

# **Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe NABEL**

## Messergebnisse 2022

Herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt BAFU und von der Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Empa, Bern, 2023

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL)</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Luftbelastung 2022 und langjährige Entwicklung</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Stickoxide</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Feinstaub</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Ozon</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>Schwefeldioxid</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>Kohlenmonoxid</b>	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>Flüchtige organische Verbindungen</b>	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>Treibhausgase</b>	<b>38</b>
<b>11</b>	<b>Staubniederschlag</b>	<b>40</b>
<b>12</b>	<b>Schwermetalle</b>	<b>41</b>
<b>13</b>	<b>Regeninhaltsstoffe</b>	<b>47</b>
<b>14</b>	<b>Stickstoffverbindungen</b>	<b>51</b>
<b>15</b>	<b>Monats- und Jahreswerte der Stationen</b>	<b>55</b>
<b>16</b>	<b>VOC-Messwerte</b>	<b>88</b>
	<b>Anhang</b>	<b>91</b>
	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 2022 für alle NABEL Messstationen.

Eine zusammenfassende Darstellung der Luftqualität in der Schweiz findet sich im Bericht [uz-2114-d](#).

Die Luftbelastung des Jahres 2022 kann wie folgt charakterisiert werden: Für Ozon wurden im Jahr 2022 an allen NABEL-Stationen die Grenzwerte überschritten, für lungengängigen Feinstaub (PM10 und PM2.5) wurden die Immissionsgrenzwerte auf der Alpensüdseite teilweise überschritten. An allen NABEL-Stationen wurden die Grenzwerte für weitere Luftschadstoffe mehrheitlich eingehalten. Die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen in den letzten 30 Jahren zeigt eine deutliche Verbesserung der Luftqualität in der Schweiz.

## 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 Jungfrauoch, an internationalen Messprogrammen. Daraus ging 1978 das Nationale Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe (NABEL) hervor. Das Messnetz hat seinen Betrieb 1979 etappenweise aufgenommen. In den Jahren 1989 bis 1991 wurde das NABEL-Messnetz modernisiert und von 8 auf 16 Stationen erweitert. Der Betrieb und die Wartung der Messsysteme, die Qualitätssicherung und die Datenkontrolle werden von der Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), Dübendorf durchgeführt. Das BAFU ist für das Konzept des Messnetzes, das Datenmanagement, die Auswertung der Daten und für die Datenpublikation zuständig.

### Ziel und Zweck des Messnetzes

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

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

### Aufgaben des Messnetzes

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

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

Seit Beginn der Messaktivitäten des NABEL sind mehrere ländliche Stationen Teil des «European Monitoring and Evaluation Program» (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 Jungfrauoch 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 (NO<sub>2</sub>), Stickstoffmonoxid (NO), lungengängiger Feinstaub (PM<sub>10</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO) und der Staubbiederschlag gemessen. Im Feinstaub und im Staubbiederschlag werden einige Schwermetalle bestimmt. An einzelnen Stationen werden zusätzlich Messungen der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) sowie chemische Analysen des Niederschlags und der Stickstoffaerosole durchgeführt.

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

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

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

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

Tab. 1: Klassierung der NABEL-Stationen nach Standorttyp

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

\*Messungen beendet per 31.12.2017.

## Qualitätssicherung

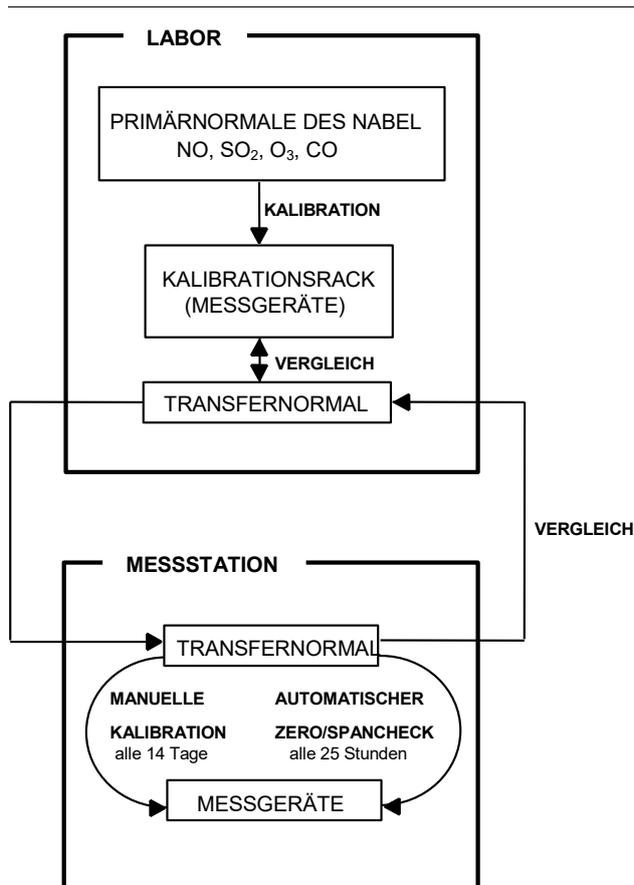
Im NABEL wird der Qualitätssicherung der Messdaten eine grosse Bedeutung zugemessen. Es gelten folgende allgemeine Qualitätssicherungsmassnahmen:

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

Die Messungen werden wo immer möglich auf Primärnormale zurückgeführt. Diese befinden sich in einem klimatisierten Kalibrierlabor, welches sie nur in Ausnahmefällen (bei Ringversuchen von Primärnormalen) verlassen. Die Primärnormale des NABEL werden ihrerseits auf nationale und internationale Normale zurückgeführt. Im Kalibrierlabor befindet sich ebenfalls ein Kalibrierstand für SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>3</sub> 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 SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>3</sub> 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) 2023 (*Berichte des NABEL (admin.ch)*) entnommen werden.

Abb. 1: Rückverfolgbarkeit von SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>3</sub> und CO



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

siehe Technischer Bericht 2023, (*Berichte des NABEL*)

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

# 3 Luftbelastung 2022 und langjährige Entwicklung

## Übersicht

Die Belastung durch Feinstaub (PM10), Stickstoffdioxid und Schwefeldioxid hat an den meisten Standorten seit dem Jahr 2000 infolge der Emissionsminderungen deutlich abgenommen, während die Belastung durch Ozon im Streubereich der Jahre 2000 bis 2021 lag. Trotz der Verbesserungen der letzten dreissig Jahre wurden die Immissionsgrenzwerte im Jahr 2022 für Feinstaub teilweise überschritten. Die Grenzwerte für Ozon wurden an allen Messstationen des NABEL überschritten (Tab. 3 und Abb. 2). Dies ist infolge der immer noch zu hohen Emissionen von Luftschadstoffen in der Schweiz und den Nachbarländern der Fall.

Der Winter 2021/2022 war einer der wärmsten seit Messbeginn. Die Alpensüdseite erlebte den deutlich sonnigsten Winter in der über 60 Jahre zurückreichenden Periode mit homogenen Daten. Mild ging es weiter im Frühling. Mehrere Messstandorte registrierten den wärmsten Mai seit Messbeginn, lokal mit extremen Mairekorden. Im Frühling blieben die Niederschlagsmengen verbreitet deutlich unter der Norm 1991–2020 und lagen regional auf rekordtiefen Werten. Die Schweiz blickt auf den zweitwärmsten Sommer seit Messbeginn 1864 zurück. Die Sommerhitze erstreckte sich über alle drei Sommermonate. Der rekordwarme Oktober und die weit überdurchschnittliche Novemberwärme führten zum drittwärmsten Herbst seit Messbeginn 1864.

## 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). Die häufigsten Grenzwertüberschreitungen (792 Stunden) wurden in Lugano und in den mittleren Höhenlagen der Alpennordseite (um 1000 m über Meer) gemessen. Dabei wurde auf der Alpennordseite ein maximales Stundenmittel von  $177 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen, auf der Alpensüdseite von  $213 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . 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 2022 sind zum Teil knapp unter dem Immissionsgrenzwert geblieben.

In den Städten und Vorstädten inklusive in der Strassenschlucht bei Bern wurden im 2022 Jahresmittelwerte zwischen  $14$  und  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Auf dem Land, entlang den Autobahnen, wurden Werte bis  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  beobachtet. Abseits von Strassen lagen auf der Alpennordseite die

Messwerte der ländlichen Stationen mit  $11 - 14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  unter dem Grenzwert. An den Stationen oberhalb 1000 m über Meer sind die Messwerte mit  $4 - 8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  noch tiefer.

Zum sechsten Mal seit Messbeginn wurde an allen NABEL-Stationen der Jahresgrenzwert für Feinstaub PM10 eingehalten. Der Tagesgrenzwert wurde auf der Alpensüdseite sowie auf der Alpennordseite mehr als die von der Luftreinhalte-Verordnung erlaubten drei Mal überschritten. Dabei lag der maximale Tageswert mit 215 Mikrogramm pro Kubikmeter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) deutlich über dem Tagesgrenzwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Bei der feinen Grössenfraktion des Feinstaubes **PM2.5** wurde der Jahresmittelgrenzwert bei mehreren Stationen knapp überschritten. Der Immissionsgrenzwert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  entspricht der Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation. Dank der getroffenen Massnahmen zur Emissionsminderung von Luftschadstoffen sind die im NABEL-Messnetz gemessenen Konzentrationen von PM2.5 in den letzten 20 Jahren um die Hälfte gesunken.

## Stickoxide

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

Die Belastung der Luft durch Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) 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  $\text{NO}_2$  im 2022 knapp eingehalten, an allen anderen NABEL-Standorten lag das Jahresmittel deutlich unter dem Immissionsgrenzwert. Am verkehrsexponierten Messstandort in Sion wurde der Tagesmittelgrenzwert knapp überschritten, an allen anderen NABEL-Standorten wurde der Tagesmittelgrenzwert eingehalten.

## Übrige Schadstoffe

Die Schwefeldioxidbelastung hat seit dem Jahr 2000 deutlich abgenommen. Der höchste gemessene Jahresmittelwert von  $1.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (an der Station Lugano gemessen) wie auch der maximale Tagesmittelwert von  $14.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (in Basel-Binningen 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 Schwebestaub (PM10) liegen an allen Standorten deutlich 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 2022 mit den Immissionsgrenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung

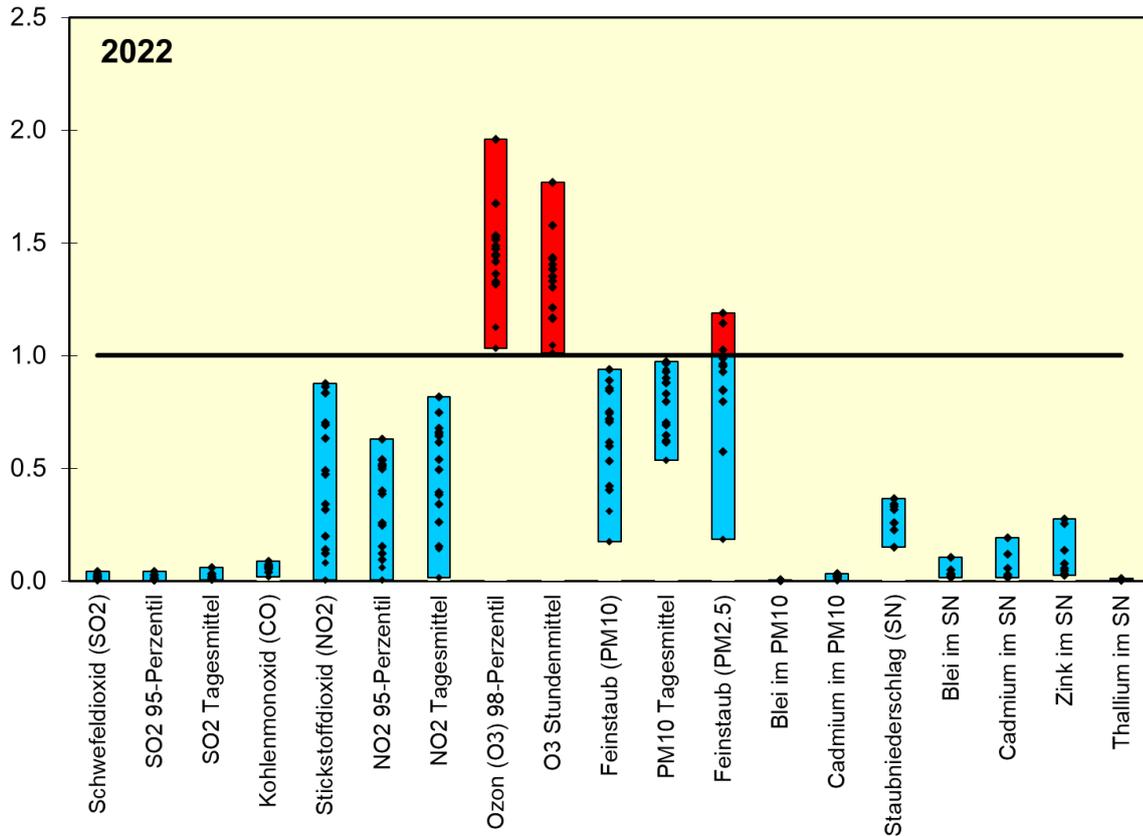
Gase		SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>
Stationstyp	Station	JMW µg/m <sup>3</sup>	P95 µg/m <sup>3</sup>	Tage > IGW	Tage > IGW	JMW µg/m <sup>3</sup>	P95 µg/m <sup>3</sup>	Tage > IGW	P98 µg/m <sup>3</sup>	Stunden > IGW
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk				0	26	53	0	133	93
	Lausanne-César-Roux				0	25	51	0	132	106
Städtisch	Lugano-Universität	1.3	4.4	0	0	25	52	0	196	789
	Zürich-Kaserne	0.6	1.5	0	0	21	51	0	144	272
Vorstädtisch	Basel-Binningen	0.8	2.4	0		15	40	0	153	278
	Dübendorf-Empa	0.4	1.0	0	0	19	50	0	147	281
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.5	1.2	0	0	25	54	0	145	191
	Sion-Aéroport-A9					26	63	0	136	136
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	1.0	2.9	0		14	39	0	167	520
	Payerne	0.3	0.6	0	0	10	26	0	142	235
	Tänikon					10	25	0	145	297
	Beromünster					6	15	0	151	422
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont					4	9	0	152	547
	Rigi-Seebodenalp	0.2	0.6	0	0	4	12	0	149	408
	Davos-Seehornwald					2	6	0	113	9
Hochgebirge	Jungfrauoch	< 0.1	0.1	0	0	< 1	< 1	0	103	2
LRV-Immissionsgrenzwert		30	100	1	1	30	100	1	100	1

Partikel	PM10	PM10	PM2.5	Pb_PM10	Cd_PM10	SN	Pb_SN	Cd_SN	Zn_SN	Tl_SN
Station	JMW µg/m <sup>3</sup>	Tage > IGW	JMW µg/m <sup>3</sup>	JMW ng/m <sup>3</sup>	JMW ng/m <sup>3</sup>	JMW mg/(m <sup>2</sup> *d)	JMW µg/(m <sup>2</sup> *d)	JMW µg/(m <sup>2</sup> *d)	JMW µg/(m <sup>2</sup> *d)	JMW µg/(m <sup>2</sup> *d)
Bern-Bollwerk	19	4	10	2.3	0.05	73	5.1	0.11	111	0.014
Lausanne-César-Roux	15	0	10	1.4	<0.05	68	10.6	0.06	102	0.015
Lugano-Universität	17	3	12	2.9	0.05					
Zürich-Kaserne	14	2	10	1.9	<0.05	51	3.2	0.04	31	0.011
Basel-Binningen	14	3	10	2.0	<0.05	46	2.3	0.24	19	0.010
Dübendorf-Empa	14	3	9	2.0	<0.05					
Härkingen-A1	15	1	10	2.5	<0.05	66	2.7	0.38	54	0.010
Sion-Aéroport-A9	18	3	8	2.0	<0.05					
Magadino-Cadenazzo	17	3	11	2.3	0.05	64	3.4		22	0.020
Payerne	12	0	8	1.5	<0.05	51	1.6	0.04	14	0.011
Tänikon	12	0	8	1.5	<0.05					
Beromünster	11	0		2.5	<0.05					
Chaumont	8	4		1.0	<0.05					
Rigi-Seebodenalp	8	0	6	1.3	<0.05	30	2.0	0.03	10	0.010
Davos-Seehornwald	6	5			<0.05					
Jungfrauoch	4	3	2	0.2	<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 = Staubbiederschlag  
 \*\* Grenzwerte seit dem 1. Juni 2018 in Kraft.

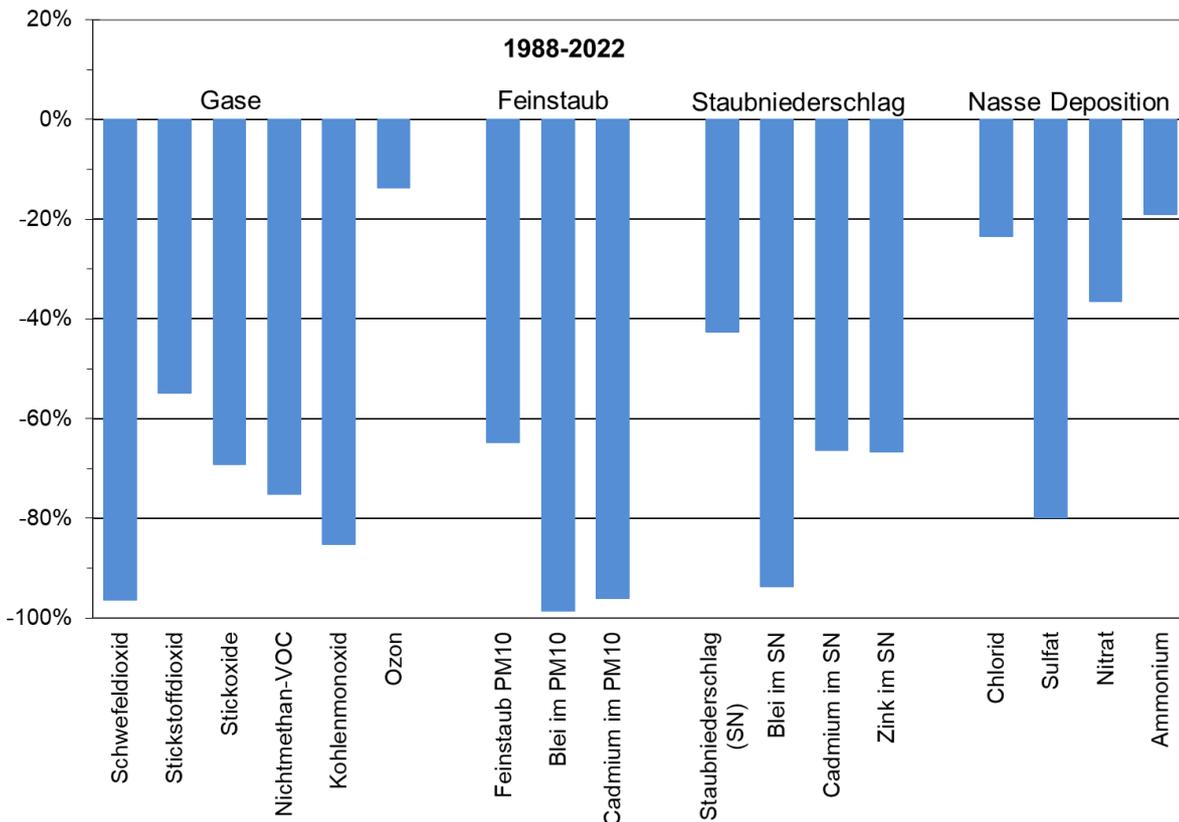
**Abb. 2: Übersicht der Schadstoffbelastung 2022 an NABEL-Stationen im Vergleich zu den Immissionsgrenzwerten der Luftreinhalte-Verordnung**

Eingezeichnet sind die Werte der einzelnen NABEL-Stationen.



**Abb. 3: Veränderung der Luftbelastung in der Schweiz zwischen 1988 und 2022**

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](http://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. Der Jahresmittel-Grenzwert wird dort knapp eingehalten. An den vorstädtischen und städtischen Standorten (abseits von Hauptverkehrsstrassen) ist die Belastung tiefer, die  $NO_2$ -Werte liegen 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 auch im ländlichen Raum die  $NO_2$ -Grenzwerte überschritten sind.

