.94	0.78	0.74	0.40	0.26	0.21	0.19	0.36	1.02	0.49	0.51	1.11
	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	0.03	0.03	0.05	0.04	0.05	0.02	0.02	0.02	-	0.07	0.02	0.02	0.03
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.13	0.11	0.19	0.13	0.15	0.06	0.05	0.06	0.06	0.30	0.08	0.06	0.30
NO _x	Mittelwerte	ppb	0.18	0.20	0.25	0.18	0.17	0.11	0.11	0.12	-	0.31	0.12	0.11	0.17
	max. 24h-Mittelwert	ppb	-	0.76	0.74	0.55	0.46	0.26	0.21	0.18	-	0.89	0.41	0.42	-
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	66	66	72	77	79	81	83	83	77	65	69	67	74
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	79	80	90	99	99	109	115	104	95	85	82	79	115
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	109	85	120	103	107	116	132	114	112	92	89	86	132
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	1	0	0	0	12	0	0	0	0	0	13
	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	0.10	0.10	-	0.08	0.09	0.11	0.10	0.09	0.08	0.09	0.09
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.12	0.13	0.13	0.12	0.10	0.08	0.11	0.14	0.12	0.12	0.10	0.11	0.14
	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	426	426	428	428	-	424	420	419	420	424	425	428	425
CH ₄	Mittelwerte	mg/m ³	0.95	0.95	0.95	0.95	-	0.94	0.94	0.94	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95
Benzol	Mittelwerte	µg/m ³	0.13	0.13	0.16	0.10	0.07	0.03	0.05	0.08	0.09	0.08	0.06	0.11	0.09
Toluol	Mittelwerte	µg/m ³	0.07	0.09	0.09	0.06	0.07	0.03	0.04	0.07	0.06	0.11	0.04	0.06	0.07
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	0.3	1.4	1.9	8.5	0.9	9.2	4.2	5.8	1.7	0.9	1.4	0.4	3.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.7	13.2	13.2	104.5	21.6	83.5	16.0	11.2	7.6	8.0	9.0	3.9	104.5
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3

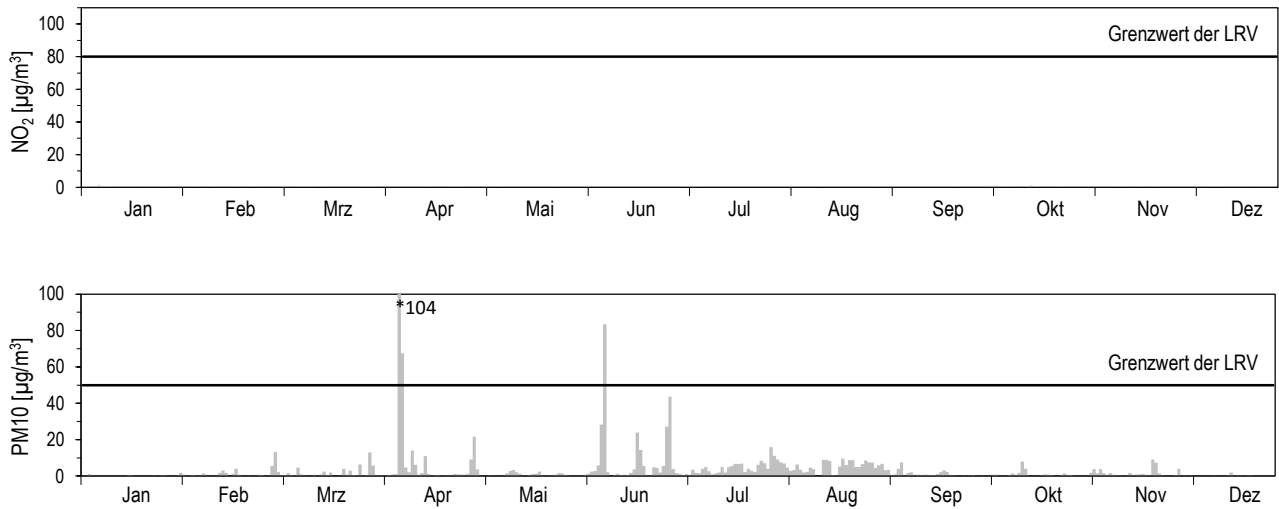
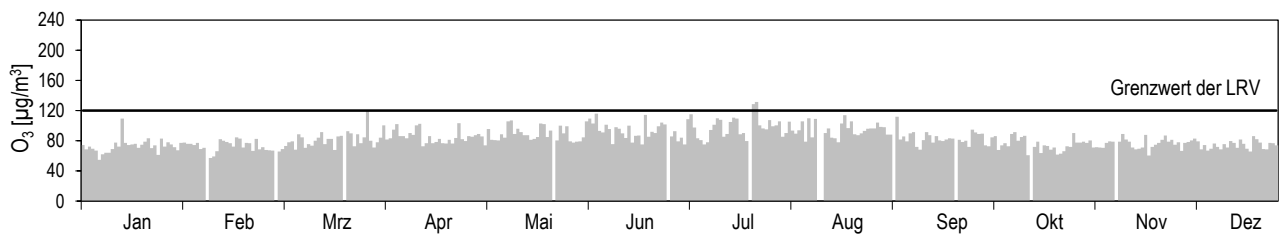
-) keine Messwerte vorhanden, *) unvollständige Messreihe, weniger als 50% der Messwerte vorhanden, **) unvollständige Messreihe, weniger als 80 % der Messwerte vorhanden.
Die Umrechnung von ppb in µg/m³ erfolgt für die Station Jungfrauoch mit standortabhängigen Faktoren (Anhang A5)

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	-10.8	-10.1	-10.8	-9.4	-5.3	-1.1	2.3	3.3	-3.6	-3.5	-6.7	-11.0	-5.5
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	956	872	954	883	784	632	550	519	707	752	802	961	9347
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	73	113	158	227	272	273	293	262	168	114	95	68	176
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	67	74	82	77	89	85	74	75	85	81	56	68	76
Druck	Mittelwerte	hPa	653	652	648	654	655	660	664	665	658	659	658	655	657

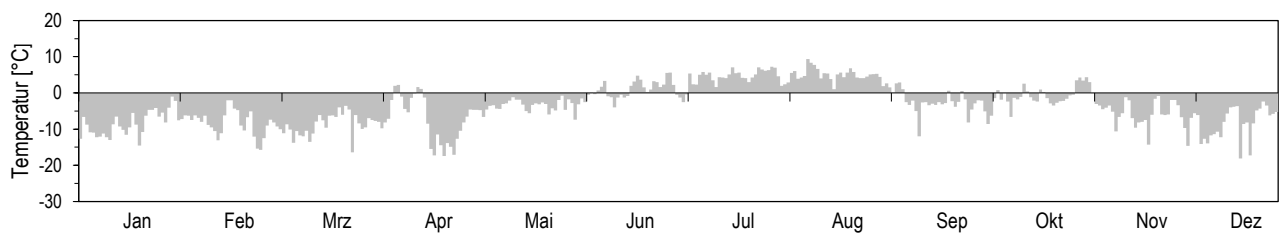
1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heiztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Jungfrauoch (Hochgebirge)

Jahresübersicht 2024

Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃

Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Lausanne-César-Roux (Städtisch, verkehrsbelastet)

Jahresübersicht 2024

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m³	26.0	27.6	22.6	21.2	18.9	18.0	17.9	17.7	18.2	19.2	21.6	23.2	21.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m³	47.2	47.2	32.6	37.2	39.6	28.9	29.1	33.8	28.6	27.0	29.0	42.4	47.2
	24h-Mittel > 80 µg/m³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m³	11.5	13.5	7.8	6.2	5.8	5.1	4.8	4.5	6.3	9.7	10.7	9.0	7.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m³	39.6	39.6	13.1	13.6	13.6	8.0	10.9	9.0	14.1	18.9	21.3	35.6	39.6
NO _x	Mittelwerte	ppb	22.8	25.3	18.1	16.1	14.6	13.5	13.2	12.8	14.5	17.8	19.9	19.3	17.3
	max. 24h-Mittelwert	ppb	56.4	56.4	26.2	30.4	30.4	20.7	19.6	24.9	23.8	29.2	30.4	49.6	56.4
O ₃	Mittelwerte	µg/m³	36	36	51	64	63	64	66	71	56	29	30	34	50
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m³	73	75	87	94	97	99	113	115	93	65	67	70	115
	max. 1h-Mittelwert	µg/m³	80	95	94	113	105	118	127	133	112	75	82	81	133
	1h-Mittel > 120 µg/m³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	5	9	0	0	0	0	14
	1h-Mittel > 180 µg/m³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m³	0.30	0.31	0.28	0.26	0.24	0.24	0.24	0.27	0.27	0.30	0.29	0.28	0.27
	max. 24h-Mittelwert	mg/m³	0.51	0.51	0.38	0.38	0.39	0.33	0.32	0.38	0.37	0.40	0.41	0.47	0.51
	24h-Mittel > 8 mg/m³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m³	13.0	13.6	14.5	13.1	9.9	13.0	10.7	12.5	9.6	11.7	14.5	12.0	12.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m³	25.0	25.0	65.9	36.1	30.4	29.8	20.4	20.6	21.3	22.1	26.3	19.5	65.9
	24h-Mittel > 50 µg/m³	Anz. Tage	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m³	9.3	8.6	7.9	7.1	6.0	8.0	7.1	8.9	6.7	7.4	8.9	8.5	7.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m³	20.6	18.0	20.2	12.8	14.9	16.1	14.3	15.6	15.6	13.2	16.2	15.3	20.6
SN	Mittelwerte	mg/(m² d)	41	46	46	78	55	104	140	59	86	96	66	55	73