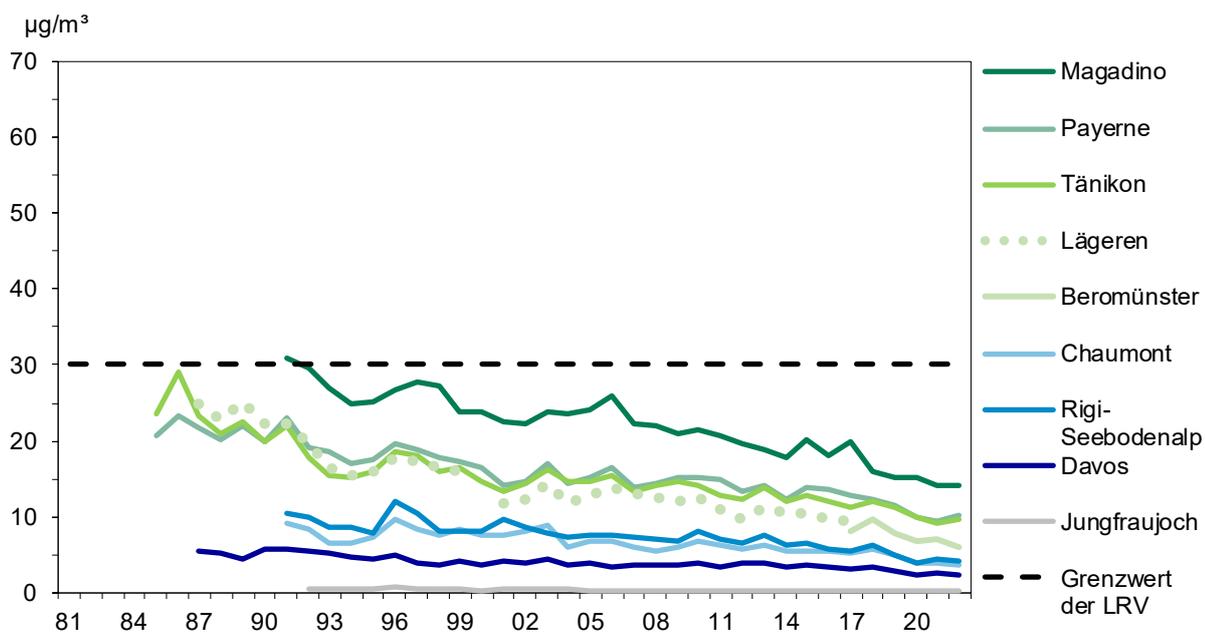
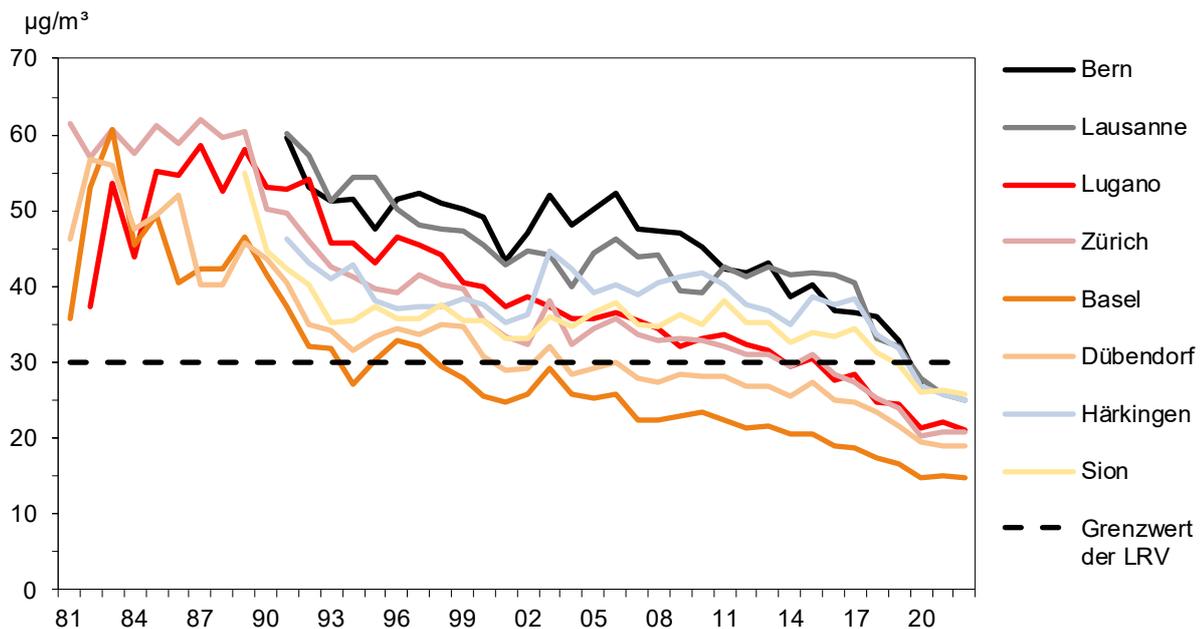
Das Stickoxid-Problem ist im Wesentlichen das Problem einer permanent zu hohen Belastung. Hohe Spitzenwerte der Stickstoffdioxidbelastung treten dagegen nicht sehr häufig auf. Die Belastungssituation durch Stickoxide, insbesondere durch Stickstoffdioxid, ist im Weiteren von der Distanz zu stark befahrenen Strassen abhängig. Dies führt dazu, dass auch in kleineren Ortschaften entlang der Strassen Grenzwertüberschreitungen vorkommen.

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

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

**Abb. 4: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Jahresmittelwerte 1981–2022**

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



**Abb. 5: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Monatsmittelwerte 2022**

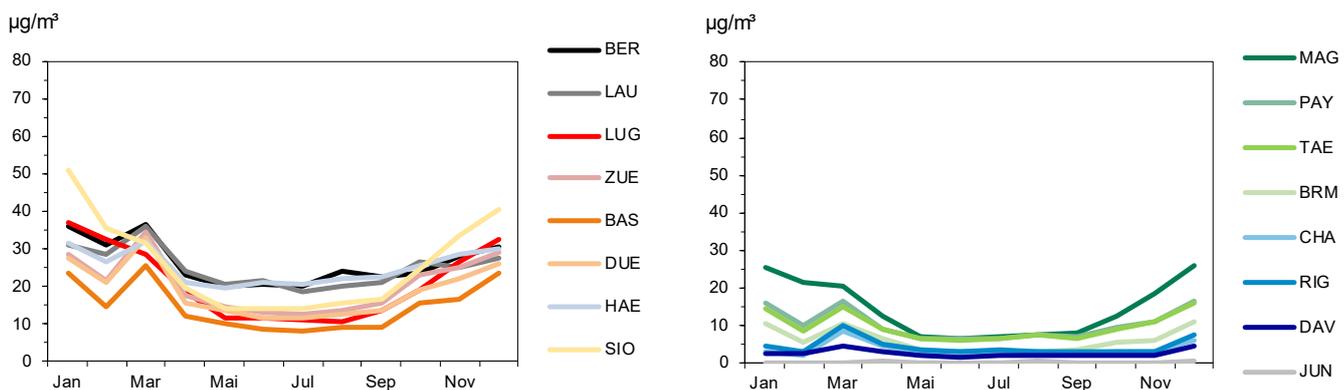


Abb. 6: Stickstoffmonoxid (NO), Jahresmittelwerte 1981–2022

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

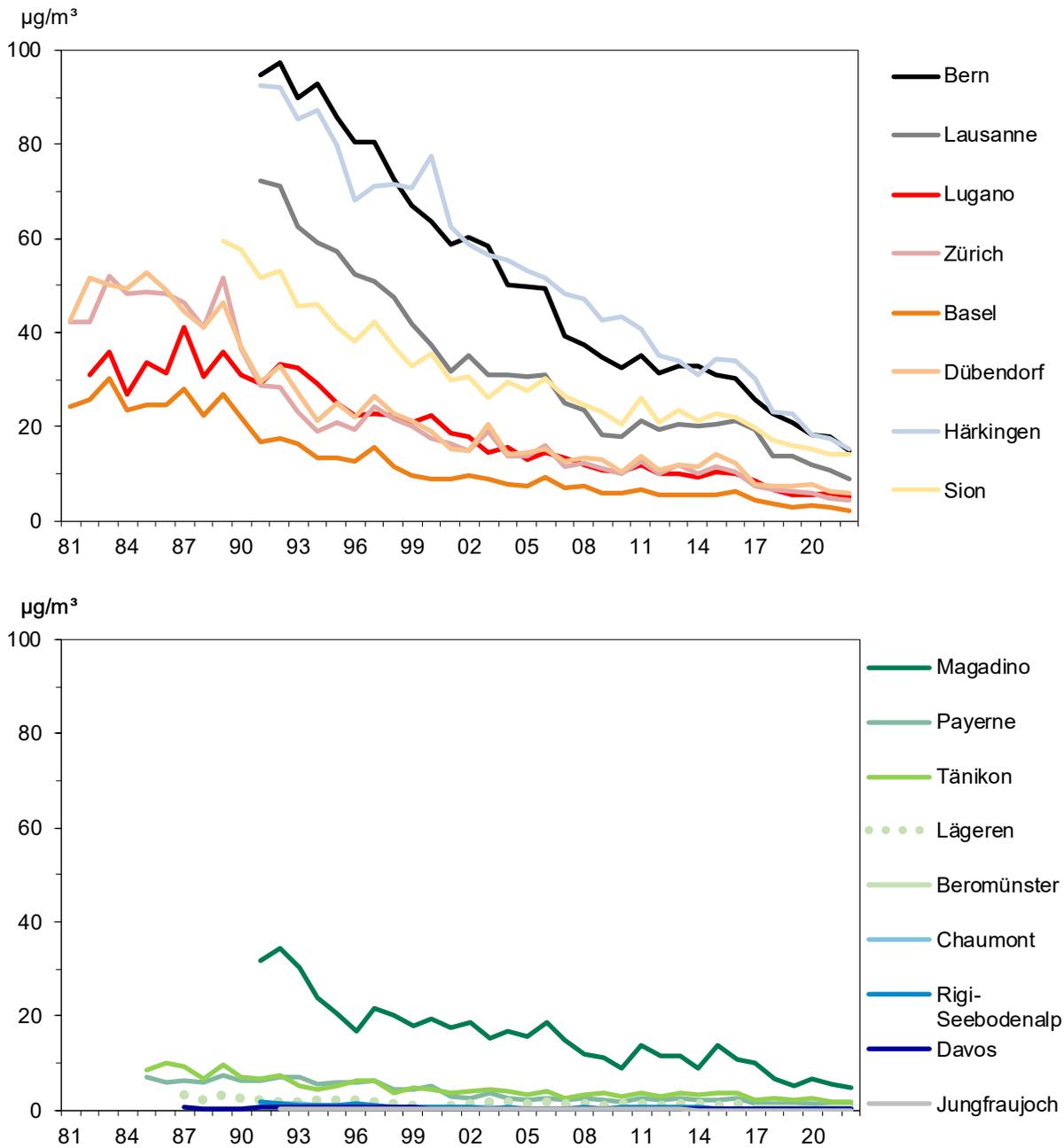


Abb. 7: Stickstoffmonoxid (NO), Monatsmittelwerte 2022

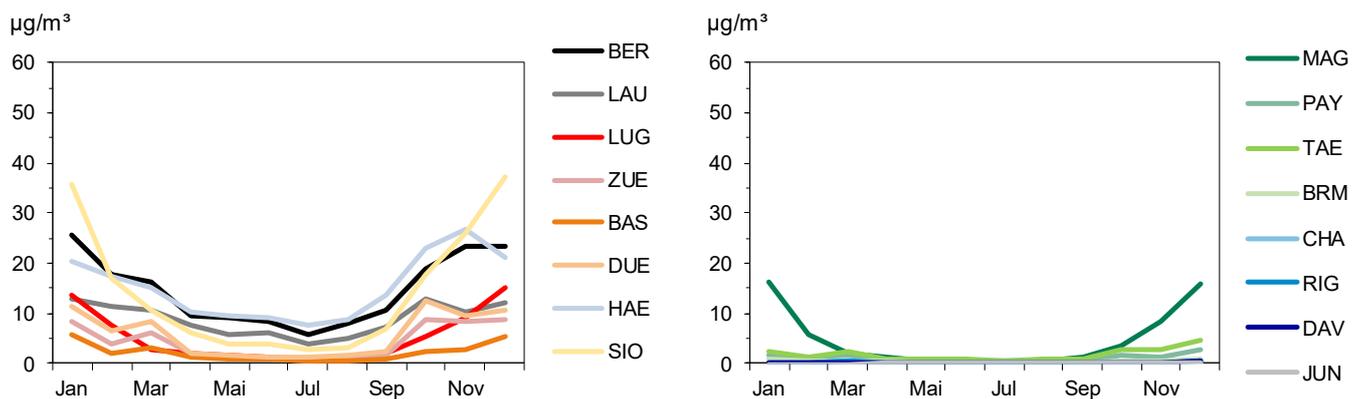


Abb. 8: Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Jahresmittelwerte 1981–2022

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

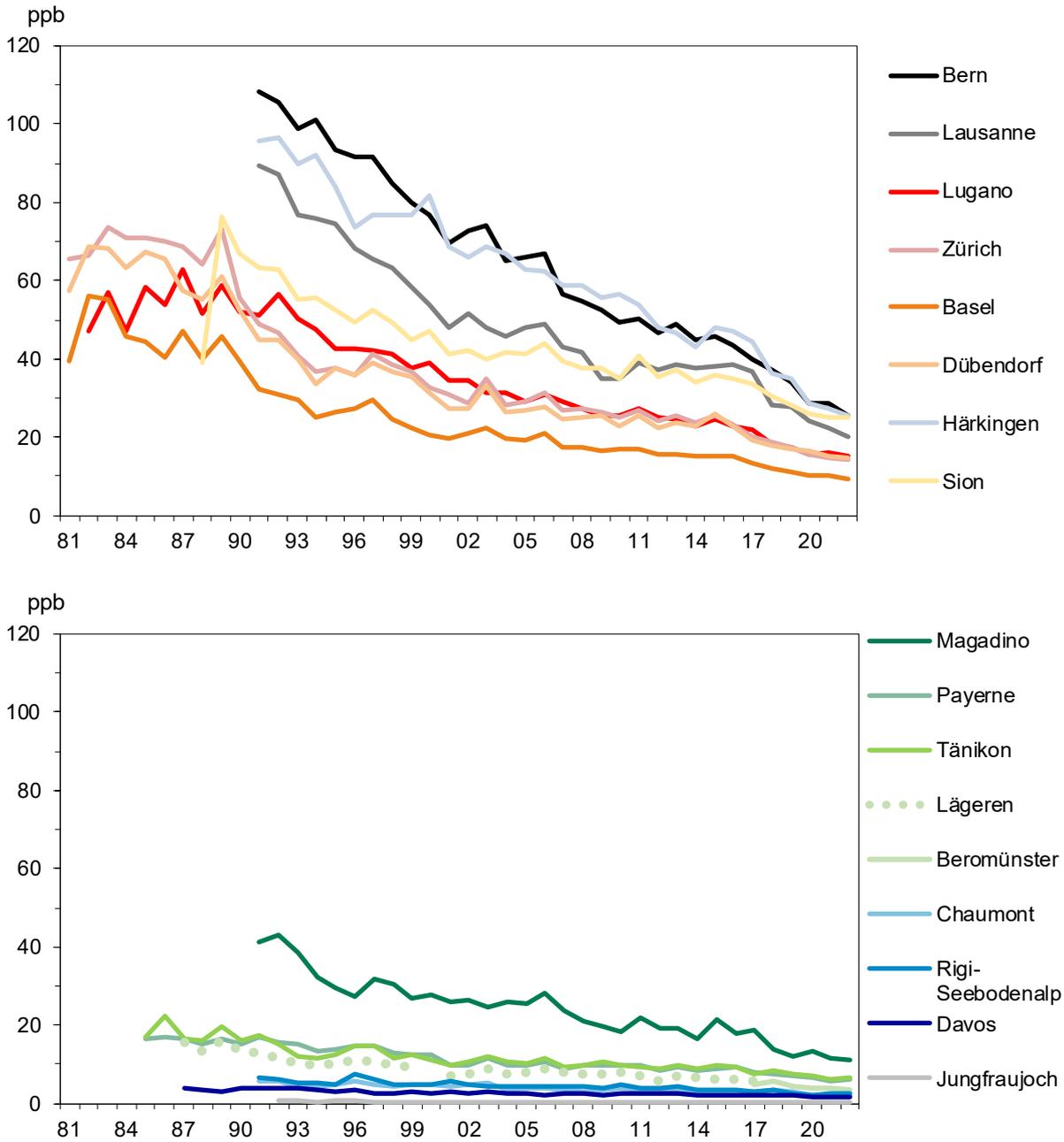


Abb. 9: Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Monatsmittelwerte 2022

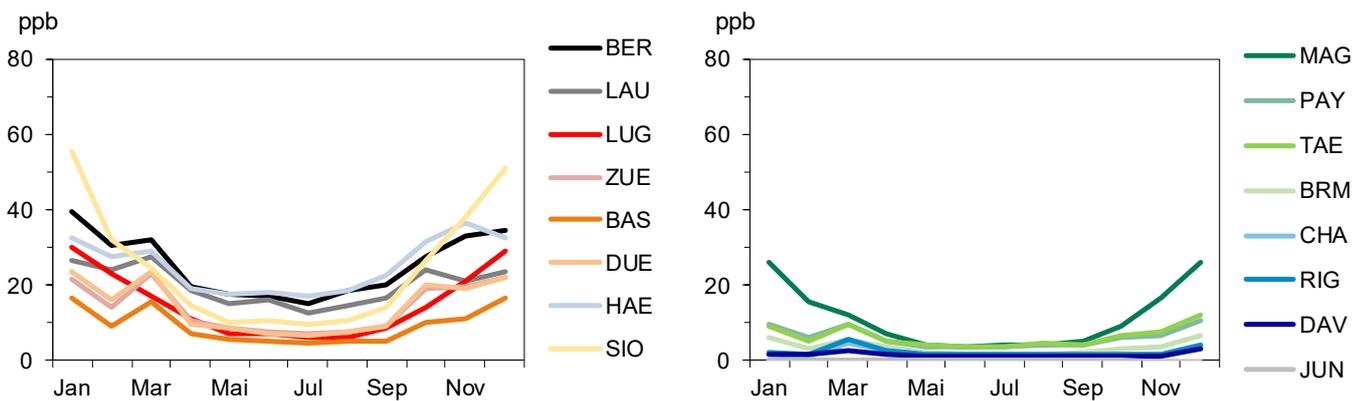


Abb. 10: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), mittlerer Wochengang 2022