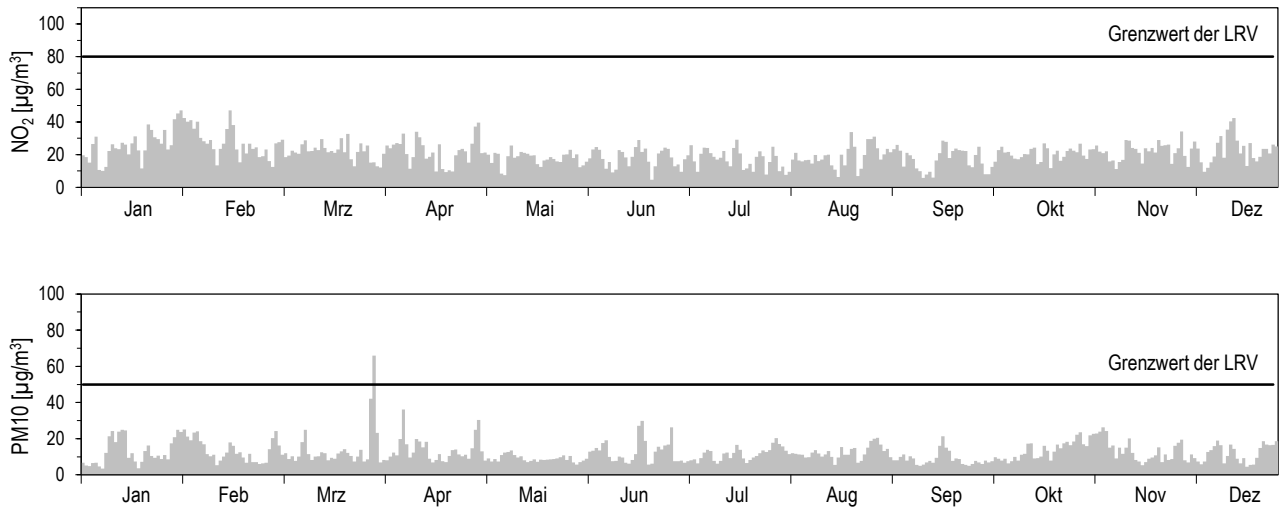
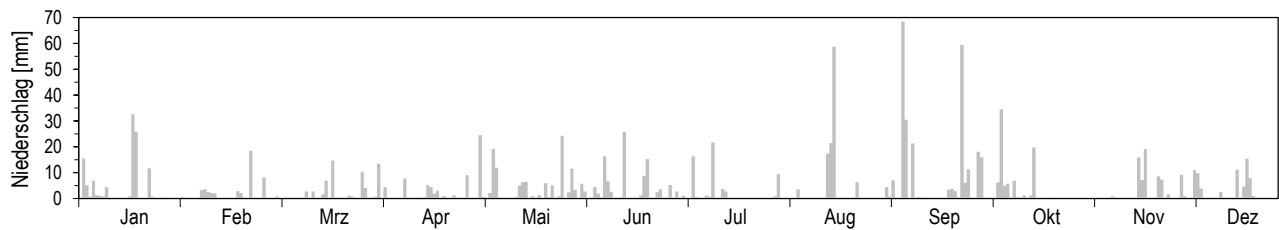
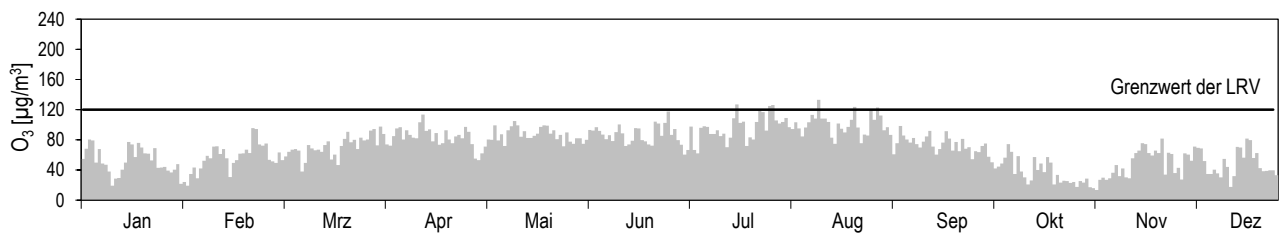
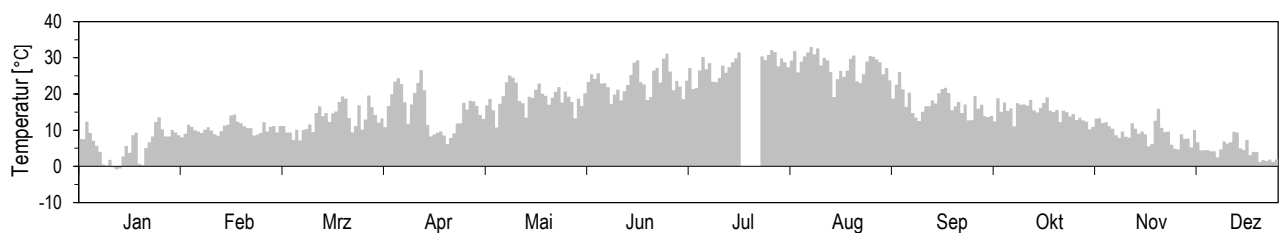
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	4.1	7.7	9.4	11.0	14.6	19.1	22.1	23.1	15.4	13.0	7.7	3.4	12.4
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	494	355	290	215	63	0	0	0	56	81	361	515	2431
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m²	46	84	128	176	215	218	251	243	131	84	64	35	138
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	83	78	71	66	76	72	65	66	79	89	83	86	76
Niederschlag	Summen	mm	109	47	48	53	134	104	-	117	221	117	61	78	1144
Druck	Mittelwerte	hPa	958	954	948	955	952	954	955	955	954	956	960	962	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	23860	24790	24197	23256	24080	24355	21707	21763	23588	24404	25293	23192	23707

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

Lausanne-César-Roux (Städtisch, verkehrsbelastet)**Jahresübersicht 2024****Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀****Niederschlagssumme pro Tag****Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃****Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag**

Lugano-Universität (Städtisch)

Jahresübersicht 2024

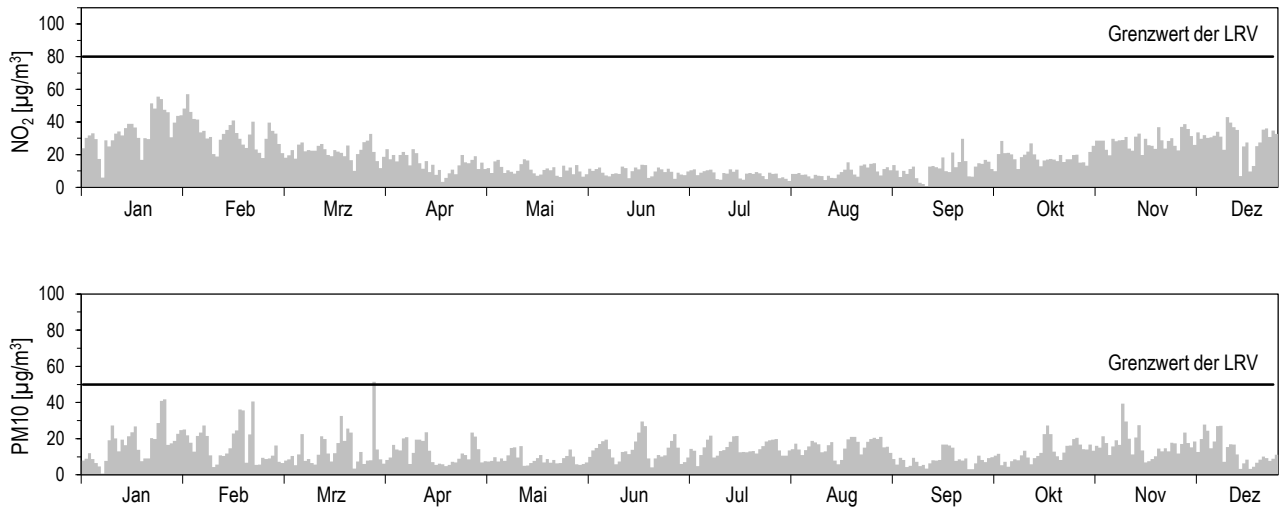
Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.63	0.47	0.11	0.32	0.20	0.06	-0.02	0.00	0.14	0.22	0.70	0.85	0.30
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.66	1.53	0.57	0.69	0.58	0.22	0.21	0.07	0.63	0.42	1.17	1.28	1.66
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	34.5	33.2	22.2	14.8	11.2	9.6	8.4	8.5	11.1	17.8	25.8	29.8	18.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	55.4	57.0	32.9	23.4	18.9	13.7	11.1	15.3	29.7	28.5	36.9	42.9	57.0
	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	9.2	2.7	2.1	1.5	1.9	0.8	0.6	1.7	4.3	6.9	9.5	4.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	41.0	32.9	12.0	6.8	4.5	3.7	2.1	2.2	5.2	9.6	18.7	26.4	41.0
NO _x	Mittelwerte	ppb	27.3	24.7	13.8	9.4	7.0	6.5	5.0	4.9	7.1	12.7	19.0	23.2	13.4
	max. 24h-Mittelwert	ppb	61.1	56.2	26.9	17.7	12.7	9.3	7.0	9.1	19.4	19.9	29.8	42.0	61.1
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	22	28	51	68	66	72	90	92	59	22	23	25	52
	98 %-Wert der 1h-Mittel	µg/m ³	70	79	99	128	129	141	166	162	108	65	70	79	166
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	83	99	118	156	140	171	192	186	150	76	76	87	192
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	24	28	53	150	145	6	0	0	0	406
	1h-Mittel > 180 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	6
	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	0.35	0.27	0.23	0.21	0.19	0.21	0.23	0.23	0.27	0.32	0.32	0.27
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.58	0.51	0.34	0.29	0.28	0.23	0.26	0.29	0.29	0.37	0.44	0.44	0.58
	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	1.35	1.34	1.34	1.32	1.33	1.35	1.38	1.36	1.38	1.38	1.37	1.36
NMVOC	Mittelwerte	µg/m ³	87	89	63	69	52	58	66	32	28	39	59	63	58
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	163	165	93	119	74	83	86	75	54	61	91	113	165
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	17.3	17.0	13.6	12.1	9.1	13.6	14.3	15.1	9.2	11.9	16.5	13.9	13.6
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	41.8	40.5	51.4	23.5	21.2	29.5	22.6	21.0	21.1	27.3	39.4	27.8	51.4
	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	12.8	12.3	9.6	7.5	6.6	8.9	10.0	10.8	6.0	7.0	10.9	9.3	9.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	35.0	35.6	26.9	13.9	12.5	16.7	16.4	16.7	16.0	13.9	28.5	22.1	35.6
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.83	0.75	0.39	0.27	0.19	0.20	0.25	0.30	0.24	0.33	0.49	0.46	0.39
P_Anz	Mittelwerte	1/cm ³	11139	10283	8029	7065	6861	6555	6459	5852	5747	7409	9748	10656	7980

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	5.2	8.0	10.0	12.8	15.5	19.8	24.1	24.8	18.1	14.4	8.4	5.5	13.9
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	460	332	262	128	0	0	0	0	0	0	327	449	1957
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	67	83	119	191	188	231	273	242	146	86	86	63	148
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	69	78	75	65	82	78	72	69	70	89	75	64	74
Niederschlag	Summen	mm	47	185	233	77	317	134	165	114	244	243	15	14	1786
Druck	Mittelwerte	hPa	984	980	976	981	979	979	979	980	979	983	986	986	981

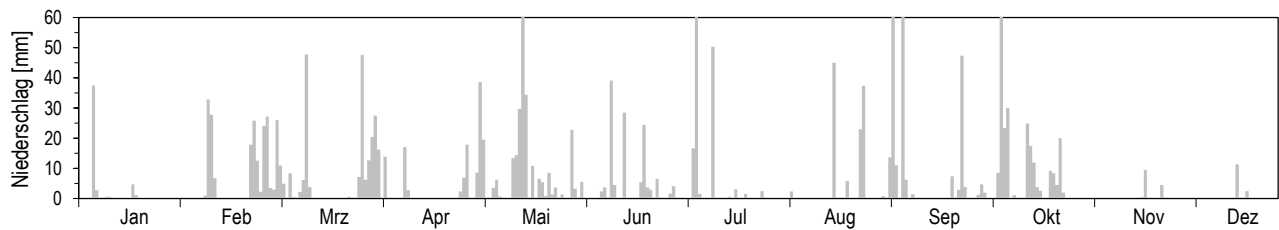
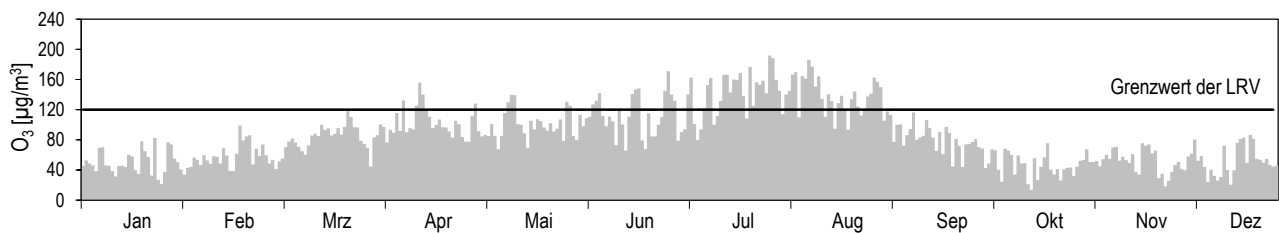
1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heiztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Lugano-Universität (Städtisch)

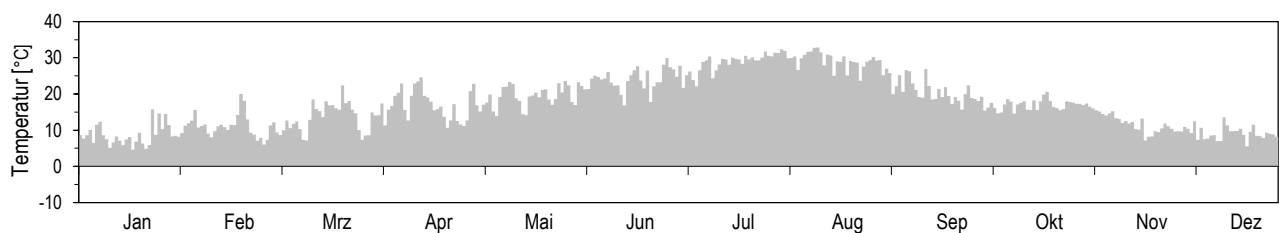
Jahresübersicht 2024

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)

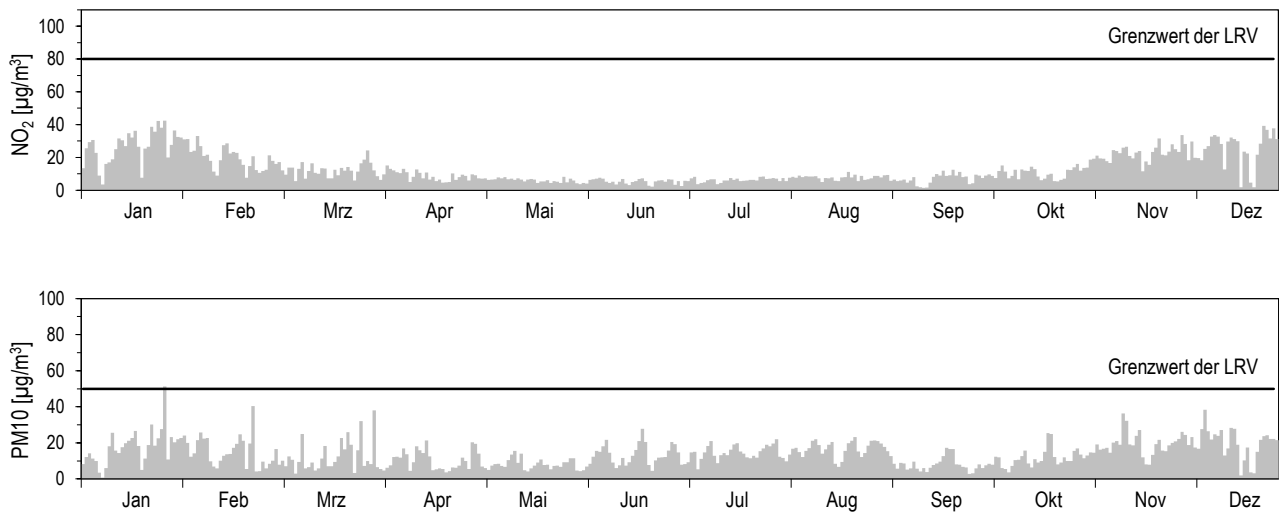
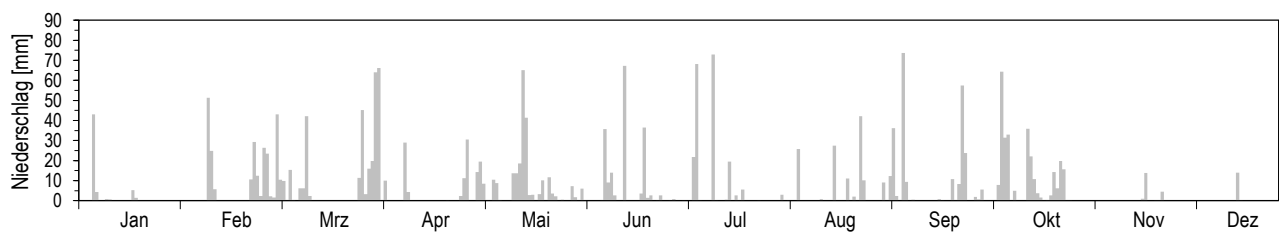
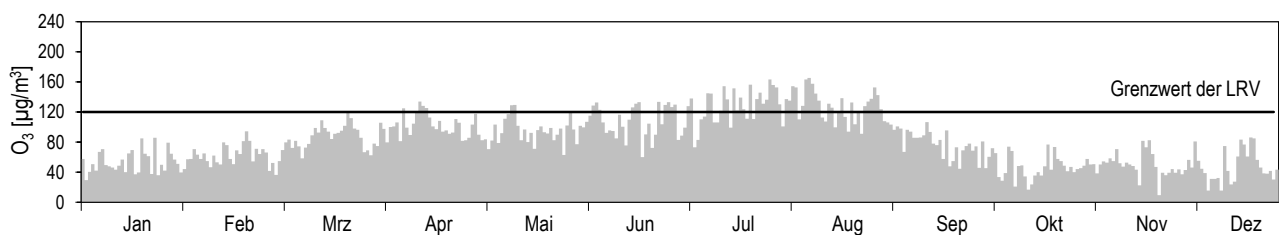
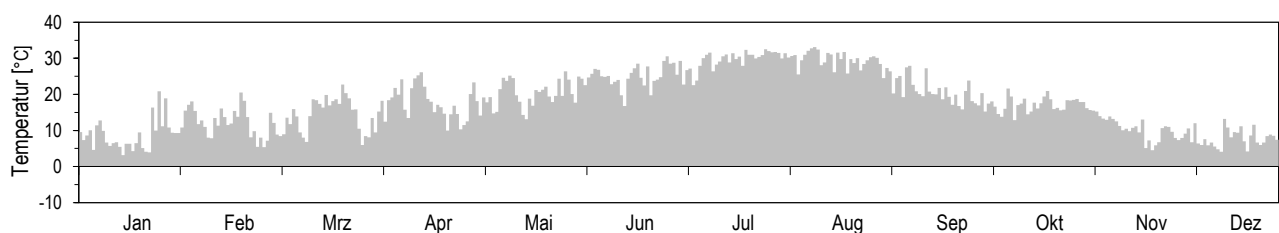
Jahresübersicht 2024