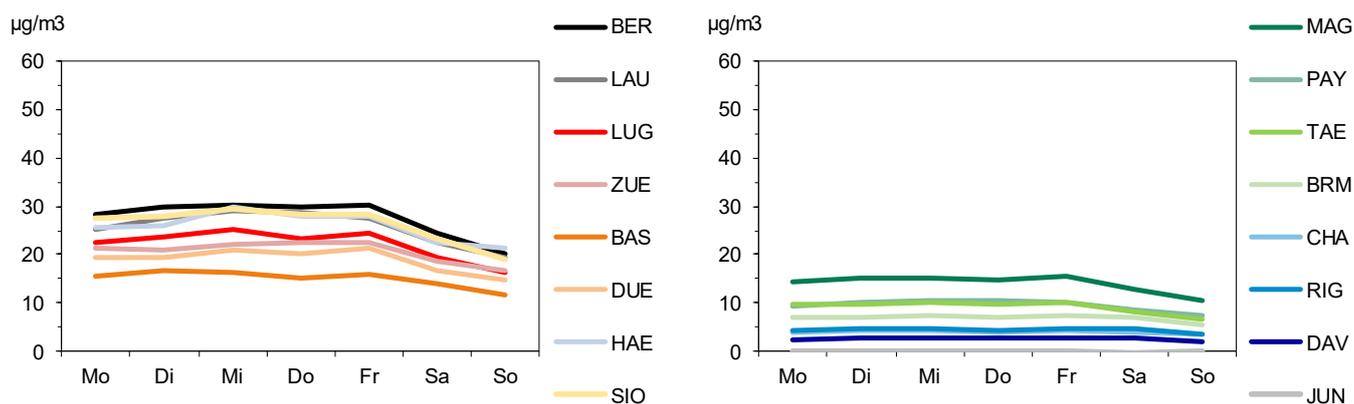
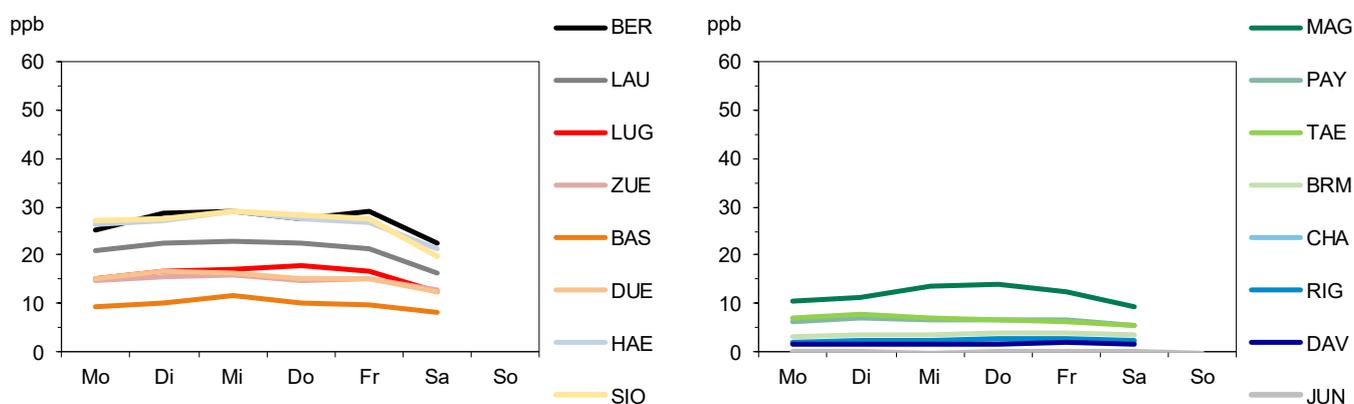


Abb. 11: Stickoxide (NO<sub>x</sub>), mittlerer Wochengang 2022



Tab. 4: Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µg/m <sup>3</sup>	95 %-Wert µg/m <sup>3</sup>	max. 24h-Mittelwert µg/m <sup>3</sup>	Anzahl Grenzwert- überschreitungen 24h-Mittelwert
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	26	53	54	0
	Lausanne-César-Roux	25	51	55	0
Städtisch	Lugano-Università	21	52	57	0
	Zürich-Kaserne	21	51	61	0
Vorstädtisch	Basel-Binningen	15	40	45	0
	Dübendorf-Empa	19	50	50	0
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	25	54	55	0
	Sion-Aéroport-A9	26	63	66	0
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	14	39	46	0
	Payeme	10	26	33	0
	Tänikon	10	25	31	0
	Beromünster	5.9	15	29	0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	3.7	9.5	13	0
	Rigi-Seebodenalp	4.2	12.1	29	0
	Davos-Seehornwald	2.4	6.0	18.3	0
Hochgebirge	Jungfrauoch	0.15	<0.1	1.91	0
LRV-Immissionsgrenzwert		30	100	80	1

Tab. 5: Stickstoffmonoxid (NO), Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µg/m <sup>3</sup>	95 %-Wert µg/m <sup>3</sup>	max. 24h- Mittelwert µg/m <sup>3</sup>
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	15	56	62
	Lausanne-César-Roux	9	28	37
Städtisch	Lugano-Università	5.2	26	39
	Zürich-Kaseme	4.3	22	51
Vorstädtisch	Basel-Binningen	2.2	12	33
	Dübendorf-Empa	5.7	33	77
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	15	57	55
	Sion-Aéroport-A9	14	66	95
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	4.7	25	55
	Payerne	1.1	5.6	17
	Tänikon	1.8	7	38
	Beromünster	0.2	1.7	1.0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	0.2	0.9	1.0
	Rigi-Seebodenalp	0.2	1.0	6.3
	Davos-Seehornwald	0.2	0.6	5.8
Hochgebirge	Jungfrauoch	<0.1	<0.1	0.4

Tab. 6: Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert ppb	95 %-Wert ppb	max. 24h- Mittelwert ppb
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	26	69	78
	Lausanne-César-Roux	20	47	55
Städtisch	Lugano-Università	15	45	60
	Zürich-Kaseme	14	43	66
Vorstädtisch	Basel-Binningen	10	29	48
	Dübendorf-Empa	15	49	85
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	25	69	69
	Sion-Aéroport-A9	25	83	101
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	11	38	68
	Payerne	6.2	17	29
	Tänikon	6.4	19	47
	Beromünster	3.5	9.0	19
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	2.1	5.4	7.4
	Rigi-Seebodenalp	2.4	6.9	20
	Davos-Seehornwald	1.6	4.0	16.3
Hochgebirge	Jungfrauoch	0.13	0.30	1.41

## 5 Feinstaub

### Entstehung und Charakterisierung

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

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

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

Seit 2005 wird an mehreren Standorten des NABEL die **Partikelanzahlkonzentration** gemessen. Die Messungen

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

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

### Bewertung

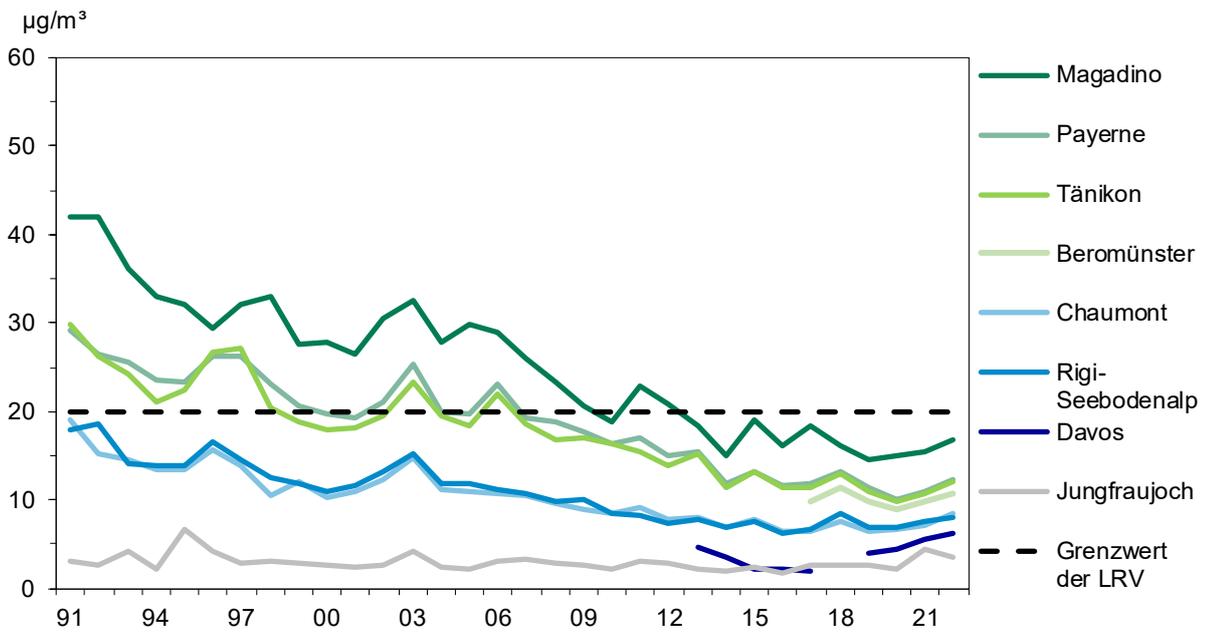
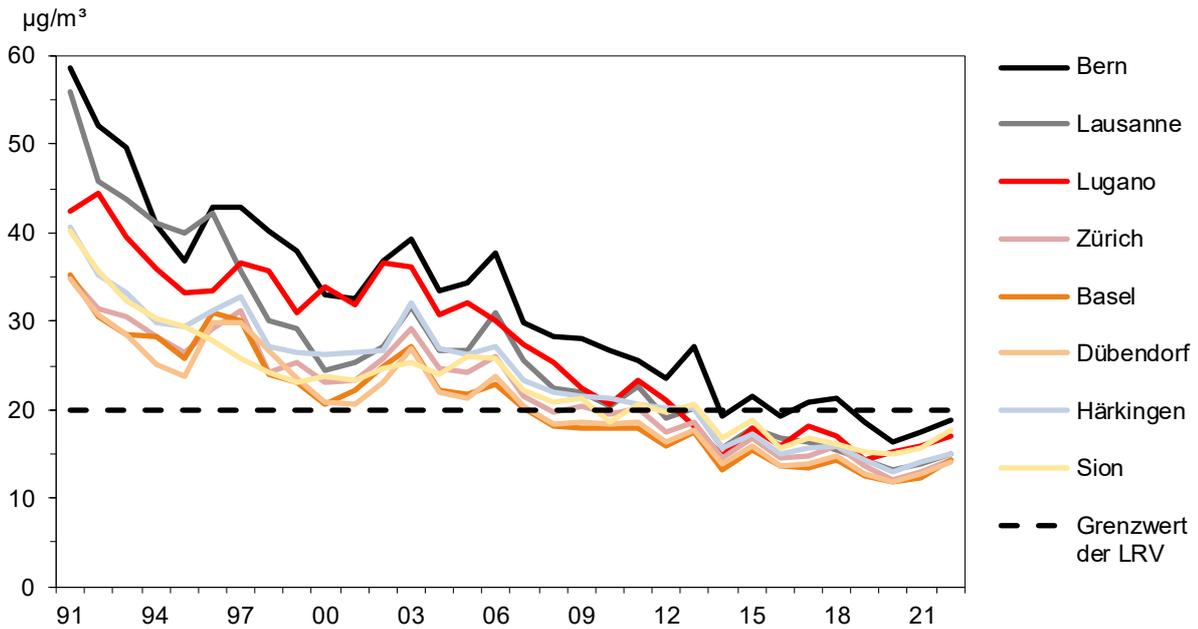
Der Tagesgrenzwert für PM10 wurde auf der Alpensüdseite (Magadino und Lugano) mehr als dreimal überschritten. Die übermässige Feinstaubbelastung stellt ein erhöhtes Risiko für die menschliche Gesundheit dar. Die Überschreitung der Grenzwerte ist zudem ein klares Signal, dass die Feinstaubbelastung gesenkt werden muss. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die bisherige schweizerische Luftreinhaltepolitik konsequent weiter zu führen. Mit den bisher getroffenen und eingeleiteten Massnahmen, beispielsweise mit der Verschärfung der Abgasvorschriften für Motorfahrzeuge (in Abstimmung mit der EU) oder strengeren Emissionsvorschriften für stationäre Anlagen, wird auch die Feinstaubbelastung reduziert.

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

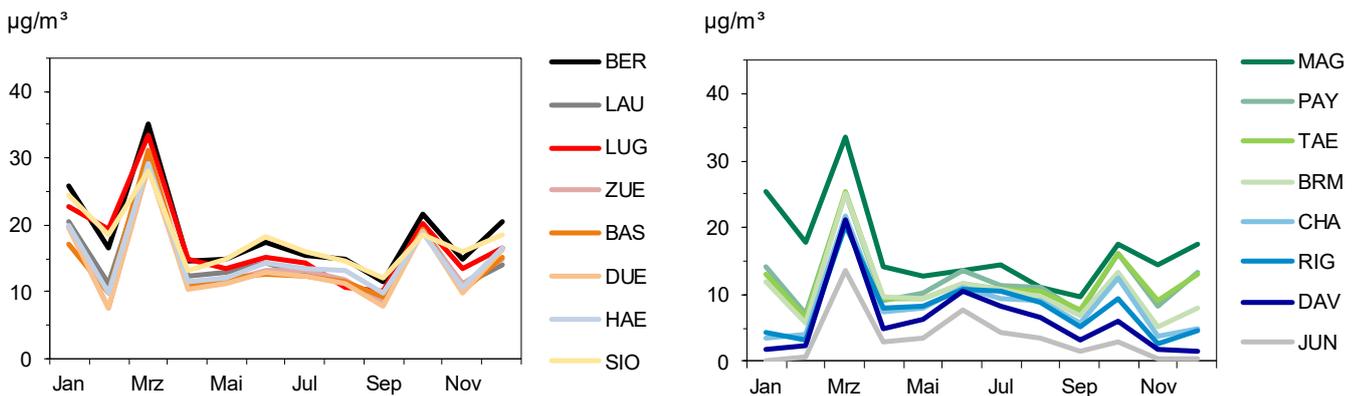
Besondere Anstrengungen braucht es bei den kleinen, krebserregenden Russpartikeln. Für diese Schadstoffe gibt es keine Unbedenklichkeitsschwelle. Gemäss der schweizerischen Gesetzgebung sind die Emissionen des krebserregenden Russes soweit zu begrenzen als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich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

**Abb. 12: Feinstaub (PM10), Jahresmittelwerte 1991–2022**

Die Werte vor 1997 wurden aus TSP-Messungen umgerechnet.



**Abb. 13: Feinstaub (PM10), Monatsmittelwerte 2022**



Tab. 7: Feinstaub (PM10), Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µg/m <sup>3</sup>	max. 24h-Mittelwert µg/m <sup>3</sup>	Anzahl Grenzwert- überschreitungen 24h-Mittelwert
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	17.5	77	4
	Lausanne-César-Roux	13.8	78	4
Städtisch	Lugano-Università	15.9	84	5
	Zürich-Kaserne	12.9	75	3
Vorstädtisch	Basel-Binningen	12.3	77	3
	Dübendorf-Empa	12.8	77	3
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	14.0	57	3
	Sion-Aéroport-A9	15.7	89	3
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	15.5	94	5
	Payerne	11.0	68	3
	Tänikon	10.8	65	3
	Beromünster	9.8	72	3
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	7.1	69	4
	Rigi-Seebodenalp	7.6	89	5
	Davos-Seehornwald	5.5	131	5
Hochgebirge	Jungfrauoch	4.3	215	4
LRV-Immissionsgrenzwert		20	50	3

Tab. 8: Feinstaub: PM10 und PM2.5 Parallelmessungen 2022

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert PM2.5 µg/m <sup>3</sup>	Verhältnis der Jahresmittel PM2.5/PM10 %
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	10.2	55%
	Lausanne-César-Roux	9.9	66%
Städtisch	Lugano-Università	11.9	70%
	Zürich-Kaserne	9.5	66%
Vorstädtisch	Basel-Binningen	9.5	66%
	Dübendorf-Empa	9.3	66%
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	9.6	64%
	Sion-Aéroport-A9	8.5	48%
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	11.4	68%
	Payerne	8.5	69%
	Tänikon	8.0	67%
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	5.7	71%
LRV-Immissionsgrenzwert		10*	

\* Grenzwert in Kraft seit dem 1. Juni 2018

Abb. 14: Feinstaub (PM2.5), Jahresmittelwerte 1998–2022

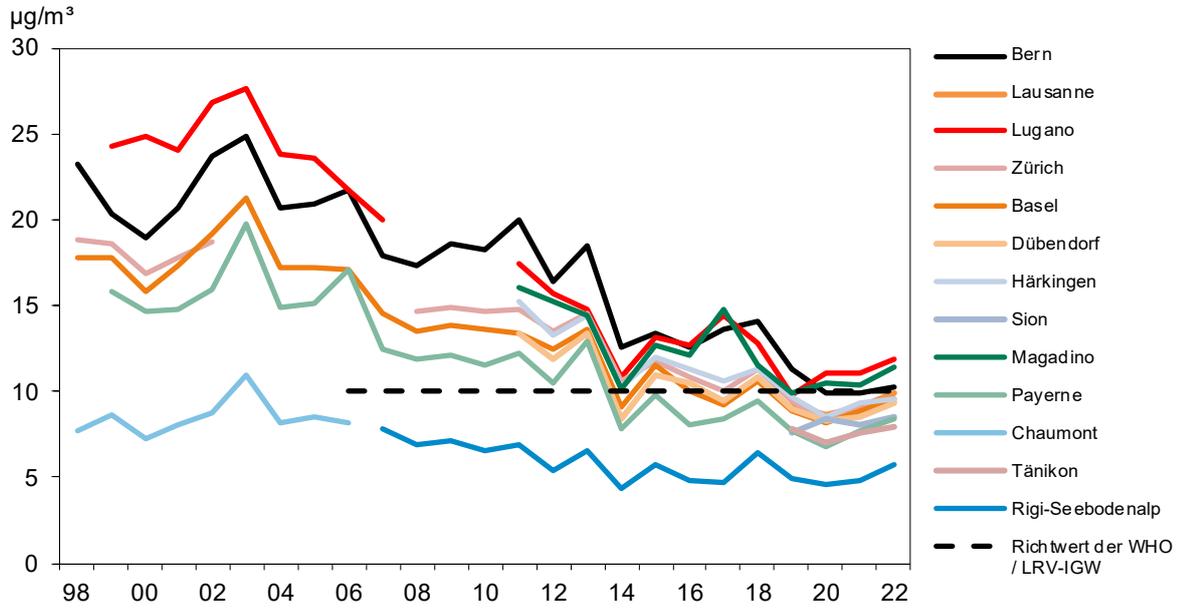


Abb. 15: Feinstaub (PM2.5), Monatsmittelwerte 2022

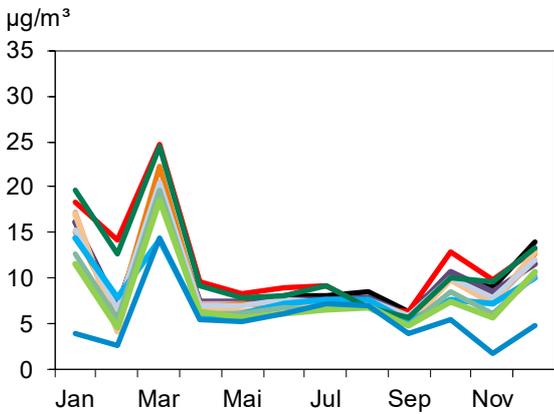


Abb. 16: Verhältnis der Jahresmittel PM2.5/PM10 1998–2022

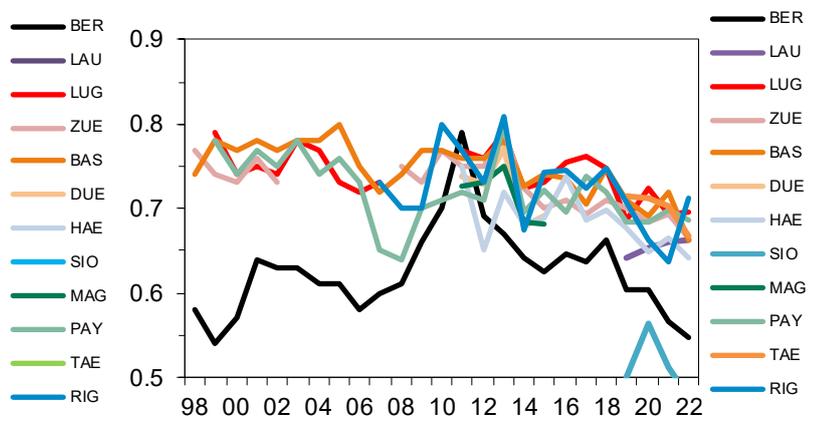


Abb. 17: Partikelanzahl-Konzentration, Jahresmittelwerte 2005–2022

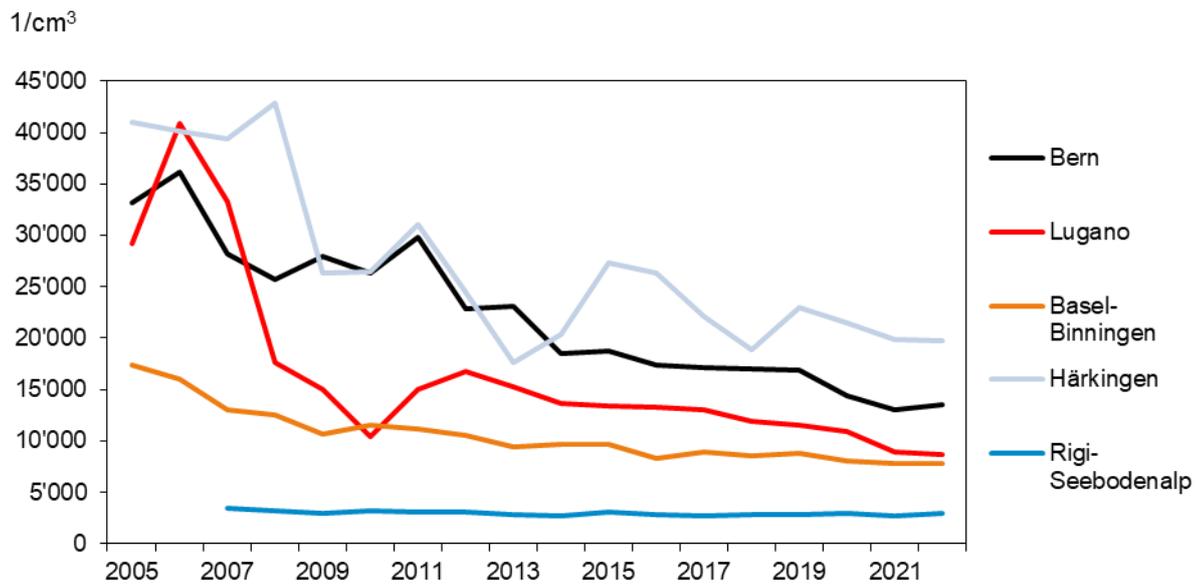
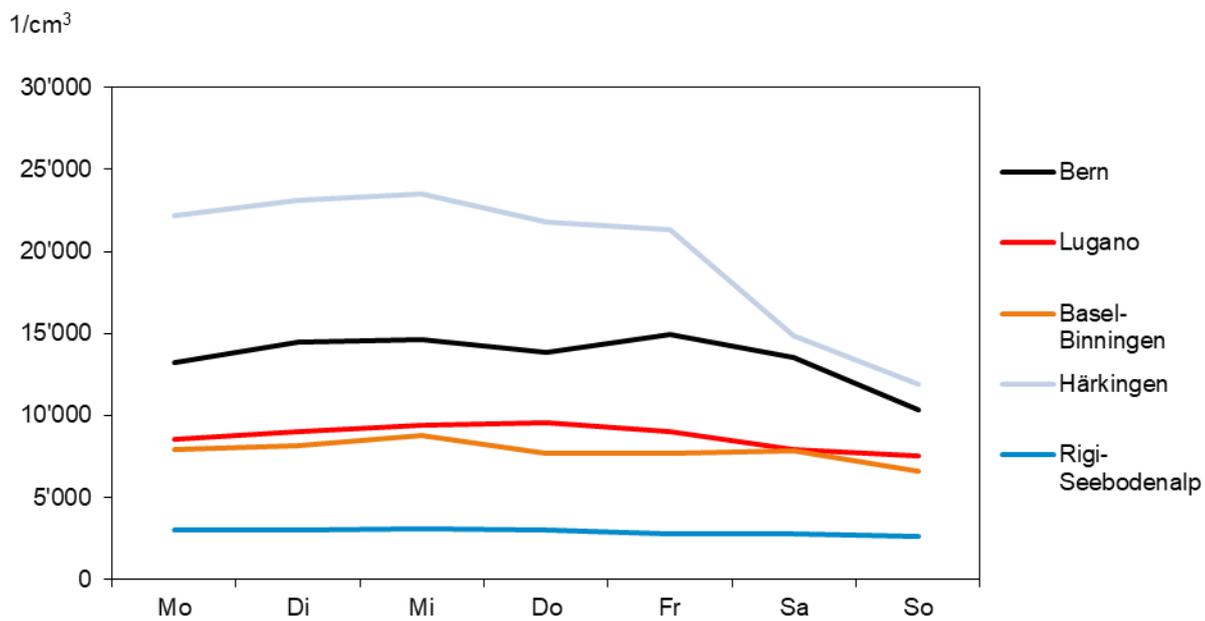


Abb. 18: Partikelanzahl-Konzentration, mittlerer Wochengang 2022



**Tab. 9: Partikelanzahl, Jahresstatistik 2022**

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert Partikelanzahl 1/cm <sup>3</sup>	max. 24h- Mittelwert 1/cm <sup>3</sup>	95%-Wert der Halbstundenmittel 1/cm <sup>3</sup>
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	13'558	33'390	30'500
Städtisch	Lugano-Universität	8'713	21'575	20'011
Vorstädtisch	Basel-Binningen	7'811	17'602	16'367
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	19'764	54'863	56'827
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	2'914	7'535	6'674

**Tab. 10: Schwefel und Sulfat in PM10, Jahresstatistik 2022**

Standorttyp	Station	Schwefel im PM10		Sulfat im PM10	
		Jahresmittelwert µg/m <sup>3</sup>	max. 24h-Mittelwert µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert µg/m <sup>3</sup>	Anteil Sulfat in PM10 %
Städtisch	Lugano-Universität	0.39	0.72	1.17	6.8
Ländlich, unterhalb 1000 m	Payerne	0.29	1.55	0.87	7.1
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.23	0.93	0.69	8.6
Hochgebirge	Jungfrauoch	0.08	0.16	0.24	6.7

**Abb. 19: Sulfat in PM10, Jahresmittelwerte 1981-2022**

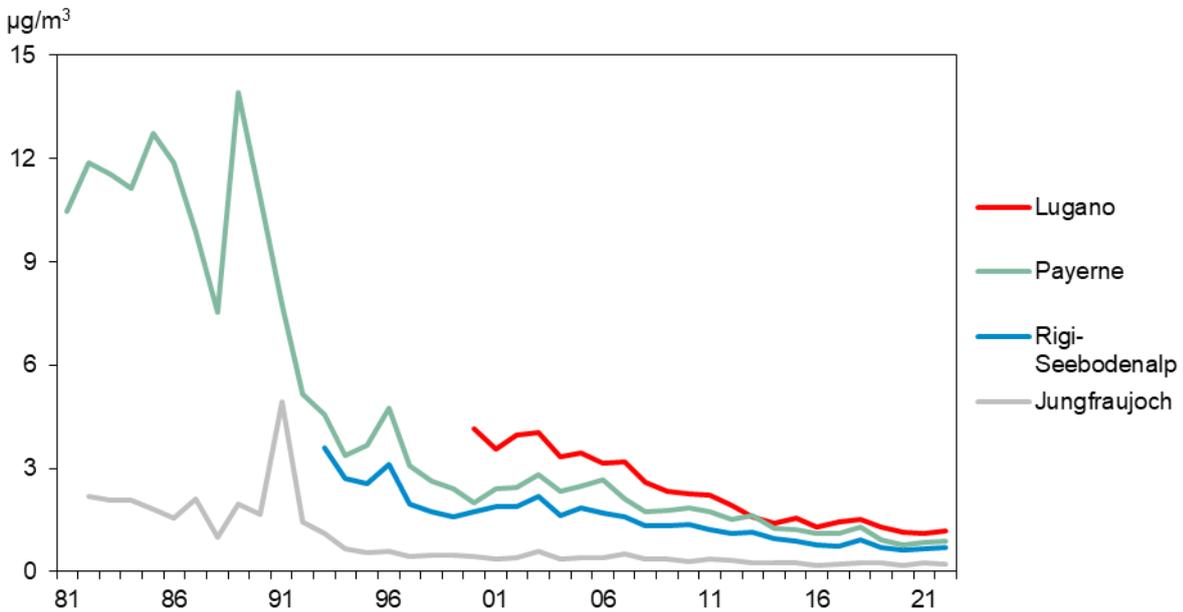


Abb. 20: Benzo(a)pyren in PM10, Jahresmittelwerte 2006-2022

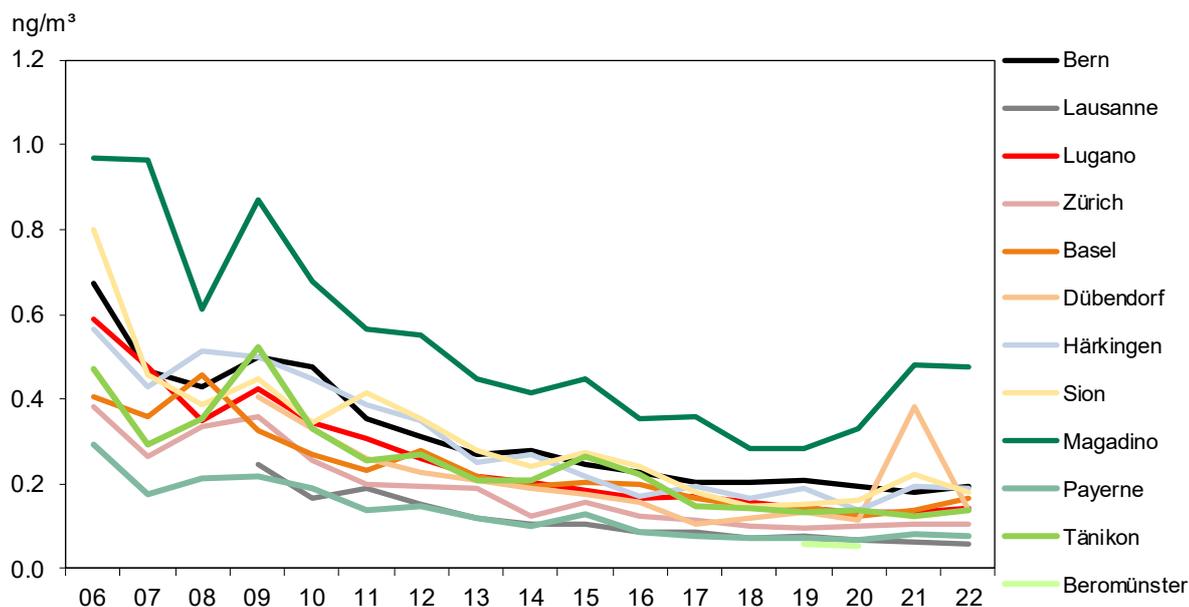
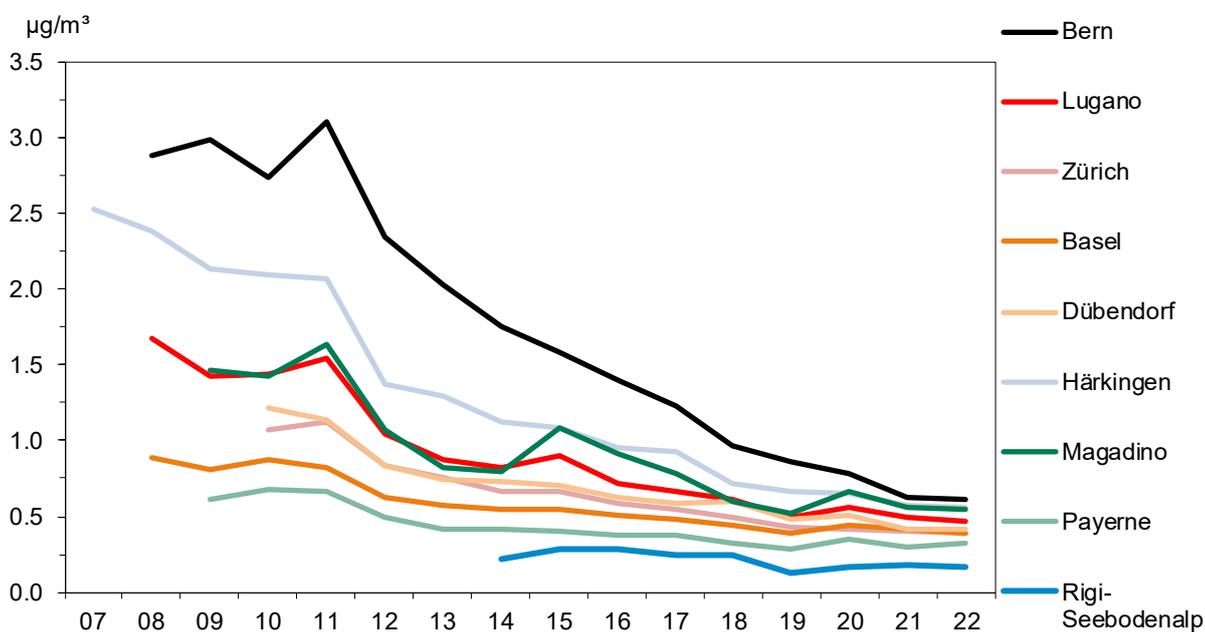


Abb. 21: Russkonzentration in PM2.5 als EBC gemäss TOT/EUSAAR-2 Verfahren, Jahresmittelwerte 2007-2022



Tab. 11: Russ in PM2.5 als EBC gemäss TOT/EUSAAR-2 Verfahren, Jahresstatistik 2022

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	0.61	1.68	6%
Städtisch	Lugano-Università	0.47	1.93	4%
	Zürich-Kaserne	0.39	1.45	4%
Vorstädtisch	Basel-Binningen	0.39	1.52	4%
	Dübendorf-Empa	0.42	1.79	5%
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.56	1.66	6%
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	0.55	2.47	5%
	Payerne	0.33	1.04	4%
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.16	1.11	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 ( $\text{NO}_x$ ) 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 Grundsicht der Atmosphäre entstammt nicht direkten Schadstoffquellen. Es wird erst in der Atmosphäre durch photochemische Reaktionen aus so genannten Vorläuferschadstoffen, dem Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) 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 grösserräumiger 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  $\text{NO}_2$  und NMVOC auch Kohlenmonoxid und Methan eine wesentliche Rolle ([www.empa.ch/web/s503/climate-gases](http://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 ( $\text{NO}_2$ ) 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

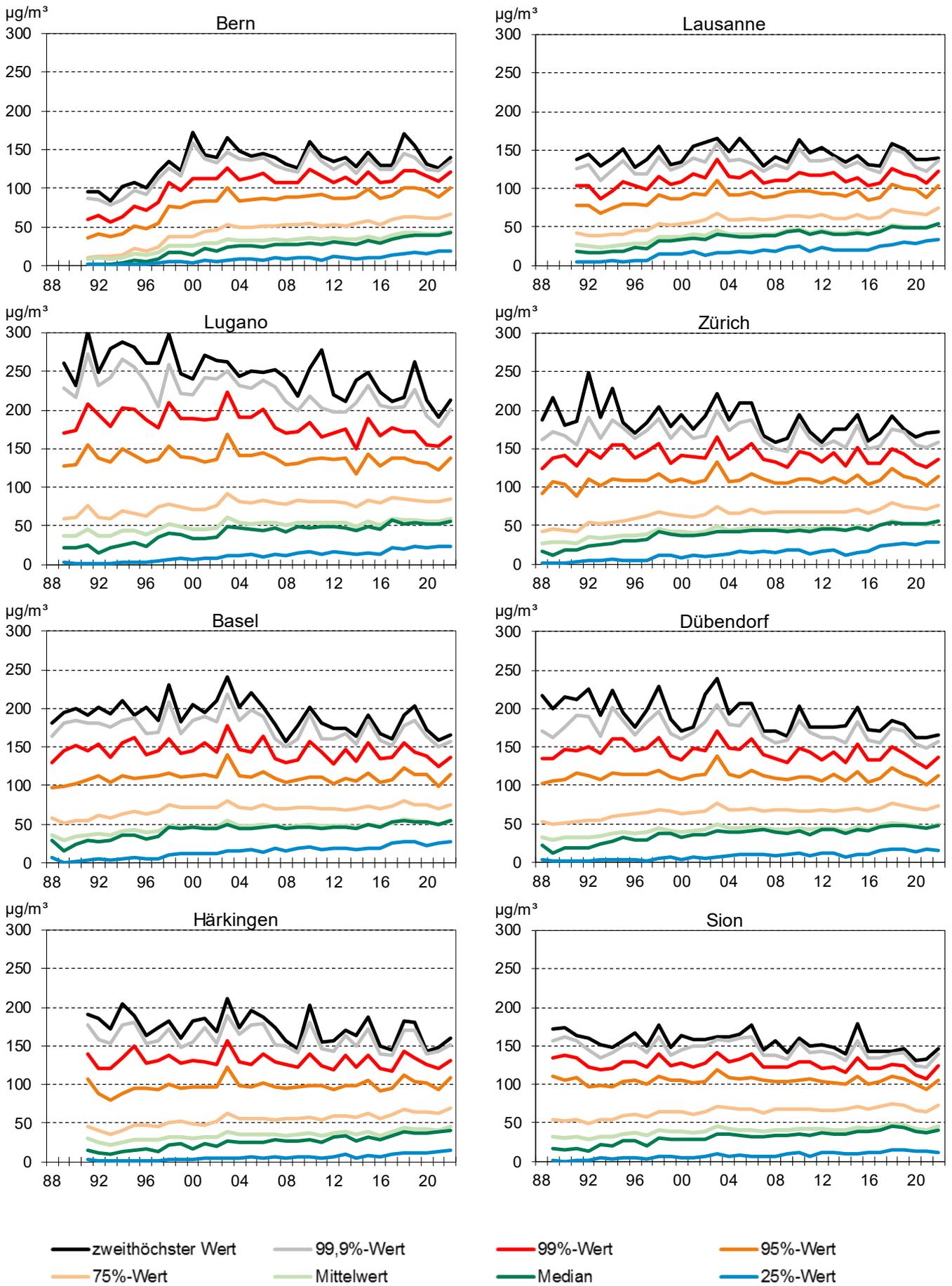
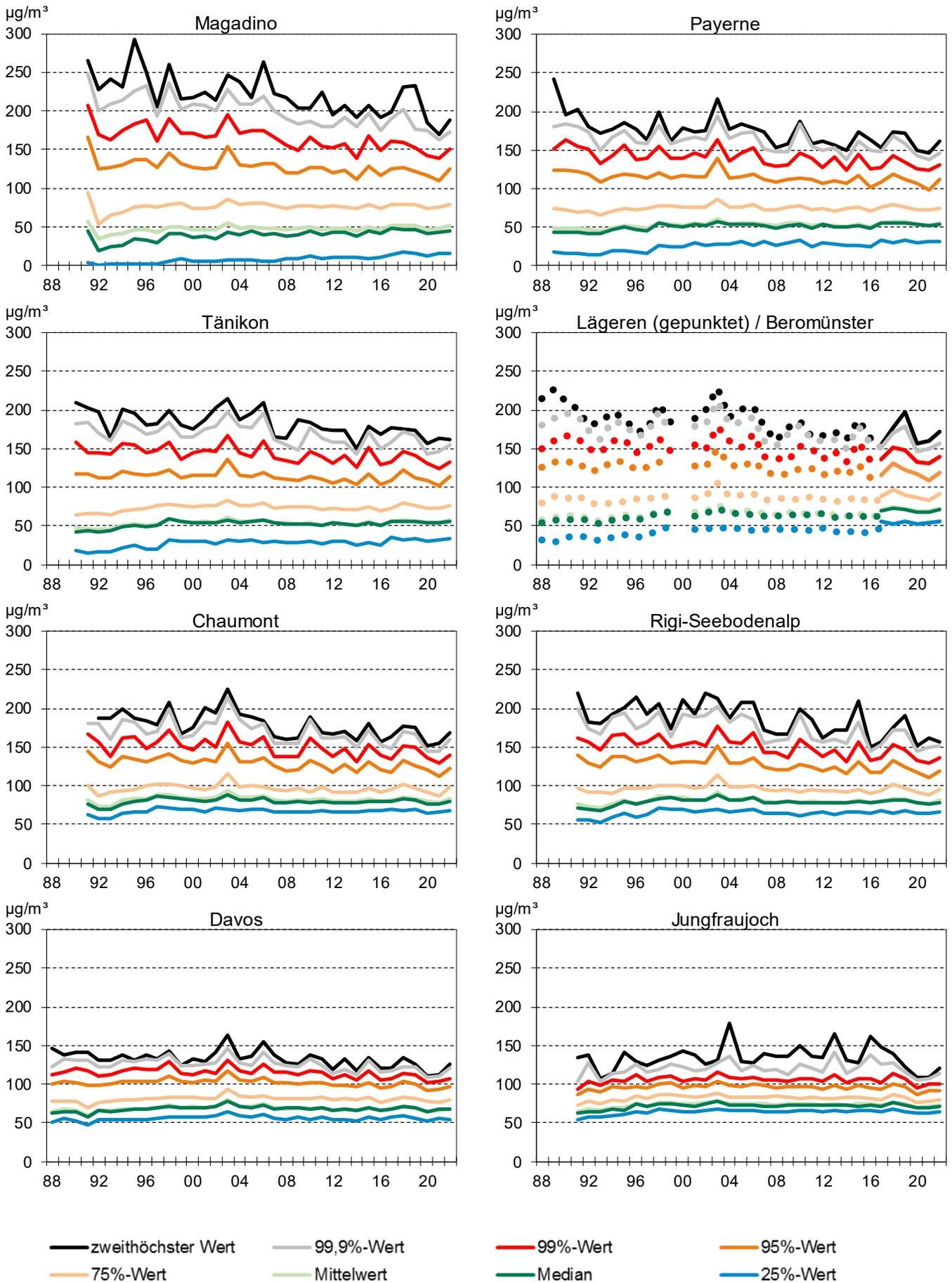