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.71	0.60	0.55	0.55	0.41	0.19	0.12	0.09	0.40	0.49	0.63	0.63	0.45
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.98	1.30	1.80	1.18	1.42	0.60	0.51	0.49	0.71	0.80	1.22	1.49	1.98
	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	26.9	19.8	12.5	8.8	6.3	5.3	6.1	7.6	7.0	9.9	20.9	25.3	13.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	42.4	33.0	24.3	15.0	9.1	7.6	8.3	11.1	12.4	16.1	31.5	39.3	42.4
	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	11.5	5.7	2.2	2.1	1.0	0.6	0.6	0.7	1.0	2.6	11.5	19.6	4.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	33.2	24.0	4.3	5.3	2.0	1.1	0.9	1.4	5.2	8.6	32.0	54.2	54.2
NO _x	Mittelwerte	ppb	23.3	14.9	8.3	6.3	4.1	3.2	3.6	4.5	4.4	7.3	20.1	29.0	10.7
	max. 24h-Mittelwert	ppb	48.7	35.5	15.5	11.0	6.2	4.6	4.8	6.8	10.0	15.3	40.2	60.3	60.3
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	20	30	54	67	58	63	71	69	50	21	15	20	45
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	72	80	101	118	118	127	147	148	102	68	72	81	148
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	86	94	119	134	130	134	163	165	124	81	82	86	165
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	11	10	30	87	83	1	0	0	0	222
	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	17.8	15.3	12.5	10.1	8.5	12.8	14.4	16.2	9.1	10.9	18.0	20.4	13.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	51.4	40.5	37.9	21.3	19.4	27.8	22.0	23.2	21.1	25.4	36.3	38.4	51.4
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	13.5	10.6	7.7	5.7	5.2	7.6	9.6	11.3	5.8	6.7	11.1	13.5	9.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	44.7	36.4	21.5	12.2	9.9	15.8	15.1	18.2	16.3	12.3	22.5	29.4	44.7
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	1.07	0.73	0.35	0.23	0.18	0.18	0.21	0.24	0.20	0.32	0.90	1.19	0.48
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	9	17	29	478	67	204	322	58	63	101	32	13	116

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.9	6.8	9.5	12.4	15.5	19.8	23.7	23.6	17.2	13.5	4.9	2.0	12.7
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	531	383	286	168	16	0	0	0	0	59	452	558	2453
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	63	82	120	188	176	222	267	240	135	82	82	54	143
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	76	78	74	65	81	77	73	73	74	89	85	75	77
Niederschlag	Summen	mm	56	190	295	154	261	183	192	123	246	281	20	14	2013
Druck	Mittelwerte	hPa	995	992	987	992	990	990	990	990	990	995	998	998	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 2024****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 2024

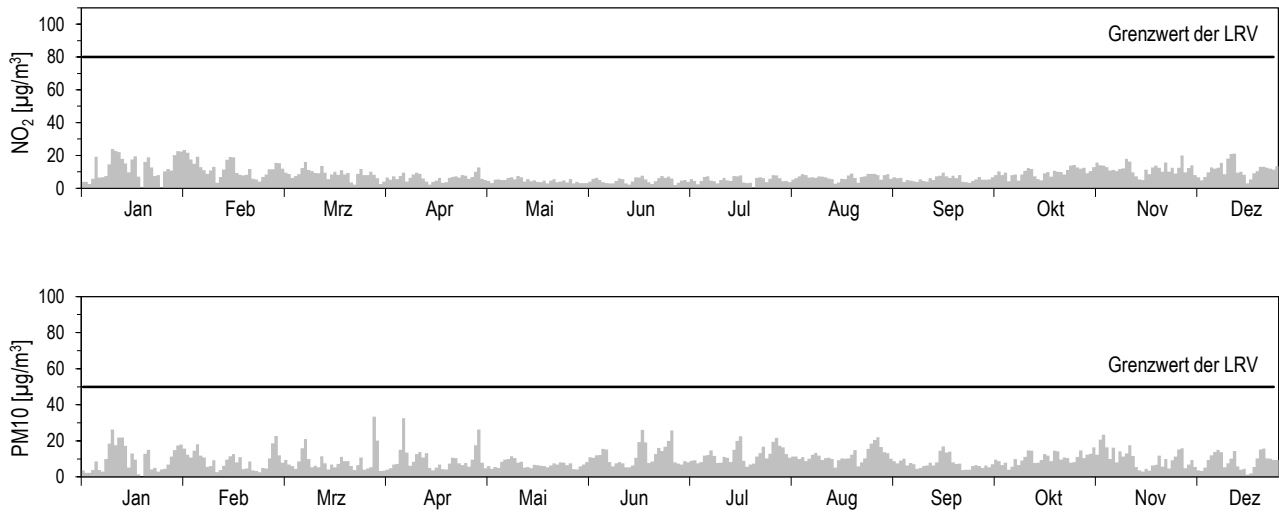
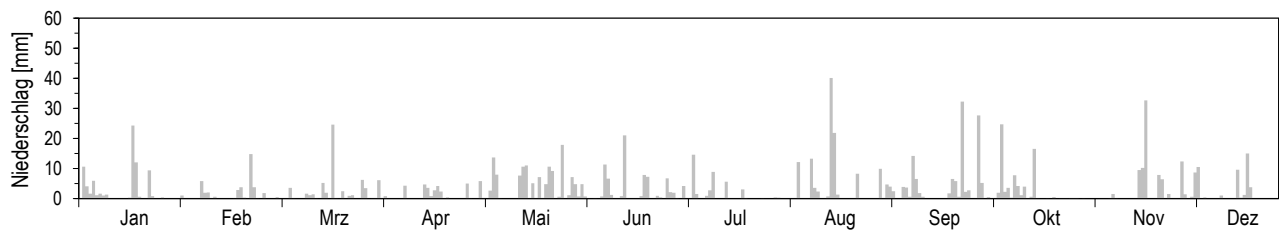
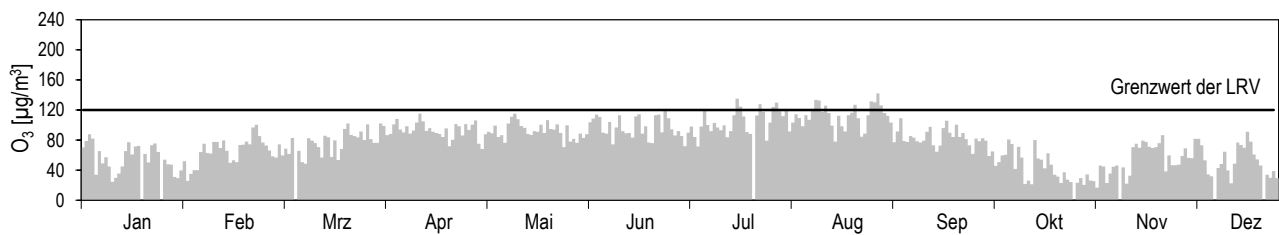
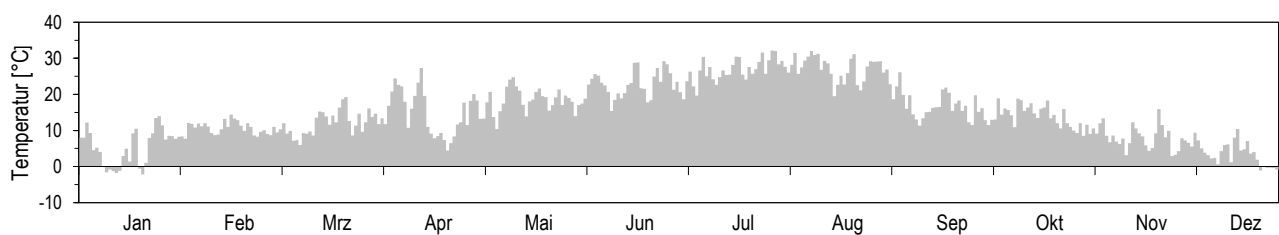
Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.15	0.17	0.12	0.28	0.18	0.16	0.21	0.23	0.12	0.06	0.20	0.22	0.17
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.49	0.63	0.23	0.42	0.32	0.37	0.45	0.36	0.23	0.22	0.46	0.65	0.65
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	13.1	11.9	9.2	6.1	5.0	4.6	5.2	6.4	5.8	8.6	11.5	11.5	8.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	24.0	23.3	16.1	10.1	12.7	7.7	8.0	8.9	9.4	14.3	18.0	21.0	24.0
	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	1.4	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	1.2	1.8	1.3	0.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	6.2	5.9	3.6	1.8	1.8	1.0	0.9	1.5	2.0	3.5	6.8	12.7	12.7
NO _x	Mittelwerte	ppb	7.9	7.3	5.4	3.6	2.9	2.7	3.0	3.7	3.4	5.4	7.5	7.1	5.0
	max. 24h-Mittelwert	ppb	17.5	16.4	9.8	6.8	8.1	4.4	4.6	5.8	6.4	8.8	14.9	21.2	21.2
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	43	43	50	69	64	67	66	70	57	29	33	39	52
	98 %-Wert der 1h-Mittel	µg/m ³	80	85	93	104	106	112	122	129	107	76	75	80	129
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	88	100	102	115	115	121	135	142	126	82	86	91	142
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	2	17	41	1	0	0	0	61
	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	0.23	0.23	0.21	0.18	0.16	0.15	0.15	0.19	0.18	0.21	0.22	0.22	0.19
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.36	0.51	0.30	0.21	0.22	0.18	0.19	0.23	0.23	0.30	0.37	0.35	0.51
	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	10.2	9.3	9.2	9.0	7.5	11.9	11.4	12.0	8.7	9.1	10.9	8.9	9.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	26.3	22.7	33.4	32.6	26.3	26.2	22.5	22.1	22.1	14.6	23.4	15.9	33.4
	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	8.9	6.6	6.5	5.6	5.0	7.2	6.3	7.9	5.4	5.3	7.0	6.0	6.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	26.0	19.4	20.1	11.6	12.9	15.9	13.7	15.5	15.5	10.0	14.7	12.9	26.0
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.42	0.38	0.27	0.18	0.15	0.17	0.20	0.24	0.19	0.23	0.28	0.21	0.24
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	14	22	13	63	34	104	99	244	40	28	19	18	58

Meteorologische Messgrössen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.6	6.6	7.5	9.6	13.5	17.8	20.4	21.0	14.1	11.5	5.6	1.8	11.0
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	538	390	380	261	56	0	0	0	83	160	431	565	2864
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	48	85	120	179	210	234	256	246	142	73	55	34	141
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	83	79	78	71	78	76	71	72	81	90	85	86	79
Niederschlag	Summen	mm	75	39	55	35	129	76	43	104	105	102	70	65	899
Druck	Mittelwerte	hPa	963	959	953	959	957	958	960	960	959	961	965	966	960

-) 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.