Abb. 23: Statistik der Ozonstundenmittelwerte: ländliche Stationen und Gebirgsstationen



**Tab. 12: Ozon (O<sub>3</sub>), Jahresstatistik 2022**

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

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Max. 98%-Wert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	max. Stundenmittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anz. Grenzwertüberschreitungen (1h-Wert)	Anzahl Tage mit max. 1h-Mittelwert			Max. 8h-Mittelwert $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anzahl Tage mit max. 8h-Mittelwert	
						>120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		>100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	>120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	45	133	142	93	19	0	0	131	46	9
	Lausanne-César-Roux	54	132	150	106	23	0	0	135	53	11
Städtisch	Lugano-Università	59	196	213	789	104	9	0	195	126	88
	Zürich-Kaserne	55	144	172	272	51	0	0	162	89	28
Vorstädtisch	Basel-Binningen	55	153	167	278	51	0	0	158	88	28
	Dübendorf-Empa	49	147	169	281	51	0	0	157	86	30
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	45	145	161	191	37	0	0	150	78	23
	Sion-Aéroport-A9	45	136	146	136	28	0	0	138	69	13
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	51	167	190	520	90	2	0	173	109	64
	Payeme	56	142	164	235	40	0	0	155	74	25
	Tänikon	57	145	165	297	56	0	0	150	89	30
	Beromünster	74	151	177	422	55	0	0	156	119	40
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	83	152	171	547	52	0	0	160	130	43
	Rigi-Seebodenalp	81	149	160	408	55	0	0	151	122	38
	Davos-Seehornwald	67	113	126	9	2	0	0	121	24	2
Hochgebirge	Jungfrauoch	72	103	122	2	2	0	0	111	8	0
LRV-Immissionsgrenzwert			100	120	1						

Abb. 24: Ozon (O<sub>3</sub>), 98%-Werte des ozonreichsten Sommermonats 1990–2022

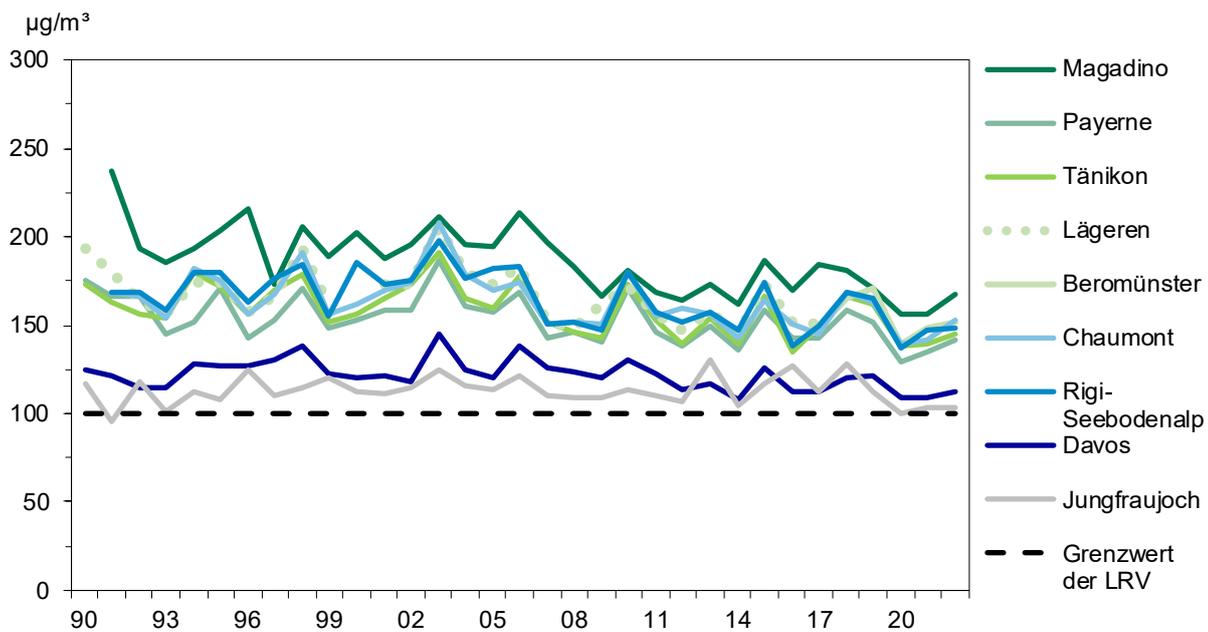
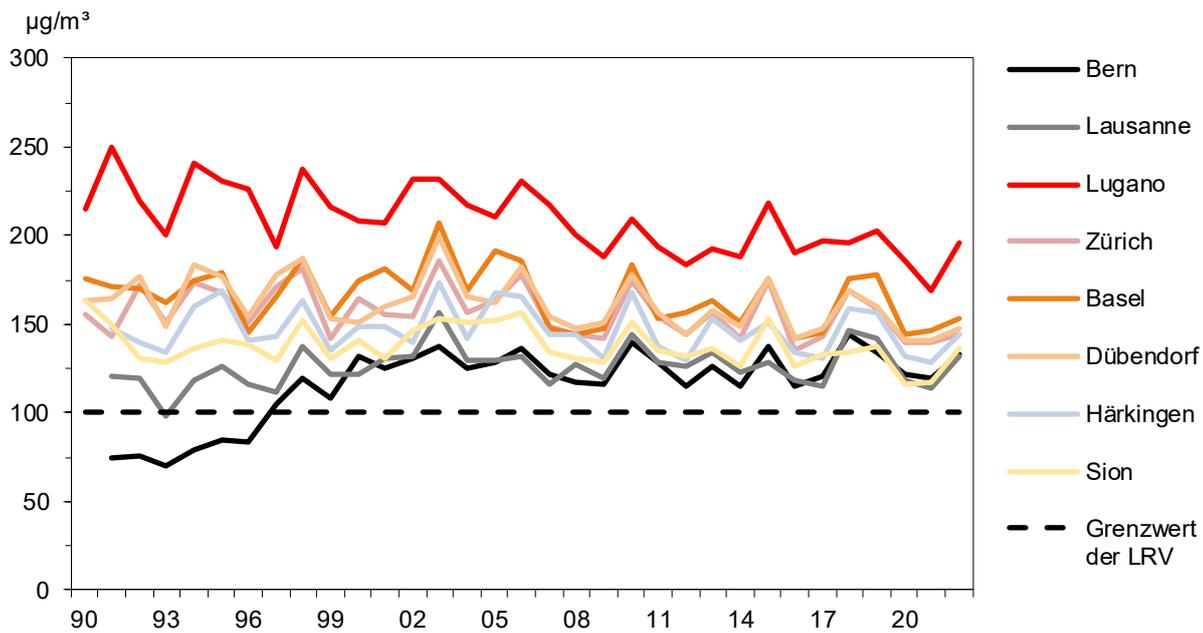


Abb. 25: Ozon (O<sub>3</sub>), Monatsmittelwerte 2022

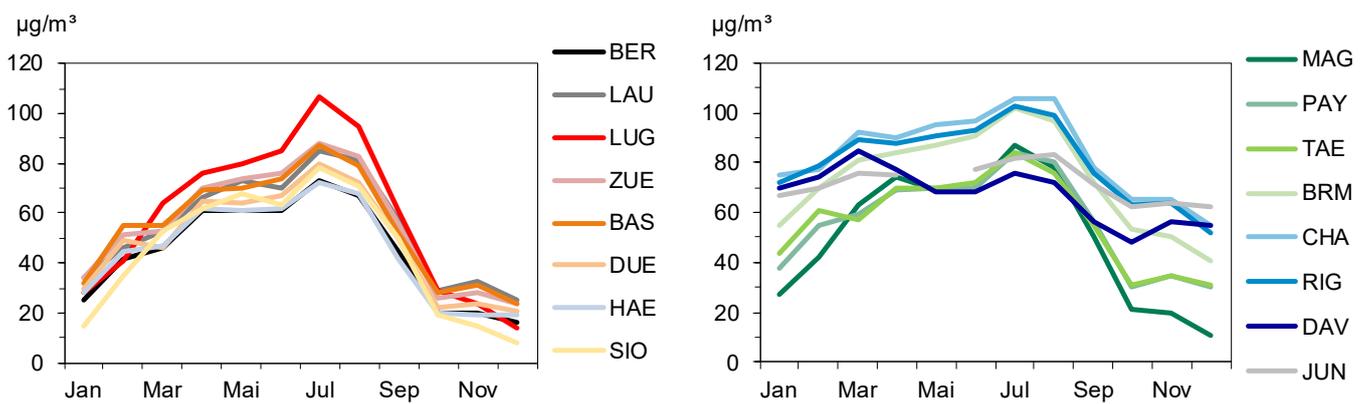


Abb. 26: Ozon (O<sub>3</sub>), Anzahl Überschreitungen des 1h-Immissionsgrenzwertes 1990–2022

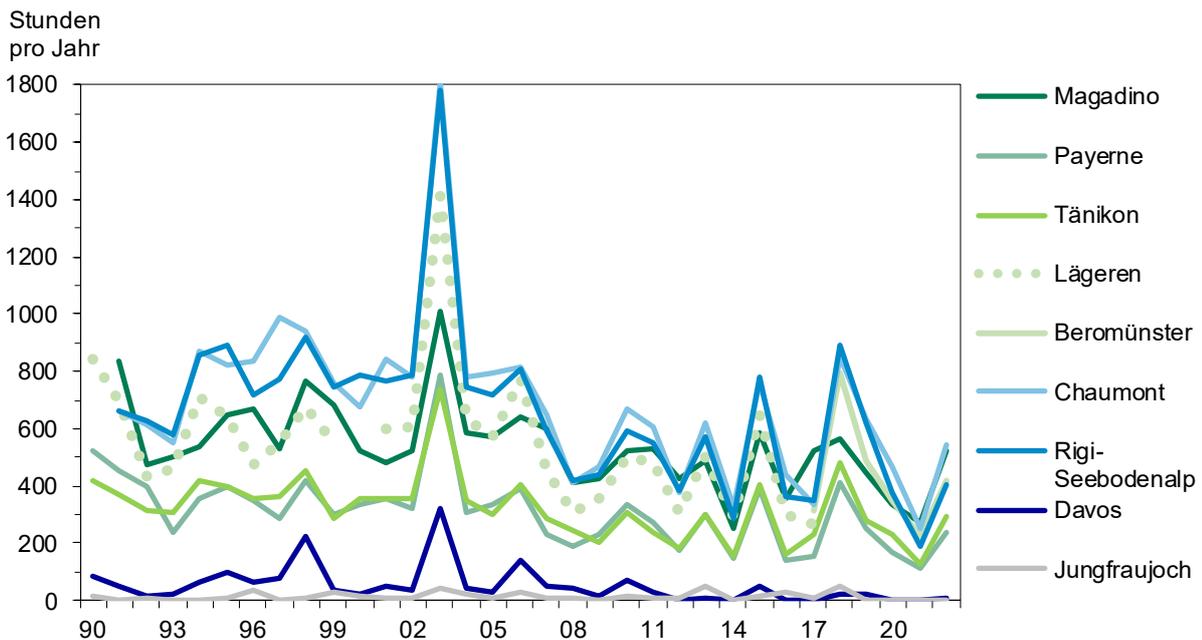
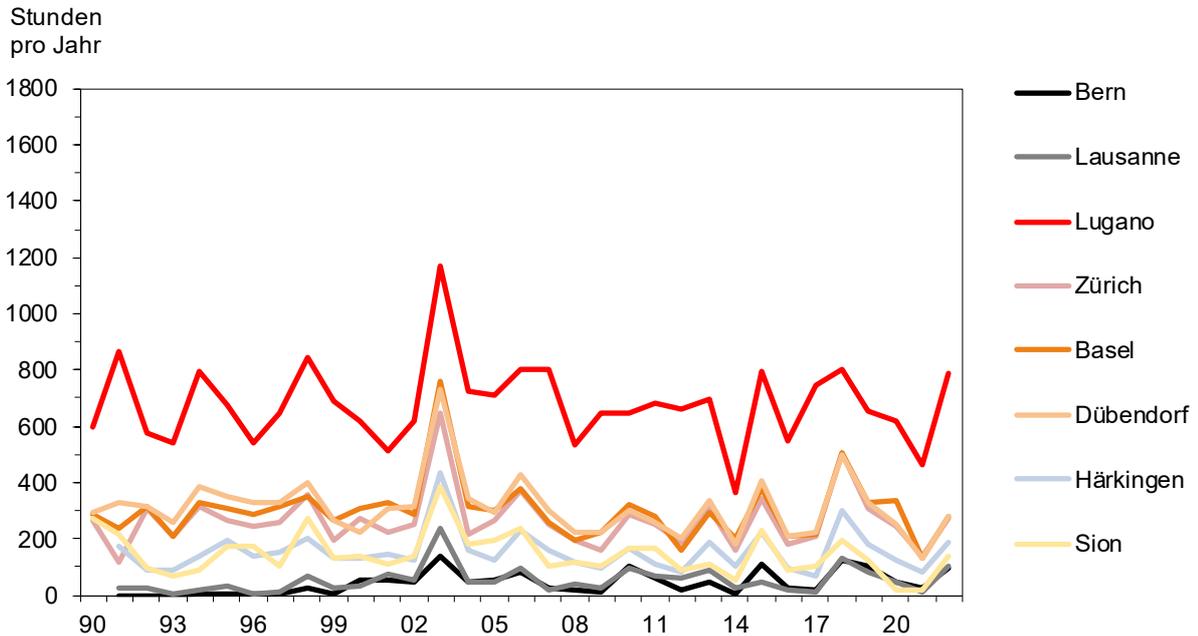
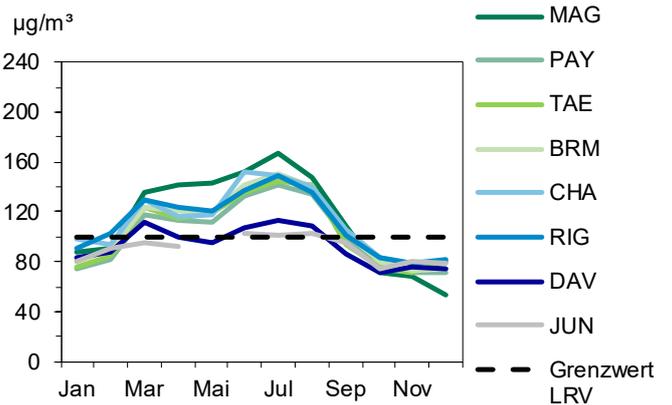
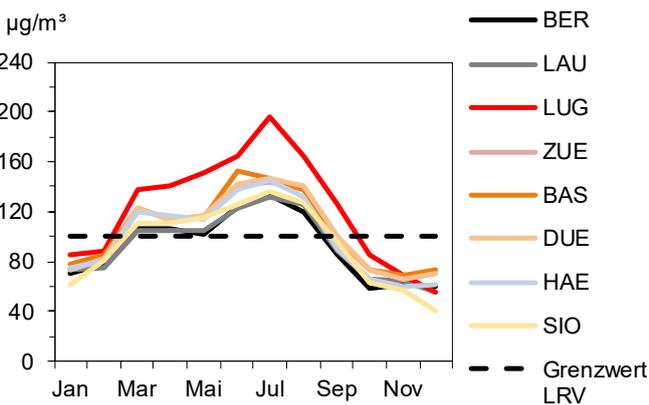


Abb. 27: Ozon (O<sub>3</sub>), monatliche 98%-Werte 2022



## 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. SO<sub>2</sub> ist auch stark phytotoxisch. Es ist zudem eine wichtige Vorläufersubstanz für die Bildung von sauren Niederschlägen.

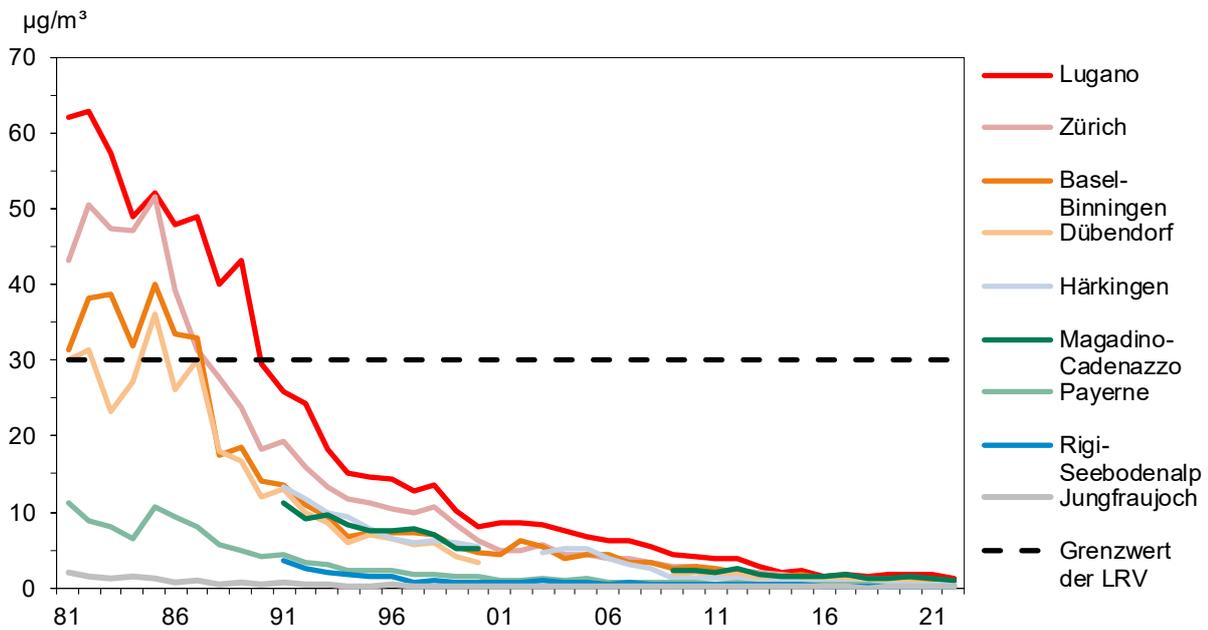
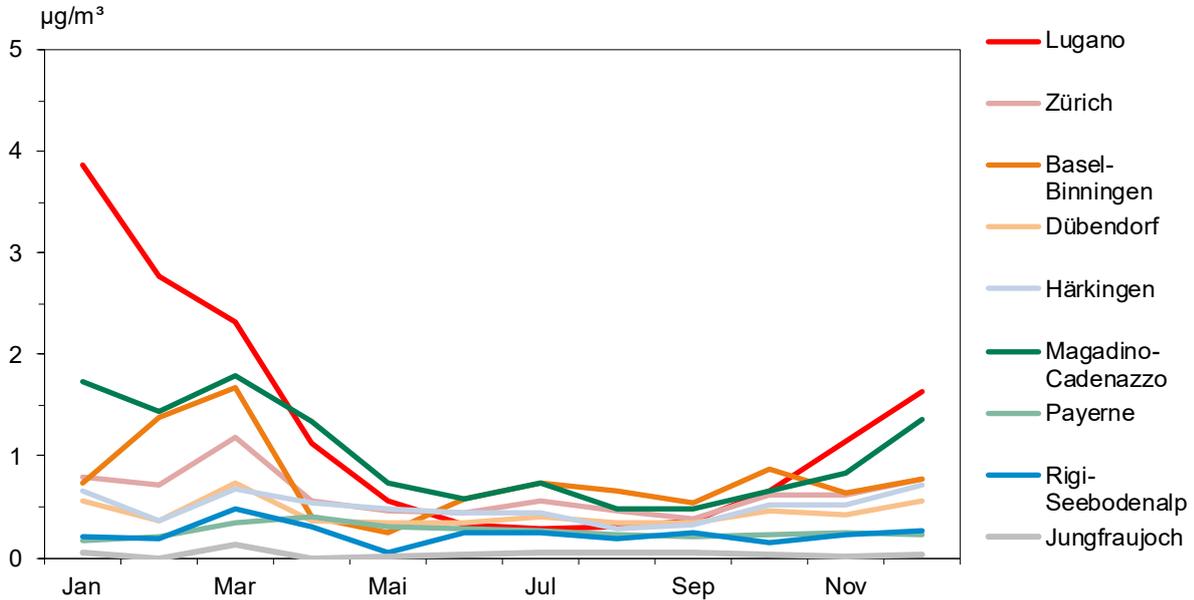
### Bewertung

Beim Schadstoff Schwefeldioxid wurden 2022 sowohl der Langzeitgrenzwert wie auch die Kurzzeit-Immissionsgrenzwerte an allen NABEL-Stationen eingehalten.