Payerne (Ländlich, unterhalb 1000 m)**Jahresübersicht 2024****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 2024

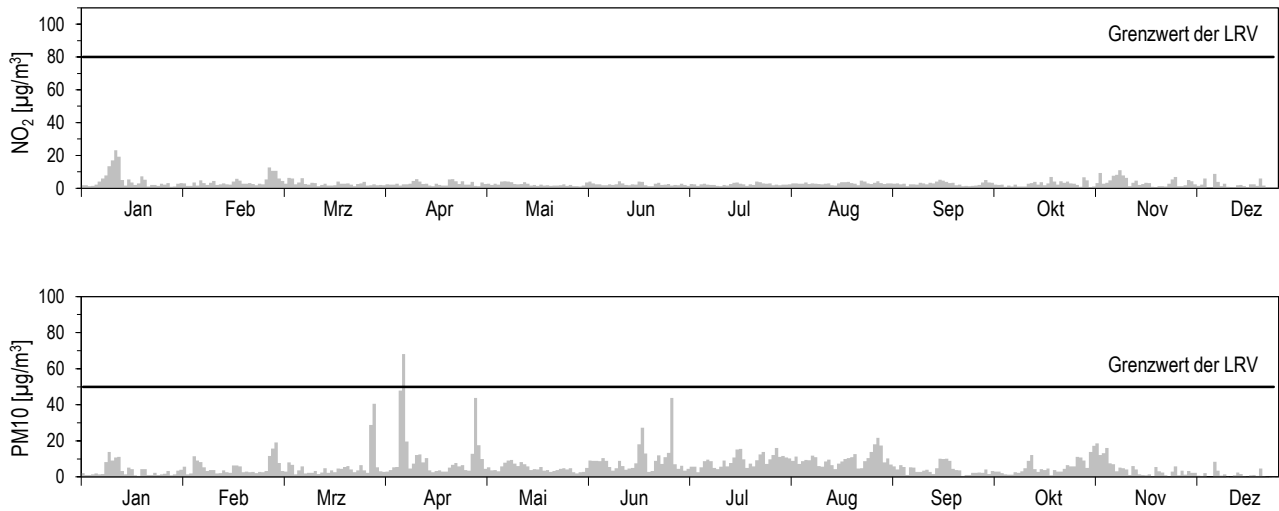
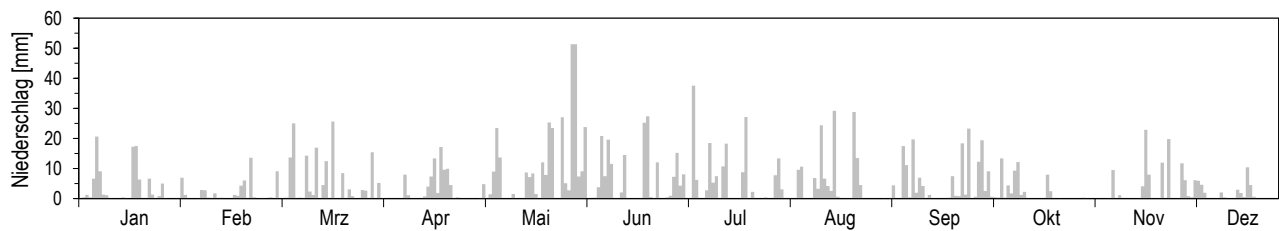
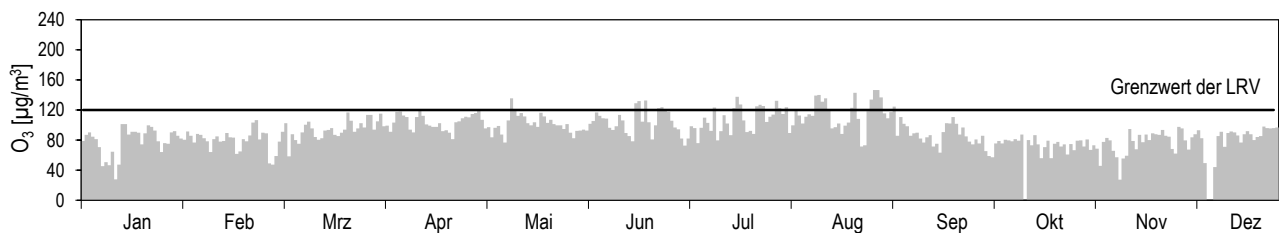
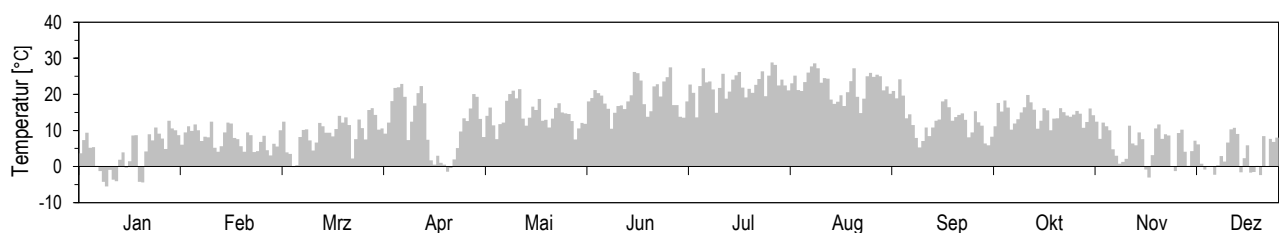
Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.22	0.32	0.29	0.34	0.17	0.12	0.19	0.29	0.19	0.19	0.25	0.16	0.23
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	0.45	1.94	0.48	0.52	0.40	0.32	0.48	0.46	0.38	0.31	0.70	0.26	1.94
	24h-Mittel > 100 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	4.9	3.9	3.0	2.8	2.3	2.4	2.3	2.9	2.7	2.8	4.0	2.5	3.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	23.1	12.6	10.7	5.5	4.3	4.3	4.0	4.6	5.2	6.8	11.0	8.7	23.1
	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	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.9	0.7	1.0	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3	0.5	0.8	1.2	0.6	1.9
NO _x	Mittelwerte	ppb	2.8	2.2	1.7	1.6	1.3	1.4	1.3	1.6	1.5	1.6	2.3	1.4	1.7
	max. 24h-Mittelwert	ppb	13.6	7.0	6.2	3.2	2.4	2.4	2.3	2.6	3.1	3.9	6.5	4.9	13.6
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	68	68	81	91	88	87	83	93	79	59	59	73	77
	98 %-Wert der 1h-Mittel	µg/m ³	99	90	106	114	119	123	126	135	120	81	88	96	135
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	101	106	117	121	136	133	138	147	137	88	95	98	147
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	1	11	23	37	86	13	0	0	0	171
	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	0.16	0.15	0.16	0.15	0.14	0.14	0.17	0.17	0.15	0.15	0.15	0.15
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.33	0.22	0.21	0.18	0.17	0.16	0.17	0.22	0.22	0.19	0.23	0.22	0.33
	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	3.5	5.3	6.0	11.0	5.6	9.4	8.2	9.8	5.2	4.0	6.2	1.7	6.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	13.9	19.1	40.6	68.1	43.8	43.8	16.0	21.6	21.6	12.2	18.7	8.3	68.1
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	3.1	3.6	3.5	5.2	3.9	6.6	6.0	7.5	4.4	2.3	3.9	0.5	4.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	14.3	14.8	14.8	17.4	12.8	22.2	12.1	16.6	16.6	5.6	18.0	9.7	22.2
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.15	0.20	0.11	0.11	0.09	0.10	0.11	0.14	0.10	0.07	0.07	0.04	0.11
P_Anz	Mittelwerte	1/cm ³	1710	2416	2485	3215	3187	3224	3844	3489	2564	1647	1553	1120	2536
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	0	6	9	33	39	92	76	35	30	12	10	8	29

Meteorologische Messgrössen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	1.4	5.3	6.1	7.5	10.9	15.0	17.7	18.7	11.8	10.6	4.5	1.4	9.3
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	576	426	423	346	222	86	26	0	193	245	457	517	3509
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	43	68	112	164	177	190	236	226	116	77	55	34	125
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	75	74	72	69	79	79	78	77	84	83	79	76	77
Niederschlag	Summen	mm	97	44	160	84	287	195	181	161	153	100	82	61	1606
Druck	Mittelwerte	hPa	900	897	892	899	897	899	901	902	899	900	903	903	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 2024****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 2024