Die günstige Situation ist eine direkte Folge der in den 90er-Jahren bedeutend verringerten SO<sub>2</sub>-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 stärksten belasteten Standorten eingehalten werden können.

Tab. 13: Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µg/m <sup>3</sup>	95%-Wert µg/m <sup>3</sup>	max. 24h-Mittelwert µg/m <sup>3</sup>	Anzahl Grenzwert- überschreitungen 24h-Mittelwert
Städtisch	Lugano-Università	1.28	4.4	6.5	0
	Zürich-Kaserne	0.63	1.5	2.7	0
Vorstädtisch	Basel-Binningen	0.77	2.3	14.1	0
	Dübendorf-Empa	0.44	1.0	2.3	0
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.50	1.2	1.5	0
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	1.01	2.9	3.4	0
	Payerne	0.25	0.5	0.7	0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.23	0.60	0.9	0
Hochgebirge	Jungfraujoch	<0.1	0.13	0.9	0
LRV-Immissionsgrenzwert		30	100	100	1

Abb. 28: Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Jahresmittelwerte 1981–2022Abb. 29: Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Monatsmittelwerte 2022

## 8 Kohlenmonoxid

### Entstehung und Charakterisierung

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

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

### Bewertung

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

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

Tab. 14: Kohlenmonoxid (CO), Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert mg/m <sup>3</sup>	95%-Wert mg/m <sup>3</sup>	max. 24h-Mittelwert mg/m <sup>3</sup>	Anzahl Grenzwert- überschreitungen 24h-Mittelwert
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	0.32	0.53	0.61	0
	Lausanne-César-Roux	0.26	0.44	0.46	0
Städtisch	Lugano-Università	0.28	0.53	0.70	0
	Zürich-Kaserne	0.24	0.42	0.53	0
Vorstädtisch	Dübendorf-Empa	0.22	0.42	0.60	0
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	0.25	0.44	0.58	0
Ländlich, unterhalb 1000 m	Payerne	0.19	0.33	0.43	0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	0.16	0.23	0.36	0
Hochgebirge	Jungfrauojoch	0.08	0.11	0.15	0
LRV-Immissionsgrenzwert				8	1

Abb. 30: Kohlenmonoxid (CO), Jahresmittelwerte 1981–2022

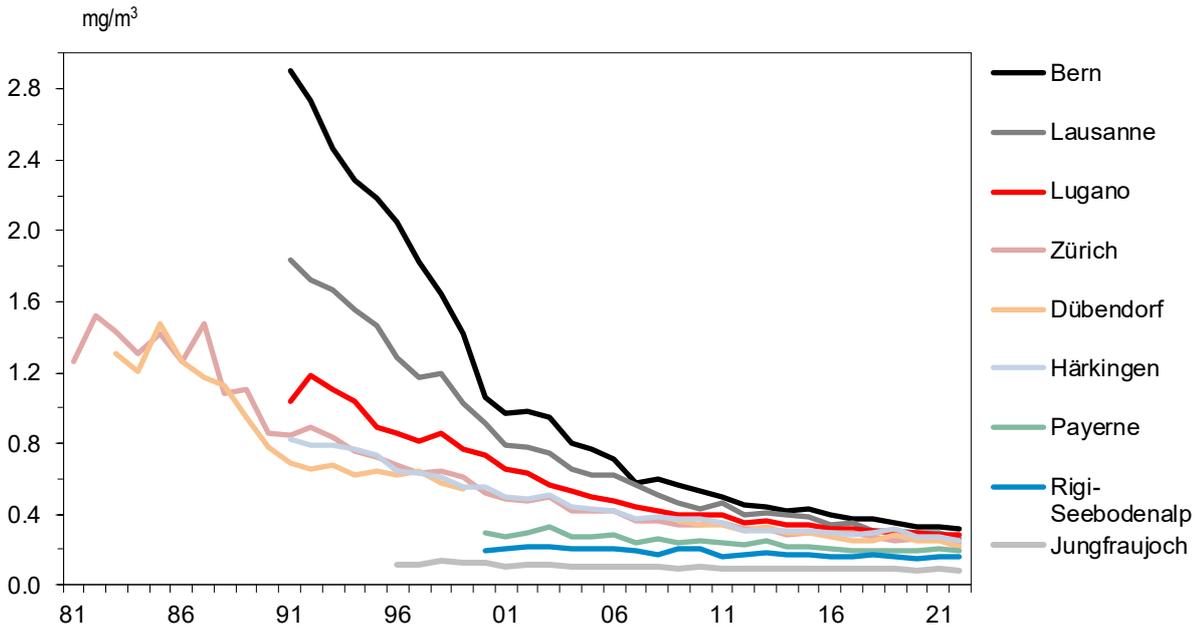
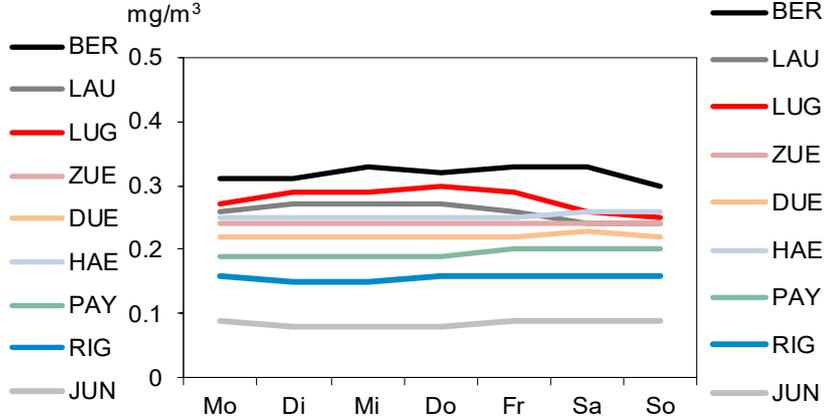
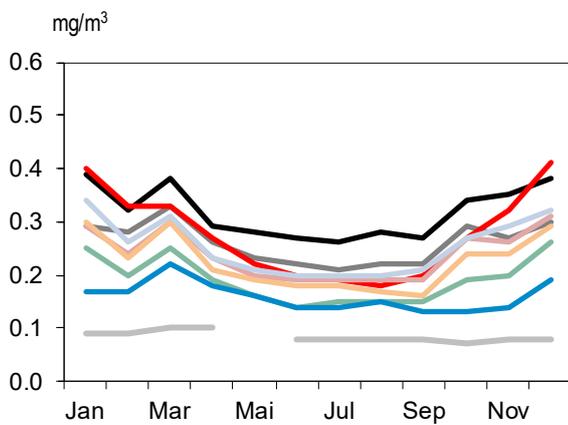


Abb. 31: Kohlenmonoxid (CO), Monatsmittelwerte 2022

Abb. 32: Kohlenmonoxid (CO), mittlerer Wochengang 2022



# 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 (CH<sub>4</sub>). Dieses wird in der Regel separat betrachtet und von den übrigen Kohlenwasserstoffen (NMVOC) abgetrennt.

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

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

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

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

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

**Halogenierte Verbindungen** sind in der Regel reaktionsträge und langlebig. Sie spielen in der Chemie der Troposphäre für die Ozonbildung keine grosse Rolle. Ähnliches gilt für die gesundheitlichen Wirkungen, zumindest für die Konzentrationen, wie sie in der Aussenluft vorkommen. Diese Verbindungen sind aber für globale Probleme wie Ozonzerstörung in der Stratosphäre und Klimaerwärmung von Bedeutung. Die Messungen werden im Rahmen eines grösseren gemeinsamen Projekts (HALCLIM) von BAFU und Empa durchgeführt und sind Teil des weltweiten Messnetzes für halogenierte Verbindungen (AGAGE). Weiterführende Informationen finden Sie unter [www.empa.ch/web/s503/climate-gases](http://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 (CCl<sub>3</sub>F) 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.

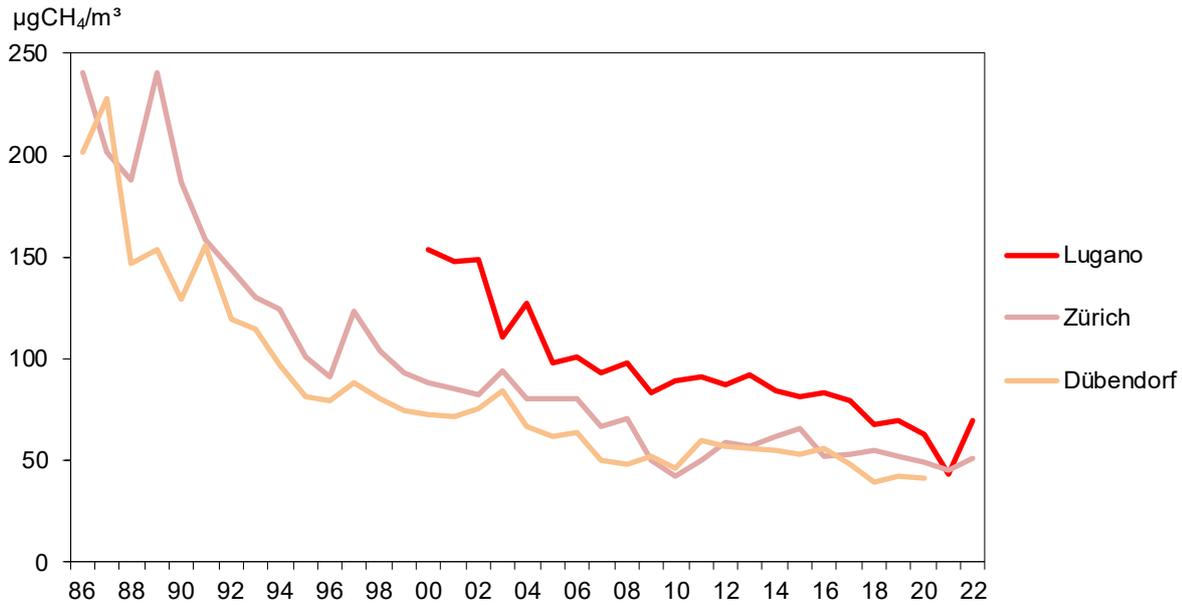
Das als Lösungsmittel verwendete 1,1,1-Trichlorethan (CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub>) ist gemäss dem Montrealer Protokoll ebenfalls in Produktion und Anwendung eingeschränkt. Wegen seiner kürzeren Lebenszeit in der Atmosphäre ist bereits ein deutlicher Rückgang der Konzentration seit dem Jahr 2000 zu beobachten (Abb. 37)

**Tab. 15: Nichtmethan-VOC (ausgedrückt als Methanäquivalent), Jahresstatistik 2022**

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert µgCH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup>	95%-Wert µgCH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup>	max. 24h-Mittelwert µgCH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup>
Städtisch	Lugano-Universität	69	135	139
	Zürich-Kaserne	51	119	235
Vorstädtisch	Dübendorf-Empa	-	-	-

-) keine Messwerte vorhanden

**Abb. 33: Nichtmethan-VOC (ausgedrückt als Methanäquivalent), Jahresmittelwerte 1986–2022**



**Tab. 16: Aromatische Verbindungen, Jahresstatistik 2022**

Standorttyp	Station	Benzol µg/m <sup>3</sup>	Toluol µg/m <sup>3</sup>	Ethylbenzol µg/m <sup>3</sup>	m/p-Xylol µg/m <sup>3</sup>	o-Xylol µg/m <sup>3</sup>
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	0.43	1.2	0.14	0.49	0.15
Vorstädtisch	Dübendorf-Empa	0.41	1.51	-	-	-
Ländlich, unterhalb 1000 m	Beromünster	0.32	0.43	0.05	0.13	0.06

-) keine Messwerte vorhanden

Abb. 34: Aromatische Verbindungen, Jahresmittelwerte 1994–2022, Dübendorf

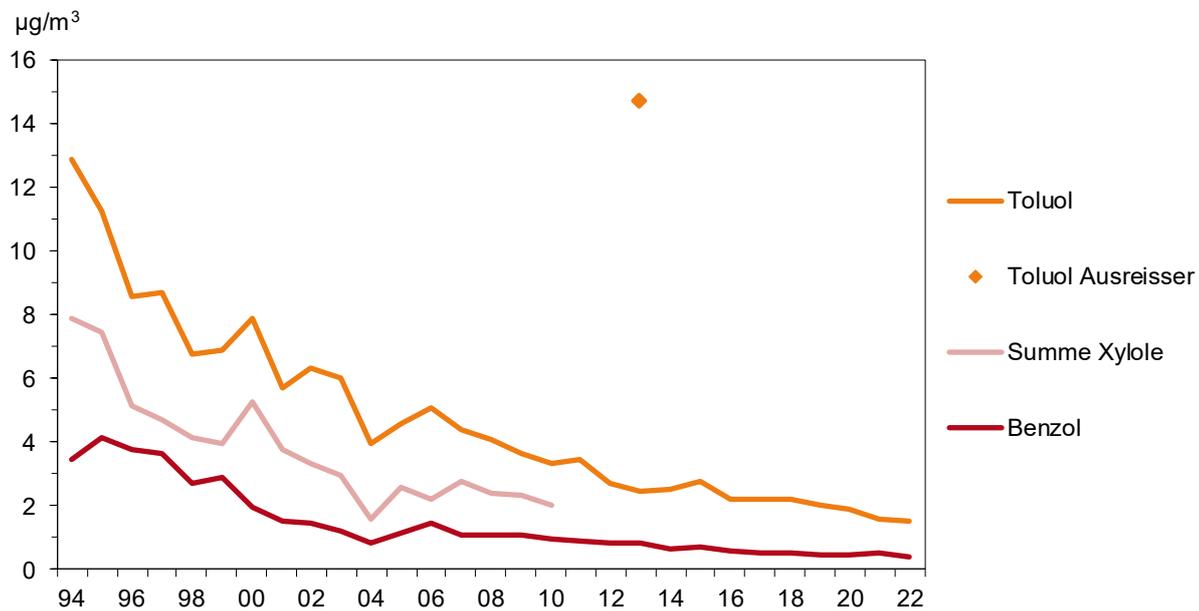


Abb. 35: 1,3-Butadien, Jahresmittelwerte 2001–2022

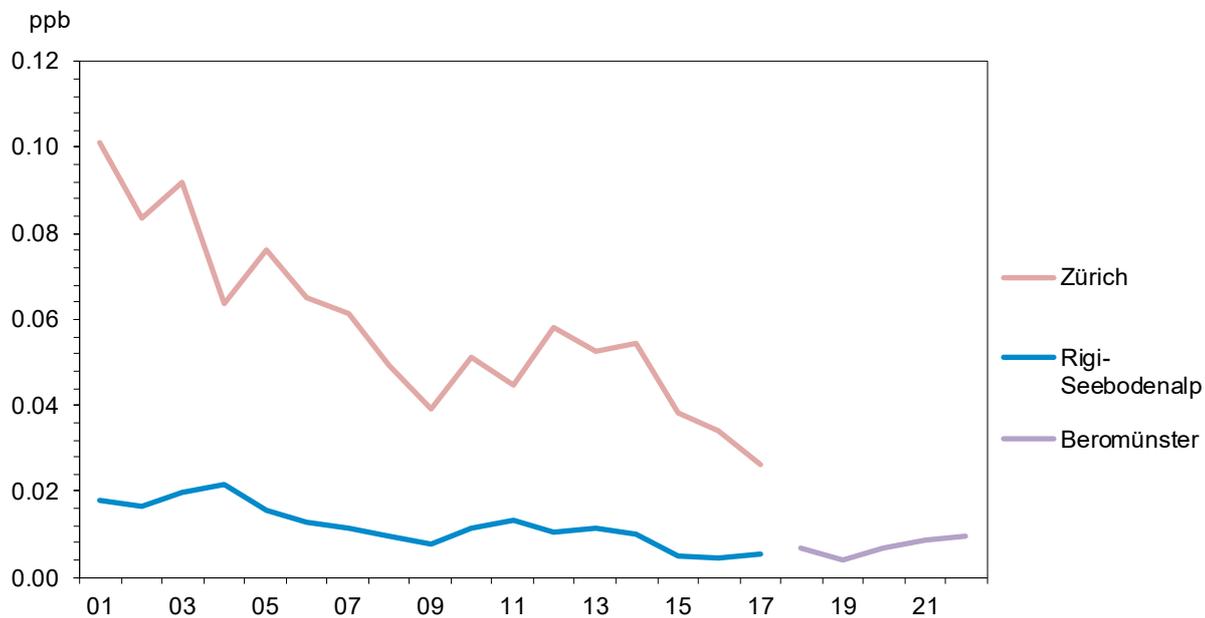


Abb. 36: F134a, Tagesmittelwerte 2000–2022 auf dem Jungfrauoch

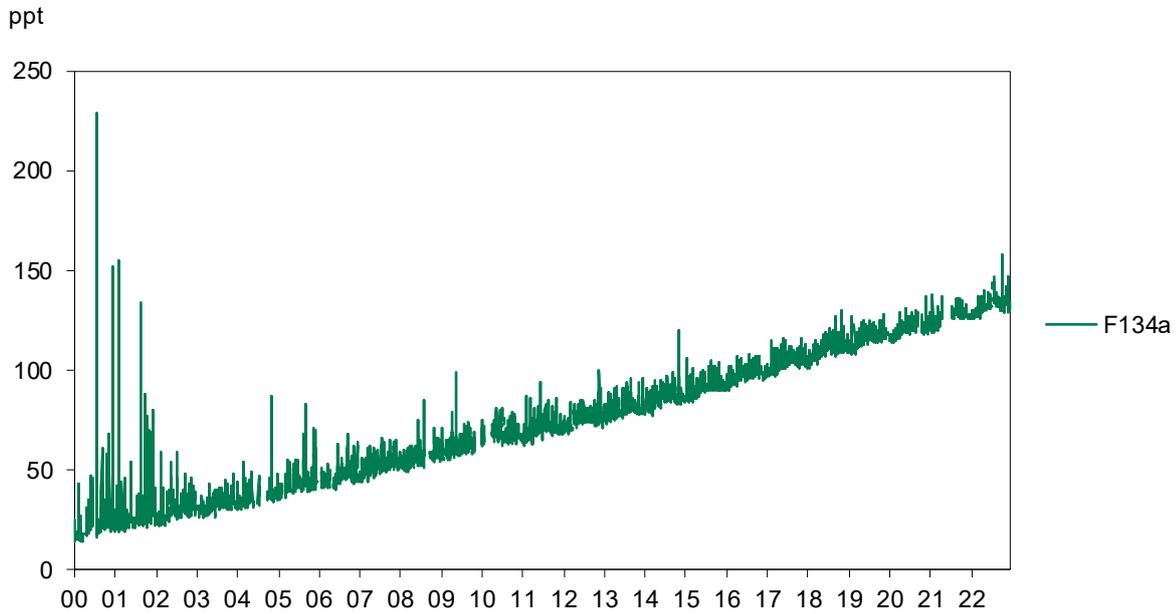
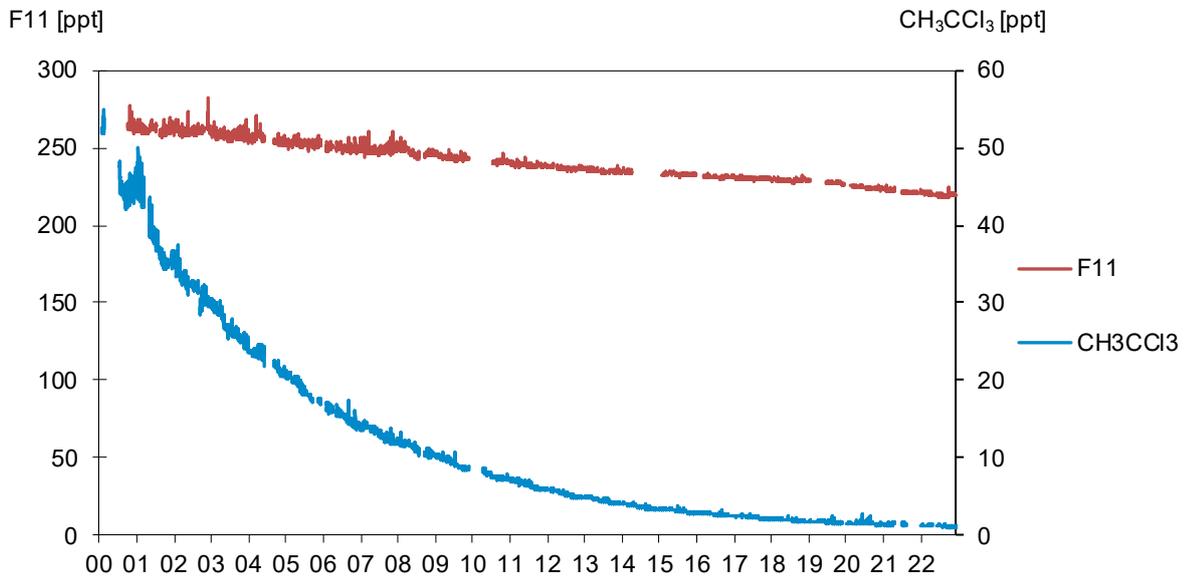


Abb. 37: 1,1,1-Trichlorethan und F11, Tagesmittelwerte 2000–2022 auf dem Jungfrauoch



# 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](http://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 (CO<sub>2</sub>)** 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 (CH<sub>4</sub>)** 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.

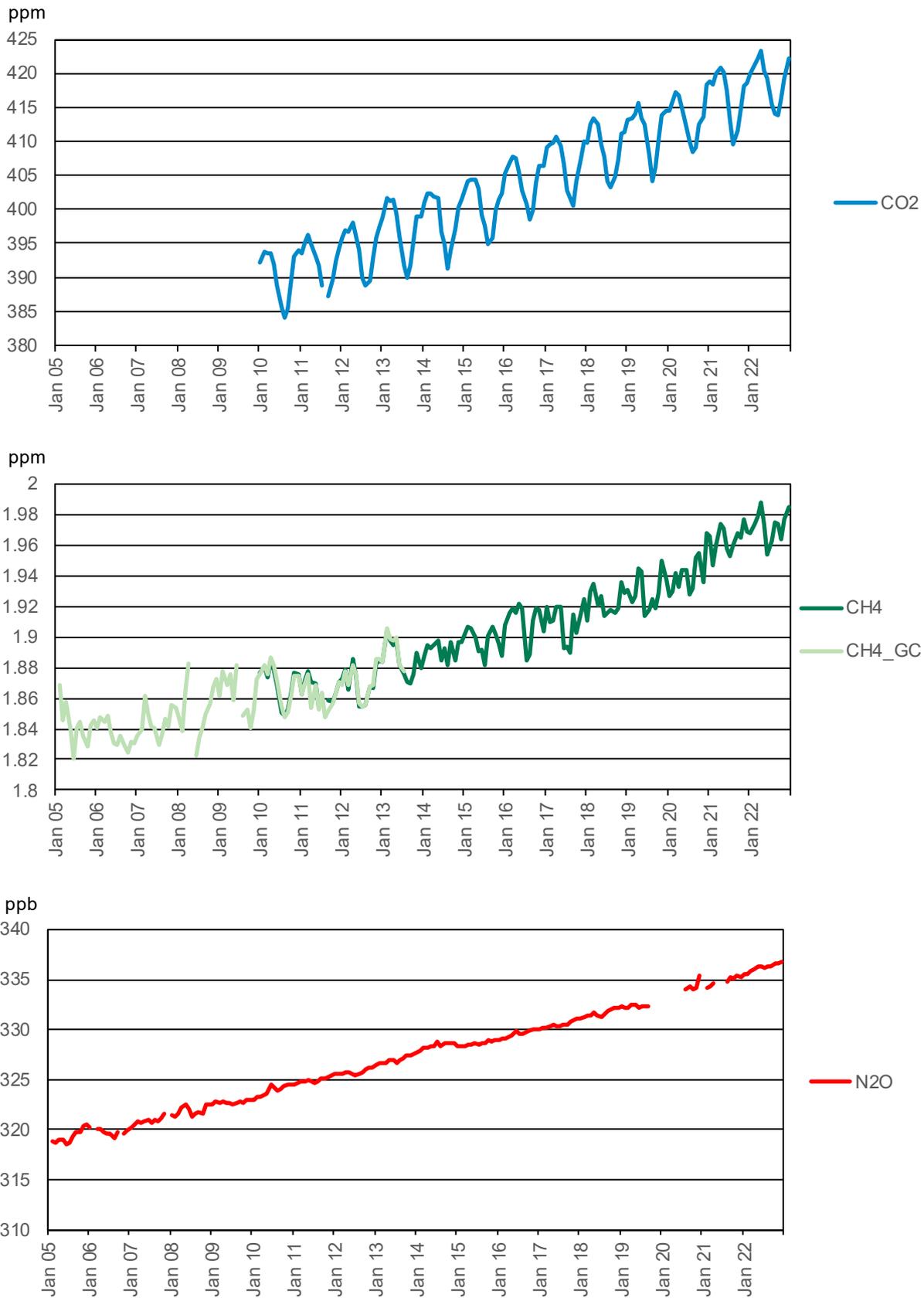
Die Konzentration von **Lachgas (N<sub>2</sub>O)** hat seit dem Messbeginn im Jahre 2005 rund fünf Prozent zugenommen. Lachgas wird aus stark gedüngten Böden und bei Verbrennungsvorgängen freigesetzt.

## 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 2005-2022, Jungfrauojoch

Methan (CH<sub>4</sub>) wird mit zwei unterschiedlichen Geräten gemessen.



# 11 Staubniederschlag

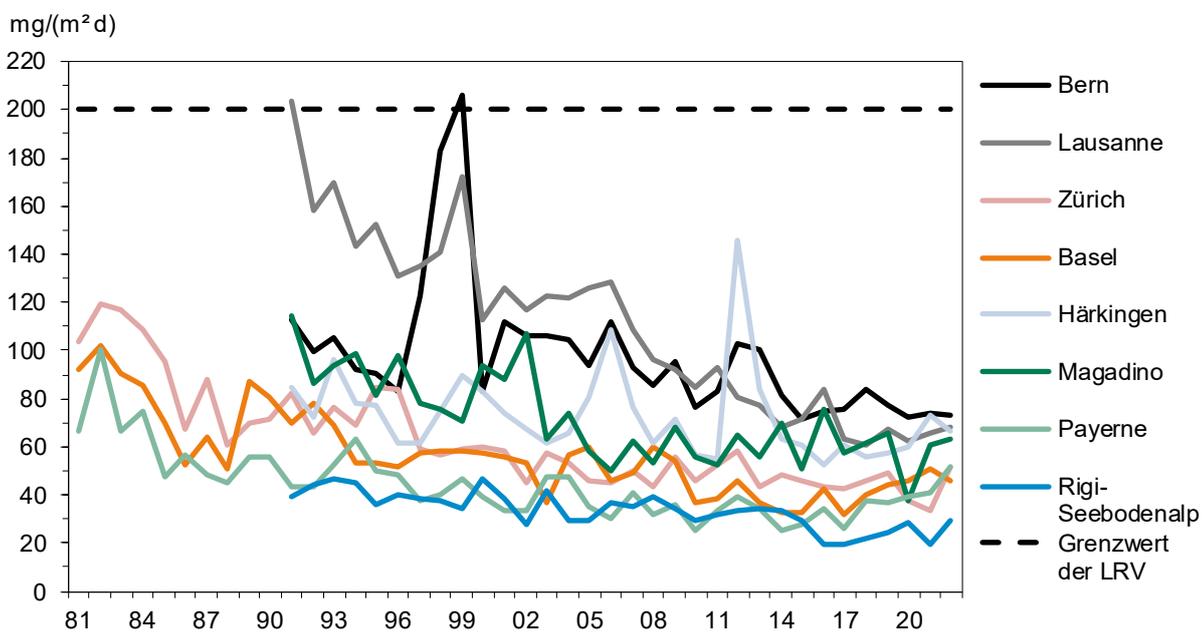
## Entstehung und Charakterisierung

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

## Bewertung

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

Abb. 39: Staubniederschlag, Jahresmittelwerte 1981–2022



Tab. 17: Staubniederschlag, Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert mg/(m <sup>2</sup> d)
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	73
	Lausanne-César-Roux	68
Städtisch	Zürich-Kaserne	51
Vorstädtisch	Basel-Binningen	46
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	66
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	64
	Payerne	51
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	30
LRV-Immissionsgrenzwert		200

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

# 12 Schwermetalle

## Entstehung und Charakterisierung

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

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

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

**Cadmium (Cd)** wird durch Kehrlichtverbrennungsanlagen, metallverarbeitende Betriebe (Verschrottung, zinkverarbeitende Anlagen), bei der Verbrennung von Kohle sowie von Betrieben zur Verarbeitung von cadmiumhaltigen Produkten (Farbpigmente, Stabilisatoren, Akkumulatoren, Legierungen, Korrosionsschutz etc.) emittiert. Seit Anfang der siebziger Jahre nahmen die Emissionen dank Rauchgasreinigungsverfahren und der Elimination von Cadmium in vielen Produkten ab. Die Cadmium-Emissionen betragen heute noch zirka ein Drittel der 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  $0,010 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$  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. 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 2022

Bestimmungsgrenzen: \*: 0.5 ng/m<sup>3</sup>; \*\*: 0.05 ng/m<sup>3</sup>; \*\*\*: 0.1 ng/m<sup>3</sup>

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert				
		Blei ng/m <sup>3</sup>	Cadmium ng/m <sup>3</sup>	Arsen ng/m <sup>3</sup>	Nickel ng/m <sup>3</sup>	Kupfer ng/m <sup>3</sup>
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	2.3	0.05	0.21	1.10	32.4
	Lausanne-César-Roux	1.4	<0.05**	0.14	0.50	15.6
Städtisch	Lugano-Università	2.9	0.05	0.21	0.80	7.3
	Zürich-Kaserne	1.9	<0.05**	0.17	0.70	11.3
Vorstädtisch	Basel-Binningen	2.0	<0.05**	0.20	0.60	4.7
	Dübendorf-Empa	2.0	<0.05**	0.20	0.80	18.9
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	2.5	<0.05**	0.21	0.60	12.9
	Sion-Aéroport-A9	2.0	<0.05**	0.16	1.10	14.3
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	2.3	0.05	0.24	0.90	6.2
	Payerne	1.5	<0.05**	0.11	<0.5*	2.4
	Tänikon	1.5	<0.05**	0.13	0.80	3.1
	Beromünster	2.5	<0.05**	0.12	<0.5*	1.7
Ländlich, oberhalb 1000 m	Chaumont	1.0	<0.05**	0.10	<0.5*	1.1
	Rigi-Seebodenalp	1.3	<0.05**	<0.1***	0.50	0.9
Hochgebirge	Jungfrauoch	<0.5*	<0.05**	<0.1***	<0.5*	<0.5*
LRV-Immissionsgrenzwert		500	1.5			

Tab. 19: Schwermetalle im Staubbiederschlag, Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert						
		Blei µg/(m <sup>2</sup> d)	Cadmium µg/(m <sup>2</sup> d)	Zink µg/(m <sup>2</sup> d)	Thallium µg/(m <sup>2</sup> d)	Arsen µg/(m <sup>2</sup> d)	Nickel µg/(m <sup>2</sup> d)	Kupfer µg/(m <sup>2</sup> d)
Städtisch, verkehrsbelastet	Bern-Bollwerk	5.1	0.11	111	0.014	0.43	3.05	0.1
	Lausanne-César-Roux	10.6	0.05	102	0.015	0.44	3.08	0.1
Städtisch	Zürich-Kaserne	3.2	0.04	31	0.011	0.34	1.77	0.0
Vorstädtisch	Basel-Binningen	2.3	0.24	19	0.010	0.28	1.17	0.2
Ländlich, Autobahn	Härkingen-A1	2.7	0.38	54	0.010	0.31	1.70	0.4
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	3.4	0.04	22	0.020	0.50	2.22	0.0
	Payerne	1.6	0.04	13	0.011	0.29	1.23	0.0
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	2.0	0.03	10	0.010	0.20	0.88	0.0
LRV-Immissionsgrenzwert		100	2	400	2			

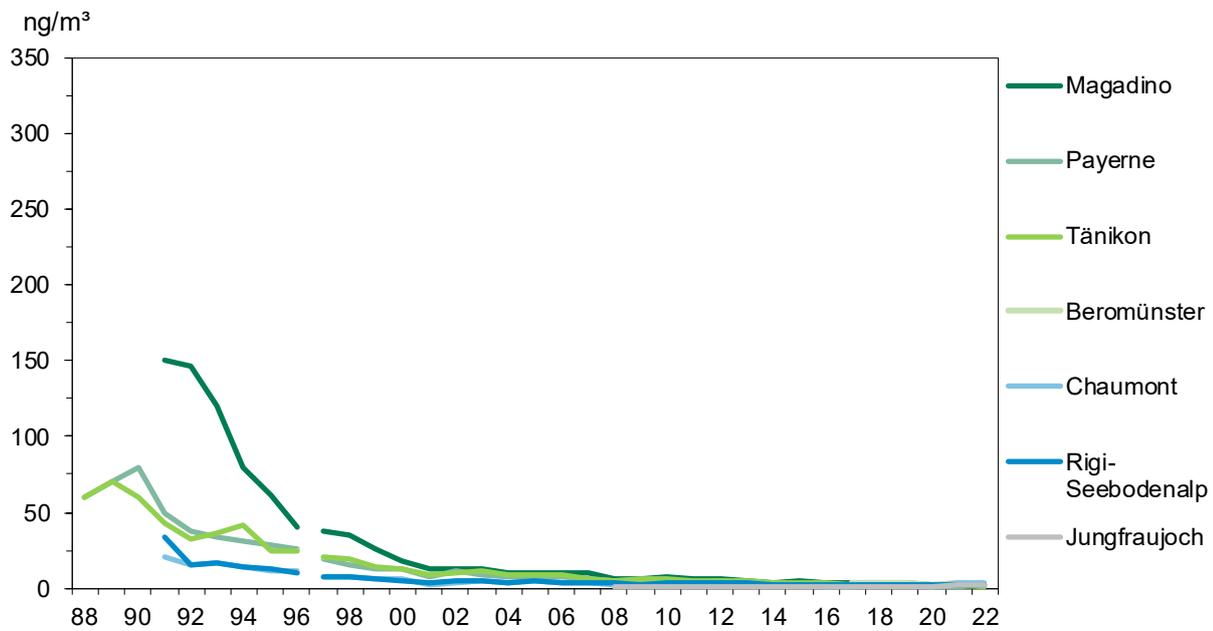
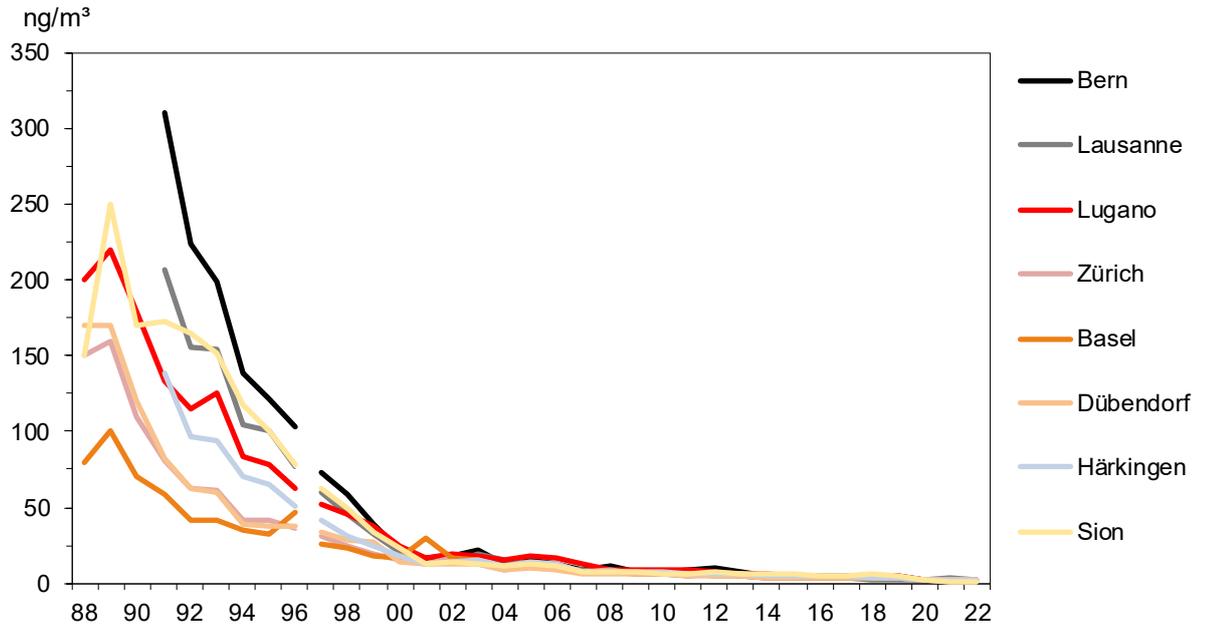
Abb. 40: Blei im Feinstaub (PM10, vor 1997 TSP), Jahresmittelwerte 1988–2022 (Grenzwert 500 ng/m<sup>3</sup>)