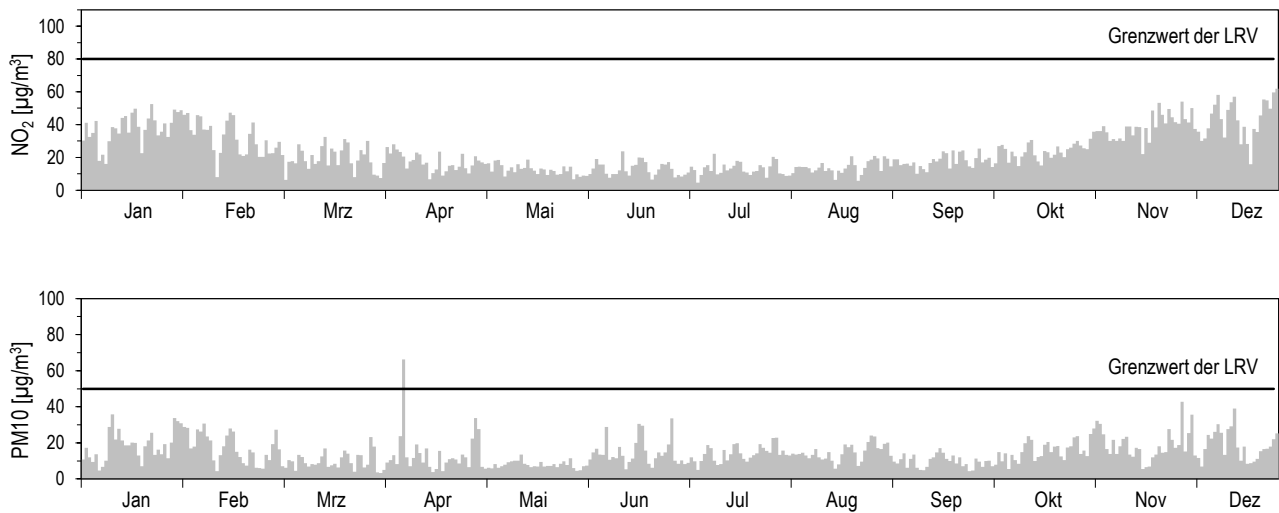
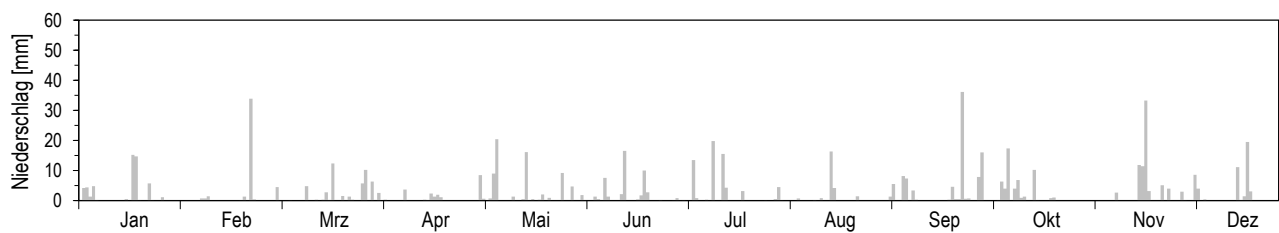
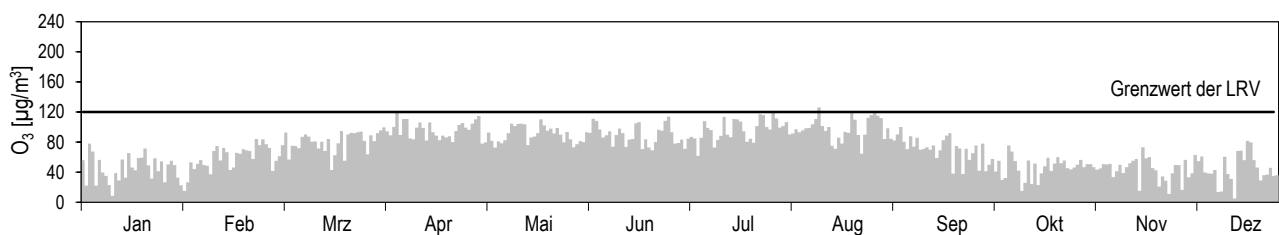
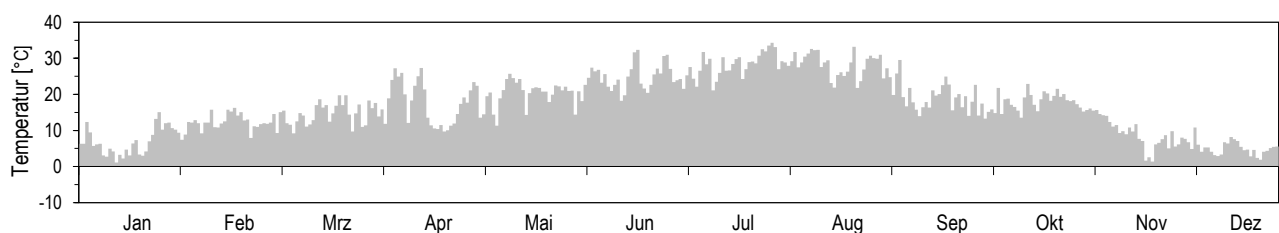
Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	37.5	32.2	20.1	17.0	13.1	13.0	12.9	13.1	17.3	22.3	36.2	43.5	23.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	52.6	48.8	32.5	28.0	20.7	23.8	22.2	20.9	24.3	30.7	53.3	61.8	61.8
	24h-Mittel > 80 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m ³	25.7	19.9	7.0	4.8	2.9	2.3	2.5	2.3	6.7	16.4	28.0	32.2	12.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	53.2	53.2	18.5	11.0	7.7	5.9	5.3	4.8	13.9	27.6	66.0	79.2	79.2
NO _x	Mittelwerte	ppb	40.2	32.8	16.2	12.7	9.2	8.7	8.7	8.7	14.4	24.8	41.4	48.5	22.2
	max. 24h-Mittelwert	ppb	67.3	67.3	29.4	21.6	17.0	17.2	15.9	14.5	22.7	37.4	78.9	93.3	93.3
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	18	27	49	65	62	58	60	62	45	18	15	17	41
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	60	76	92	107	104	105	110	114	97	65	57	65	114
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	78	84	95	119	115	114	119	126	112	78	73	82	126
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
	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	18.5	17.5	10.3	13.5	8.5	14.5	13.3	14.2	10.9	14.2	17.7	20.1	14.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	35.8	30.8	27.4	66.2	33.8	33.6	22.9	24.1	20.2	23.8	32.3	42.8	66.2
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	9.8	7.6	4.3	5.4	3.9	6.6	7.0	8.3	5.2	5.3	8.1	9.7	6.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	23.1	15.8	12.5	19.2	10.6	14.4	13.3	13.3	11.8	9.1	14.0	22.1	23.1

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.7	6.7	9.0	11.3	14.8	19.0	21.7	22.1	15.0	12.3	4.6	1.1	11.7
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	536	386	325	202	45	0	0	0	64	115	462	587	2723
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	56	101	144	214	232	247	286	255	154	102	74	46	159
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	78	69	65	59	70	68	66	66	74	82	80	81	71
Niederschlag	Summen	mm	52	39	51	14	75	47	59	28	70	77	72	52	635
Druck	Mittelwerte	hPa	963	960	954	960	957	958	960	960	959	961	966	967	961

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	45853	50770	48690	48253	48299	47020	48142	48988	49752	49995	47348	46809	48327

-) 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 2024****Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀****Niederschlagssumme pro Tag****Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃****Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag**

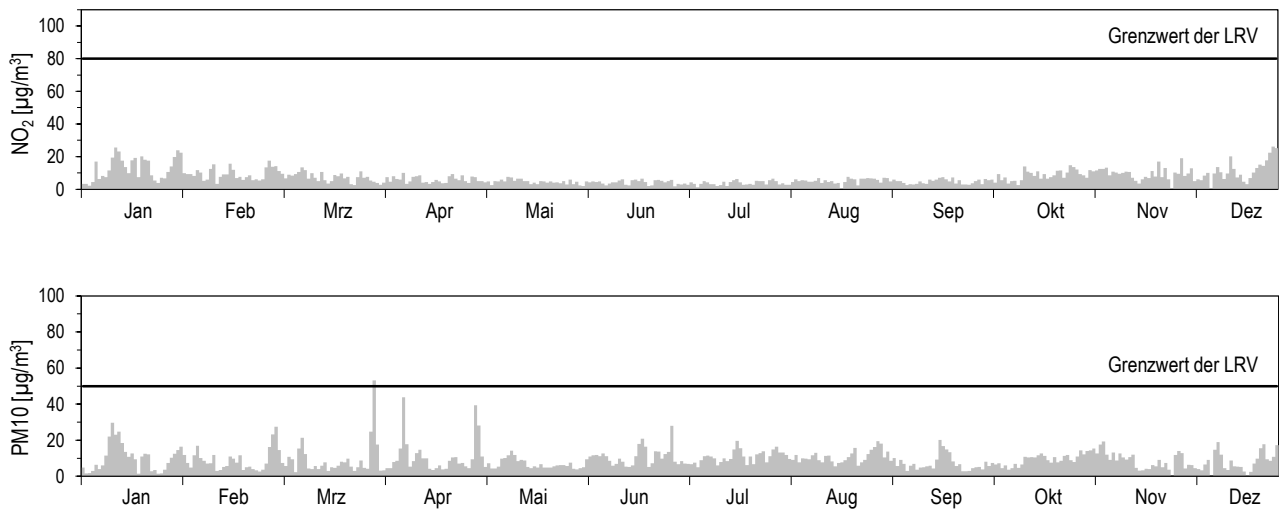
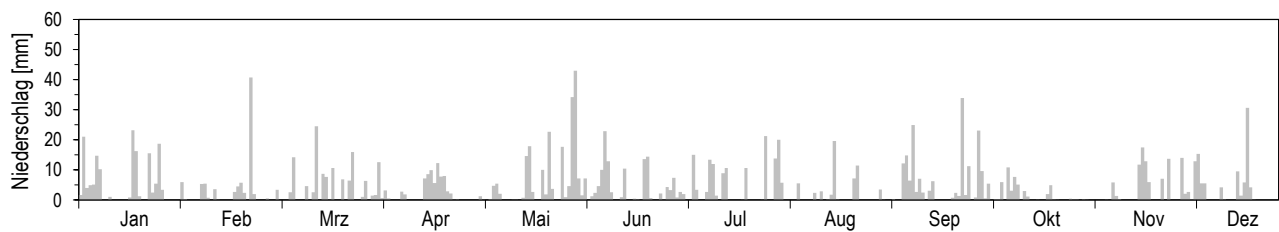
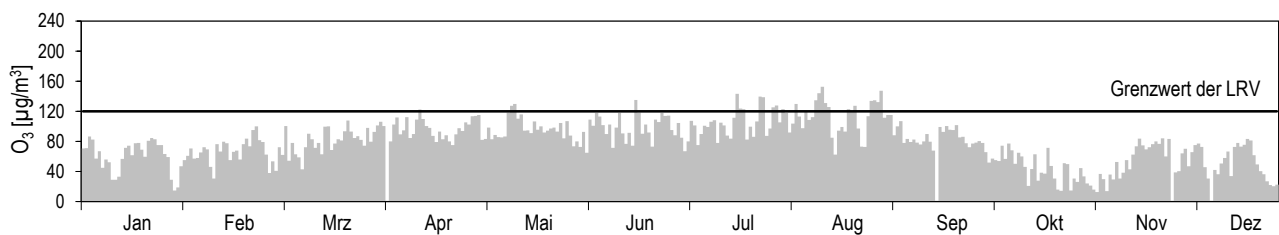
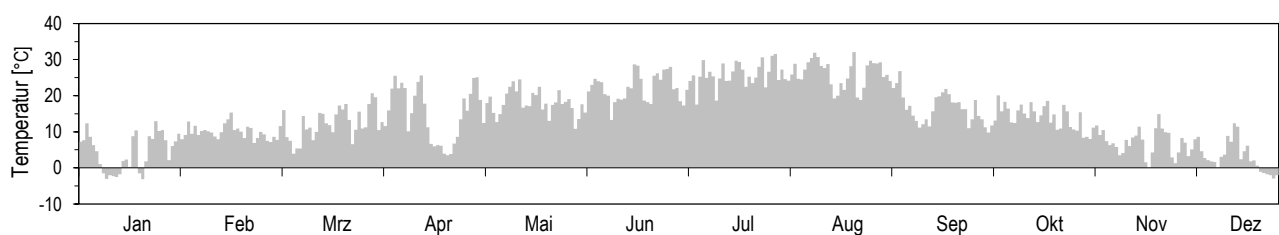
Tänikon (Ländlich, unterhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2024

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	12.8	9.4	7.6	5.9	4.8	4.2	3.8	5.0	4.7	8.0	9.7	11.8	7.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	25.5	22.5	14.1	10.1	7.6	6.5	6.6	7.5	7.5	14.7	16.9	26.1	26.1
	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	2.7	1.2	1.1	0.7	0.5	0.5	0.4	0.8	0.8	2.3	2.2	1.9	1.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	20.0	12.0	3.4	2.0	1.4	1.4	1.0	2.9	2.7	9.7	11.7	10.0	20.0
NO _x	Mittelwerte	ppb	8.8	5.9	4.9	3.7	2.9	2.6	2.3	3.3	3.1	6.0	6.8	7.7	4.8
	max. 24h-Mittelwert	ppb	26.4	21.4	10.1	6.5	5.0	4.2	4.0	5.9	5.9	13.1	15.4	19.6	26.4
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	45	48	54	70	68	68	67	70	59	29	34	38	54
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	82	81	97	110	115	115	125	131	110	73	79	78	131
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	87	100	108	122	130	135	143	153	147	81	84	83	153
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	3	10	2	24	52	6	0	0	0	97
	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	10.2	8.8	9.7	10.0	7.6	10.7	10.2	10.7	8.0	8.2	9.9	8.5	9.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	29.7	27.4	53.1	43.9	39.3	28.0	19.6	19.5	20.1	12.7	19.3	18.9	53.1
	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	8.0	5.9	5.3	4.9	4.2	6.3	6.0	7.2	5.2	4.5	6.0	6.1	5.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	25.5	21.4	21.4	13.0	12.9	15.0	11.2	15.5	15.5	8.2	11.3	17.7	25.5

Meteorologische Messgrössen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	1.4	6.8	7.3	9.2	13.6	17.3	19.7	20.4	14.0	11.1	4.8	1.2	10.6
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	577	384	387	274	54	18	0	0	95	194	455	582	3021
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	41	74	114	170	198	208	245	225	137	71	47	33	130
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	84	77	77	72	75	77	74	75	81	90	85	85	79
Niederschlag	Summen	mm	150	80	119	86	189	130	119	77	136	84	77	114	1361
Druck	Mittelwerte	hPa	956	952	947	953	951	953	954	954	953	955	959	960	954

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.

Tänikon (Ländlich, unterhalb 1000 m)**Jahresübersicht 2024****Tagesmittelwerte für NO₂ und PM₁₀****Niederschlagssumme pro Tag****Maximales Stundenmittel pro Tag für O₃****Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag**

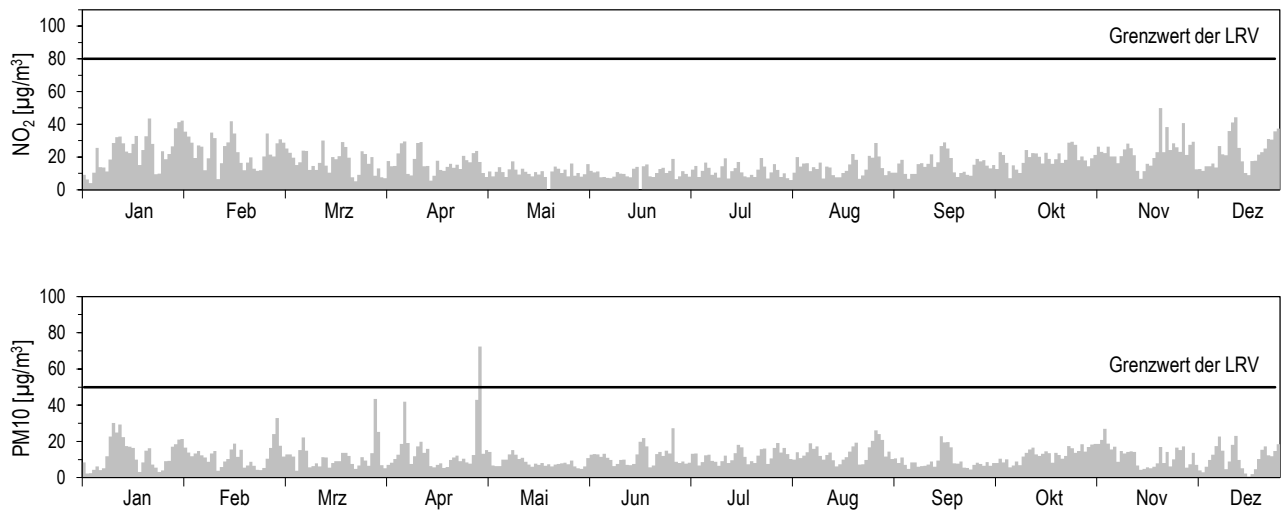
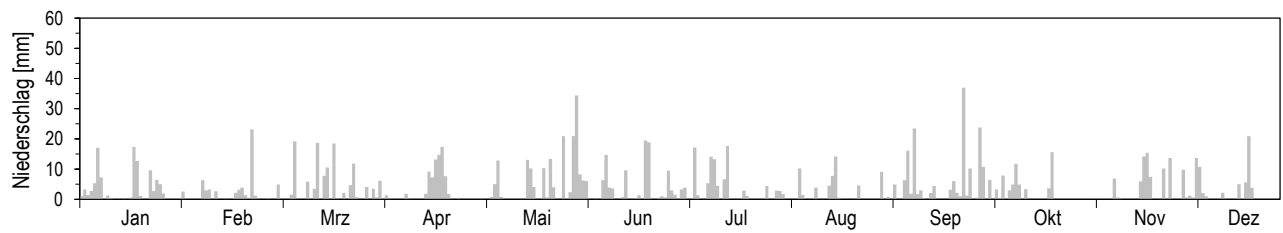
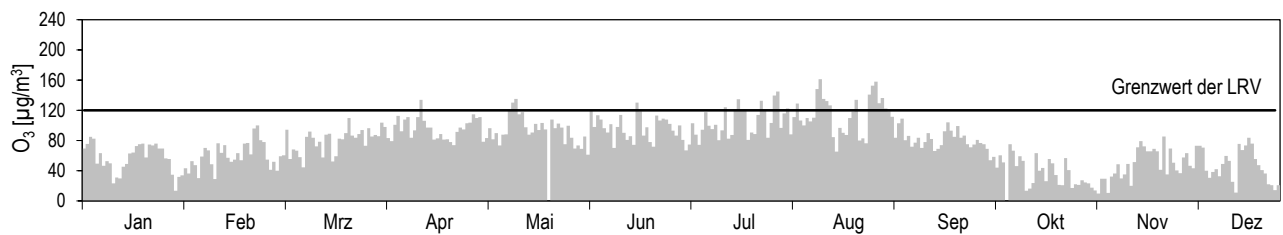
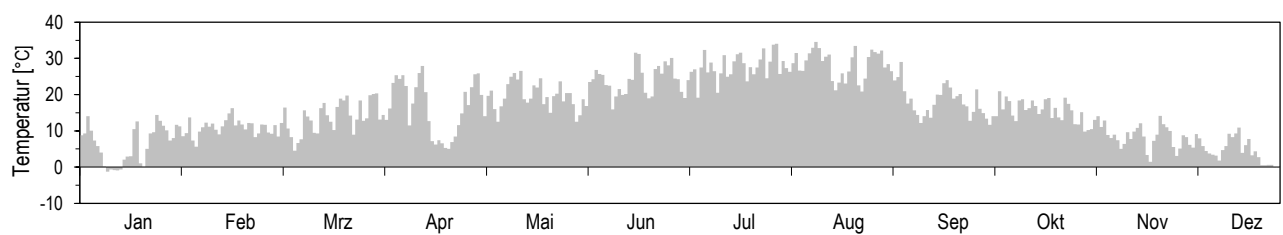
Zürich-Kaserne (Städtisch)

Jahresübersicht 2024

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO ₂	Mittelwerte	µg/m ³	0.39	0.42	0.29	0.29	0.25	0.18	0.23	0.26	0.26	0.26	0.38	0.31	0.29
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	1.10	0.88	0.56	0.57	0.69	0.36	0.46	0.97	0.97	0.47	0.91	1.01	1.10
	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	23.1	23.1	18.6	16.5	11.1	10.8	11.5	13.4	14.3	18.5	22.0	23.5	17.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	43.5	42.2	30.9	29.6	23.7	18.8	19.4	28.5	28.9	29.4	50.0	44.3	50.0
	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	5.8	4.2	2.4	1.6	1.0	1.1	1.3	1.2	1.6	5.5	6.9	6.2	3.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	43.5	29.2	7.5	4.0	2.5	3.5	3.6	2.4	7.3	23.5	31.8	42.9	43.5
NO _x	Mittelwerte	ppb	16.8	15.5	11.6	9.9	6.6	6.5	7.0	8.0	8.8	14.1	17.0	17.2	11.6
	max. 24h-Mittelwert	ppb	56.5	45.5	21.7	18.6	14.4	11.2	12.9	16.7	20.9	34.2	51.6	57.5	57.5
O ₃	Mittelwerte	µg/m ³	39	37	50	66	70	69	69	73	59	25	27	32	52
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m ³	79	80	92	110	119	113	127	140	117	68	71	74	140
	max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	85	100	110	134	135	130	145	161	136	77	85	84	161
	1h-Mittel > 120 µg/m ³	Anz. Std.	0	0	0	5	13	2	30	65	8	0	0	0	123
	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	0.26	0.23	0.22	0.22	0.15	0.13	0.13	0.16	0.19	0.21	0.24	0.26	0.20
	max. 24h-Mittelwert	mg/m ³	0.46	0.40	0.29	0.32	0.31	0.22	0.20	0.28	0.32	0.34	0.38	0.43	0.46
	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	1.41	1.41	1.40	1.38	1.36	1.36	1.36	1.37	1.39	1.45	1.45	1.44	1.40
NMVOC	Mittelwerte	µg/m ³	36	52	44	44	39	37	49	51	40	46	46	30	43
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	119	119	79	98	163	92	172	103	111	91	117	111	172
PM10	Mittelwerte	µg/m ³	12.7	11.9	12.0	12.6	11.0	11.6	11.1	13.6	10.0	11.1	13.2	10.8	11.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	30.3	32.9	43.5	42.9	72.4	27.4	19.1	26.1	24.0	17.5	26.9	23.0	72.4
	24h-Mittel > 50 µg/m ³	Anz. Tage	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	10.0	8.2	7.6	7.2	7.7	8.0	7.7	9.3	7.0	7.0	8.6	7.8	8.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m ³	27.4	26.3	26.3	17.3	55.5	19.0	13.0	18.7	18.7	11.5	15.3	18.4	55.5
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m ³	0.53	0.48	0.35	0.28	0.22	0.28	0.25	0.26	0.26	0.34	0.36	0.33	0.33
SN	Mittelwerte	mg/(m ² d)	12	21	35	73	44	77	119	34	34	28	22	19	43

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	3.7	8.1	9.4	11.4	15.6	19.3	22.1	23.3	16.2	12.9	6.6	3.2	12.7
	Heizgradtagzahl ¹⁾	(°C*d)	498	346	281	213	26	0	0	0	64	99	401	521	2450
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m ²	44	73	119	166	194	198	243	231	139	67	46	28	129
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	81	78	74	67	72	73	68	67	77	89	85	85	76
Niederschlag	Summen	mm	98	53	118	83	155	116	99	52	136	100	75	78	1163
Druck	Mittelwerte	hPa	972	968	962	969	966	967	969	969	968	970	974	976	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 MeteoSchweiz erhoben.

Zürich-Kaserne (Städtisch)**Jahresübersicht 2024****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 2024

Aromatische Verbindungen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Benzol	Mittelwerte	µg/m³	0.63	0.67	0.54	0.40	0.34	0.35	0.36	0.42	0.43	0.63	0.74	0.78	0.52
Toluol	Mittelwerte	µg/m³	1.33	1.91	1.35	1.20	1.18	1.32	1.30	1.65	1.40	2.04	1.95	1.48	1.51
Ethylbenzol	Mittelwerte	µg/m³	0.18	0.26	0.18	0.14	0.14	0.16	0.17	0.21	0.17	0.26	0.27	0.20	0.19
m/p-Xylol	Mittelwerte	µg/m³	0.73	1.09	0.78	0.65	0.63	0.74	0.71	0.95	0.80	1.18	1.17	0.91	0.86
o-Xylol	Mittelwerte	µg/m³	0.19	0.27	0.19	0.16	0.15	0.18	0.17	0.23	0.20	0.28	0.27	0.21	0.21
Umrechnungsfaktoren (F):			[ppb] * F = [µg/m³]												
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 2024

Aromatische Verbindungen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Benzol	Mittelwerte	µg/m³	0.49	0.39	0.35	0.20	0.14	0.13	0.12	0.17	0.22	0.32	0.39	0.40	0.30
Toluol	Mittelwerte	µg/m³	-	-	-	-	0.33	0.43	0.44	0.55	0.56	0.89	1.00	0.55	0.65*
Ethylbenzol	Mittelwerte	µg/m³	-	-	-	-	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.08	0.08	0.05	0.05*
m/p-Xylol	Mittelwerte	µg/m³	-	-	-	-	0.00	0.02	0.04	0.06	0.09	0.21	0.20	0.15	0.12*
o-Xylol	Mittelwerte	µg/m³	-	-	-	-	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.09	0.10	0.06	0.05*
Umrechnungsfaktoren (F):			[ppb] * F = [µg/m³]												
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/m³	2.50	2.36	2.58	2.25	1.79	1.22	0.93	1.11	1.36	1.63	2.38	2.81	1.98
Propan	Mittelwerte	µg/m³	1.73	1.51	1.48	0.99	0.66	0.59	0.49	0.60	0.79	1.18	1.30	1.46	1.12
n-Butan	Mittelwerte	µg/m³	0.91	0.82	0.73	0.43	0.33	0.39	0.35	0.44	0.45	0.85	0.91	0.82	0.65
n-Pentan	Mittelwerte	µg/m³	0.33	0.30	0.26	0.17	0.15	0.19	0.17	0.20	0.21	0.39	0.39	0.30	0.26
n-Hexan	Mittelwerte	µg/m³	0.10	0.09	0.07	0.04	0.04	0.06	0.05	0.06	0.06	0.10	0.10	0.09	0.07
Isobutan	Mittelwerte	µg/m³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isopentan	Mittelwerte	µg/m³	0.48	0.43	0.39	0.23	0.17	0.18	0.16	0.19	0.22	0.41	0.44	0.41	0.33
Σ Isohexane	Mittelwerte	µg/m³	0.55	0.54	0.45	0.34	0.32	0.43	0.43	0.51	0.46	0.81	0.73	0.51	0.52
Σ Isoheptane	Mittelwerte	µg/m³	0.41	0.42	0.36	0.25	0.25	0.32	0.27	0.33	0.31	0.50	0.47	0.36	0.36
Umrechnungsfaktoren (F):			[ppb] * F = [µg/m³]												
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/m³	0.84	0.63	0.47	0.28	0.25	0.35	0.29	0.31	0.37	0.74	0.85	0.94	0.56
Propen	Mittelwerte	µg/m³	0.14	0.11	0.08	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.14	0.15	0.13	0.10
Σ Butene	Mittelwerte	µg/m³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ Pentene	Mittelwerte	µg/m³	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethin	Mittelwerte	µg/m³	0.56	0.46	0.40	0.27	0.19	0.17	0.15	0.20	0.26	0.40	0.45	0.43	0.35
Isopren	Mittelwerte	µg/m³	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.21	0.24	0.25	0.10	0.09	0.06	0.03	0.09
1,3-Butadien	Mittelwerte	µg/m³	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02
Umrechnungsfaktoren (F):			[ppb] * F = [µg/m³]												
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 *) unvollständige Messreihe

Jahresübersicht 2024

Aromatische Verbindungen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Benzol	Mittelwerte	µg/m³	0.75	0.66	0.50	0.36	0.23	0.20	0.23	0.31	0.34	0.52	0.61	0.73	0.45
Toluol	Mittelwerte	µg/m³	1.50	1.80	1.31	1.19	0.93	0.97	1.09	1.39	1.24	1.86	1.69	1.48	1.37
Umrechnungsfaktoren (F): F_Benzol = 3,25		[ppb] * F = [µg/m³] 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 2024 (*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°61'0890/1°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°600'170/1°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°655'840/1°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 Blosenbergr in landwirtschaftlicher Umgebung im Kanton Luzern.
Chaumont 1136 m ü. M. 2°565'085/1°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°784'455/1°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°688'675/1°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°628'875/1°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
Jungfrau-Joch 3580 m ü. M. 2°641'910/1°155'280; 46°32'51"/7°59'06"	Hochgebirge	Im Gebäude des Sphinx-Observatoriums der hochalpinen Forschungsstation Jungfrau-Joch, (Erfassung der Grundbelastung in der Troposphäre).
Lägeren 689 m ü. M. 2°669'780/1°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°538'690/1°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°717'610/1°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°715'500/1°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.
Payere 489 m ü. M. 2°562'285/1°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°677'835/1°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°592'545/1°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°710'500/1°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°682'450/1°247'990; 47°22'39"/8°31'50"	Städtisch	Zeughausshof 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, Ti, Cu, As, Ni (SN)	Quartalssammelprobe/Jahresmittelwert	ICP-MS	offener Salpetersäureaufschluss
Regeninhaltstoffe	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	Ionenchromatographie	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 Jungfrauoch und Davos, auf einen Luftdruck von 1013,25 hPa und eine Temperatur von 20 °C. Die Werte der Station Jungfrauoch 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Luftschadstoff	Umrechnungsfaktoren		
	Stationen unterhalb 1500 m ü. M.	Davos (1650 m ü. M.)	Jungfrauoch (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)
- NO_2 : 0,87 (berücksichtigter Zeitraum: 23.7. 1991 bis 22.7.2003)
- O_3 : 1,2 (berücksichtigter Zeitraum: 23.7. 1992 bis 22.7.2002)

Das Stickstoffmonoxid NO wurde als Differenz der korrigierten NO_x und NO_2 Werte berechnet. Für CO und SO_2 wich der Faktor nur wenig von 1 ab und es wurde deshalb für diese beiden Messgrössen keine Korrektur vorgenommen.