Abb. 41: Cadmium im Feinstaub (PM10, vor 1997 TSP), Jahresmittelwerte 1988–2022

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

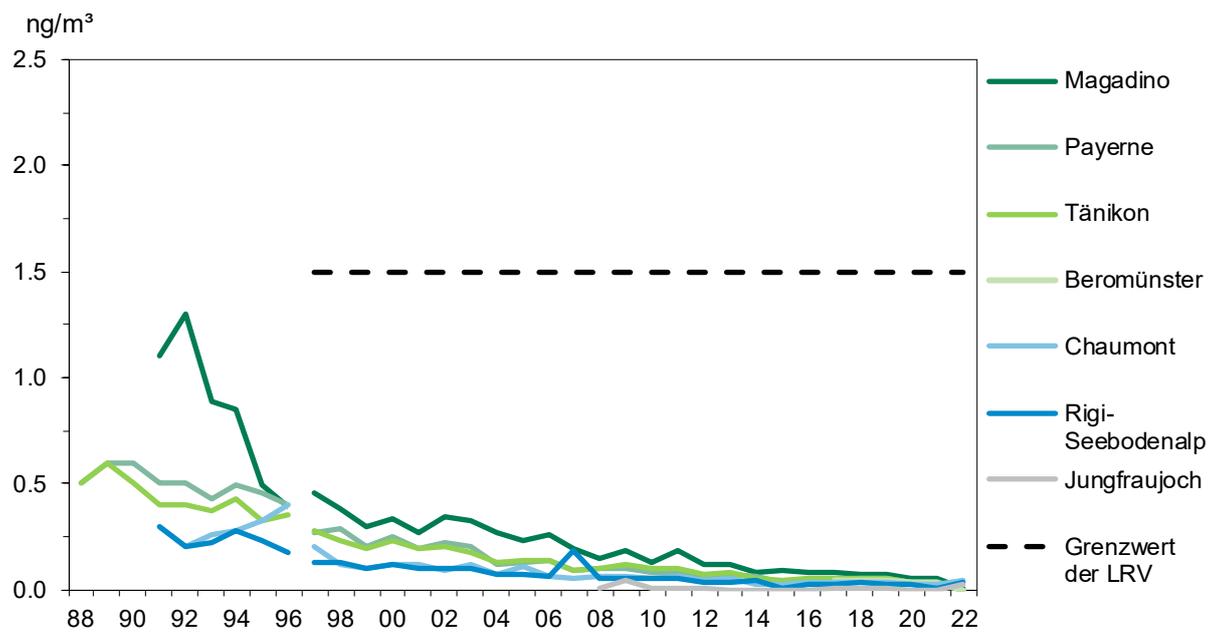
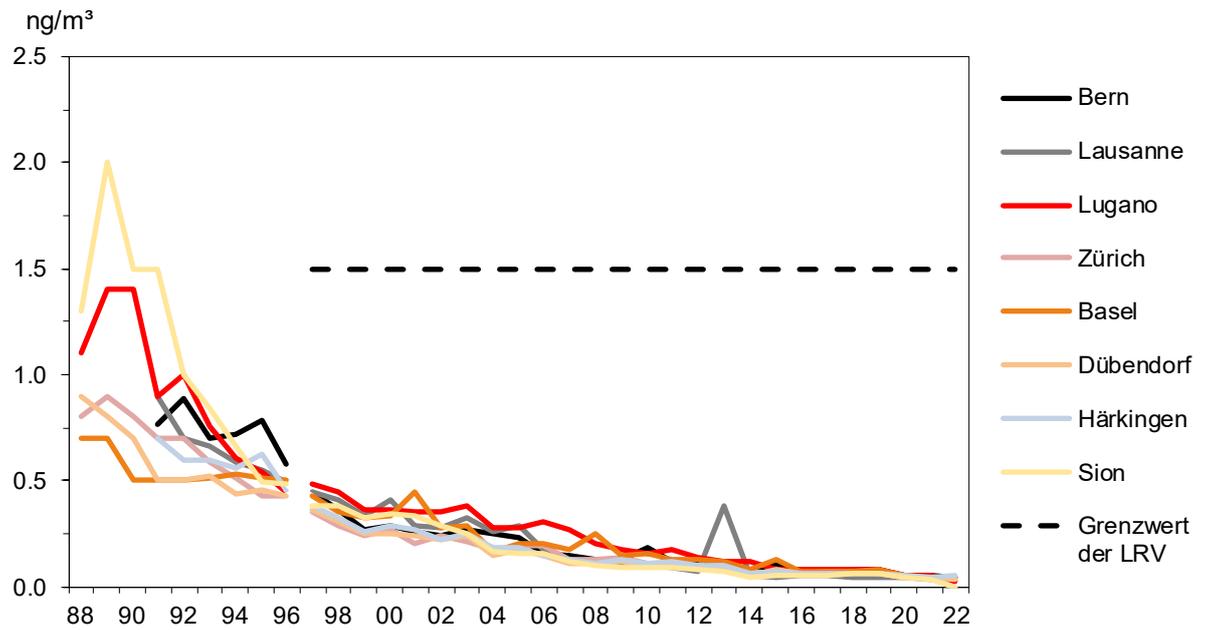


Abb. 42: Blei im Staubniederschlag, Jahresmittelwerte 1988–2022

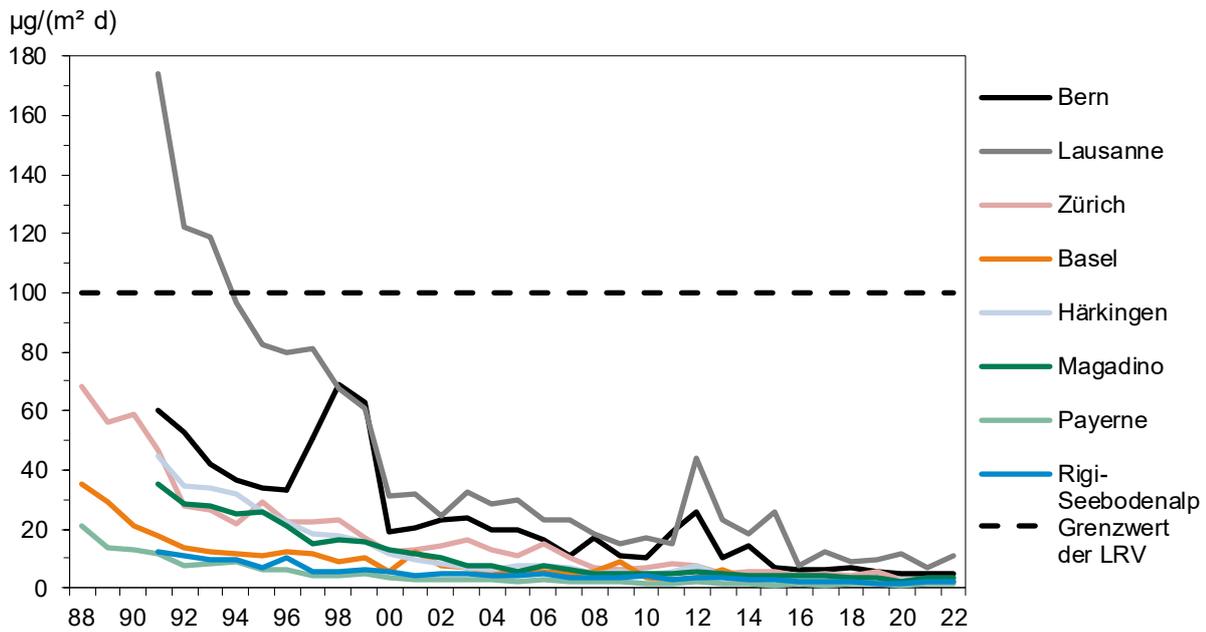


Abb. 43: Cadmium im Staubniederschlag, Jahresmittelwerte 1988–2022

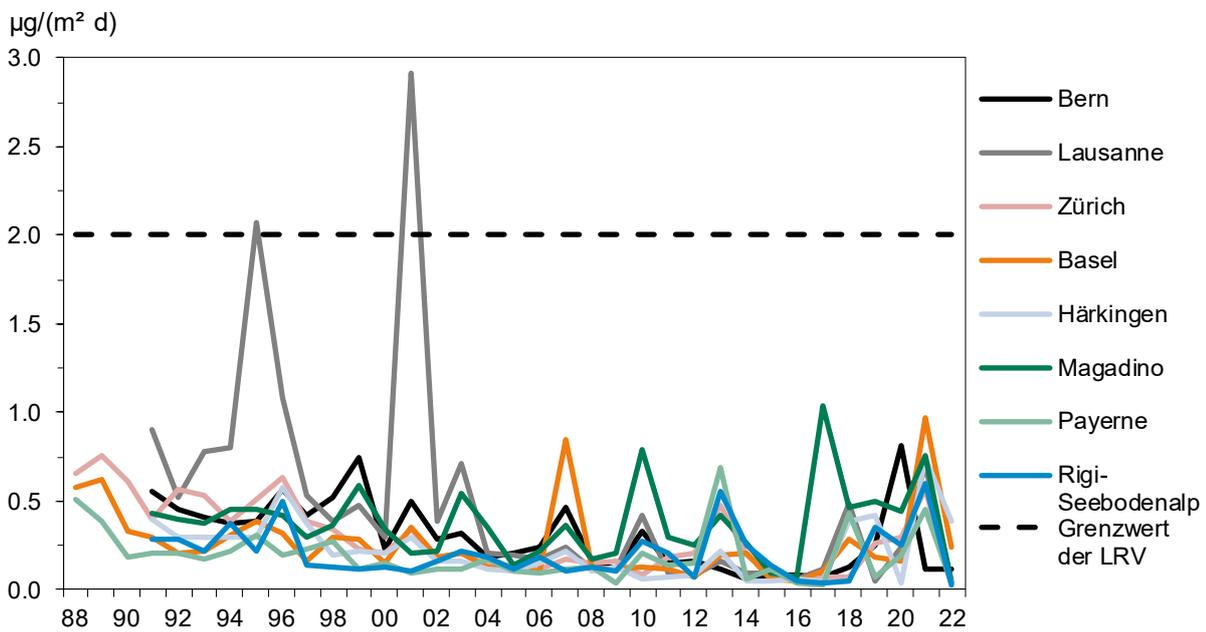
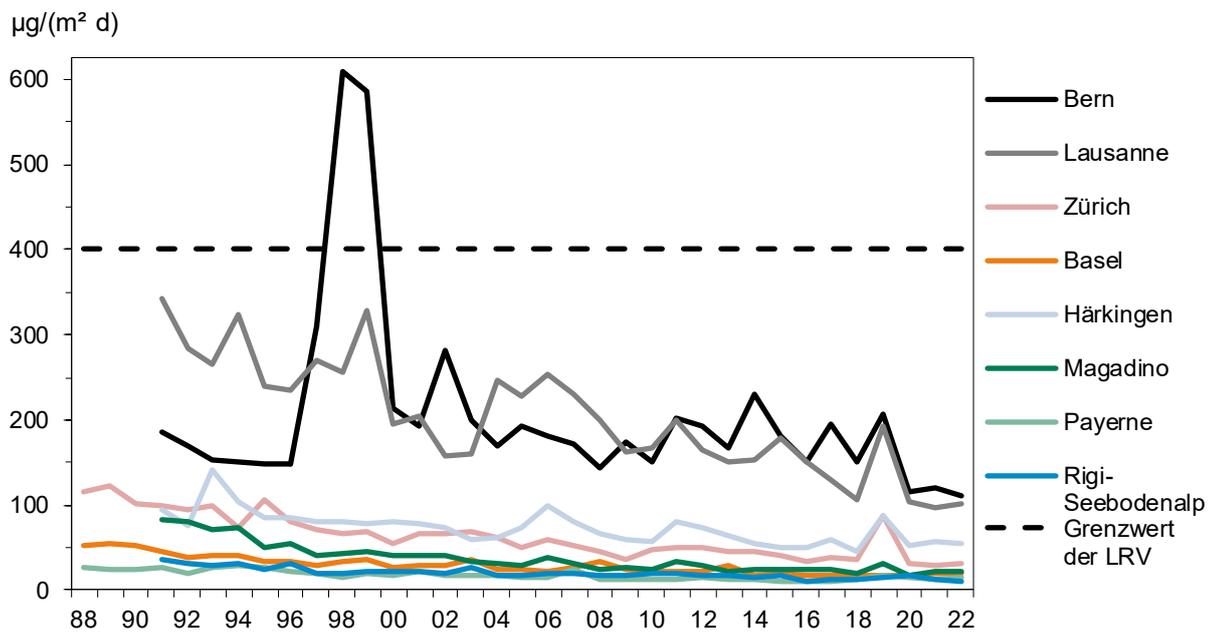


Abb. 44: Zink im Staubniederschlag, Jahresmittelwerte 1988–2022



# 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** ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) ist das Anion der Schwefelsäure und stammt vor allem aus der Umwandlung des Schwefeldioxyds. **Nitrat** ( $\text{NO}_3^-$ ) ist das Anion der Salpetersäure und wird aus den Stickoxiden gebildet. **Ammonium** ( $\text{NH}_4^+$ ) ist ein Folgeprodukt der Ammoniakemissionen und **Chlorid** ( $\text{Cl}^-$ ) 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** ( $\text{Na}^+$ ), **Kalium** ( $\text{K}^+$ ), **Magnesium** ( $\text{Mg}^{2+}$ ) und **Kalzium** ( $\text{Ca}^{2+}$ ) 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 ( $\text{H}^+$ ) 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  $\text{H}^+$ -Konzentration von 0,1 mg/l, ein pH-Wert von 5 einer  $\text{H}^+$ -Konzentration von 0,01 mg/l. Der pH-Wert ergibt sich durch das Zusammenwirken der vom Regen aufgenommenen säurebildenden und basischen Verbindungen.

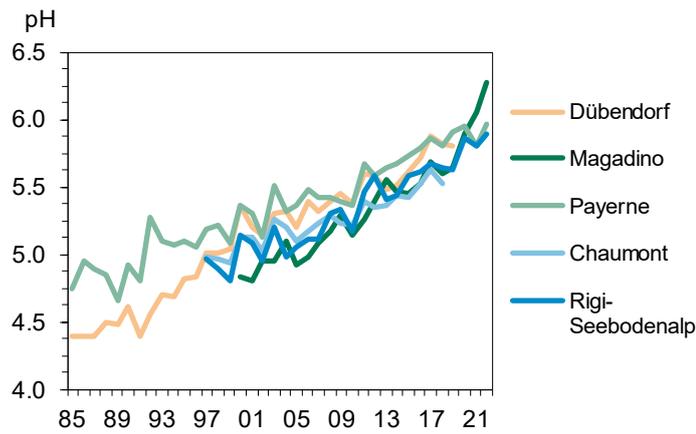
## Bewertung

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  $\text{NO}_3^-$  und  $\text{NH}_4^+$ -Konzentrationen aufweist als der ländliche Standort.

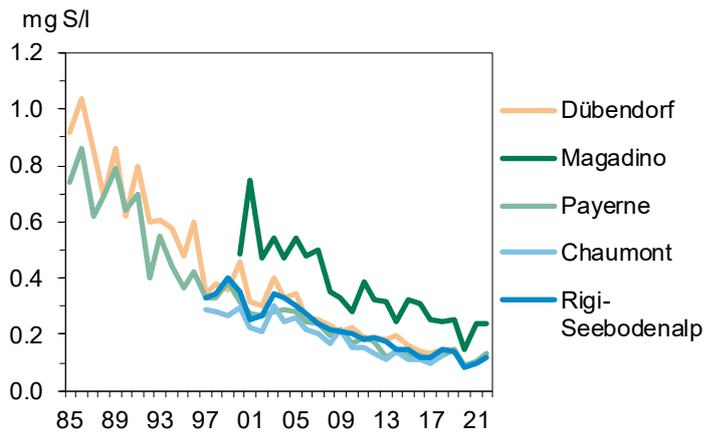
Eine Bewertung der Schadstoffeinträge aus der Luft erfolgt über das Konzept der kritischen Belastungsgrenzen (critical load). Es wurde im Rahmen der Arbeiten für die Genfer Konvention der UNECE über die weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung eingeführt. Die kritischen Belastungsgrenzen wurden 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.

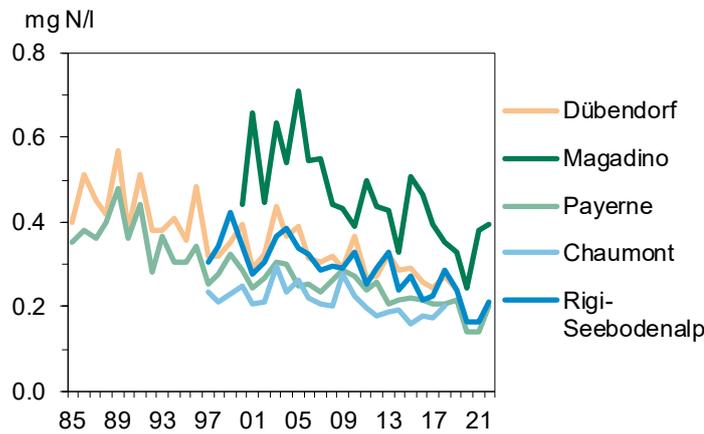
**Abb. 45: pH-Wert des Regenwassers, Jahresmittelwerte 1985–2022**



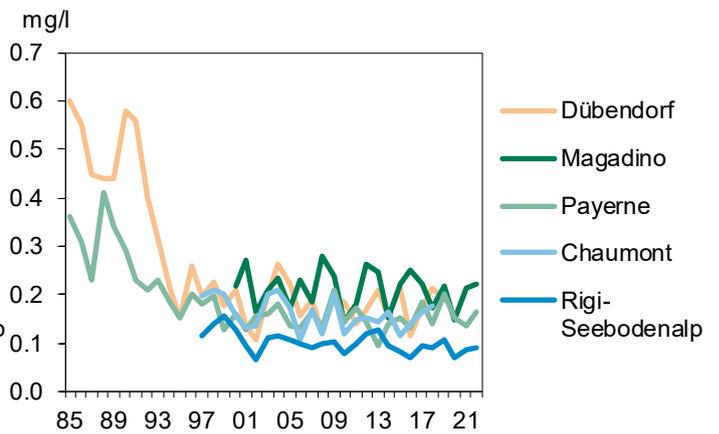
**Abb. 46: Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2022**



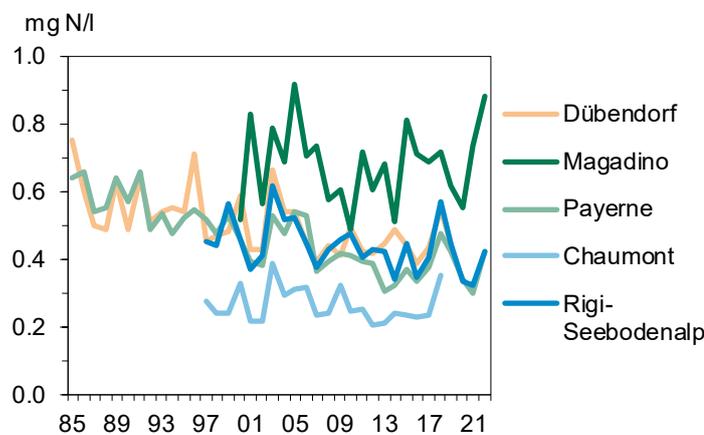
**Abb. 47: Nitrat (NO<sub>3</sub>-N)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2022**



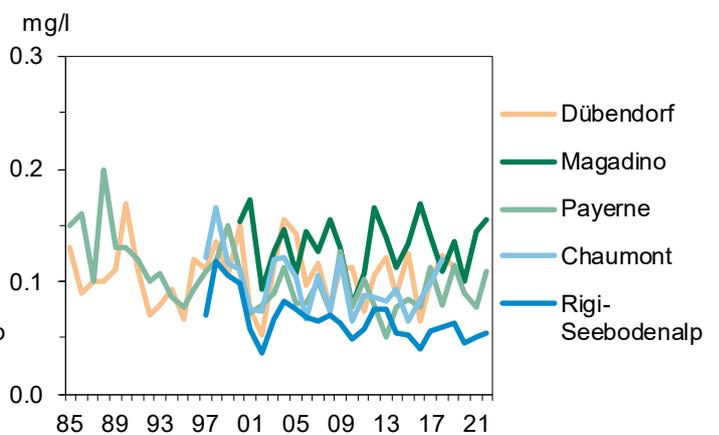
**Abb. 48: Chlorid (Cl<sup>-</sup>)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2022**



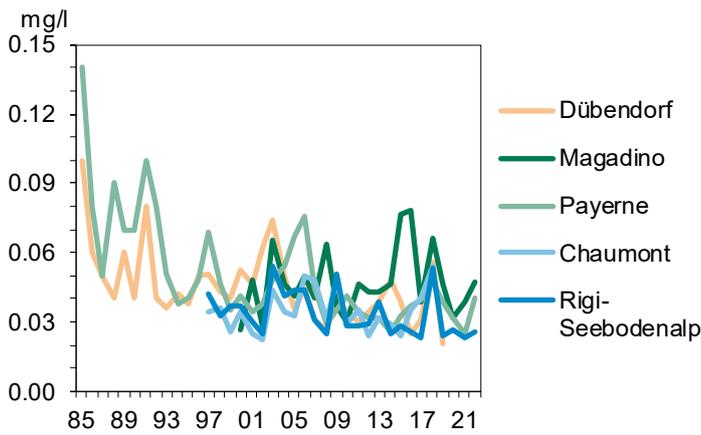
**Abb. 49: Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2022**



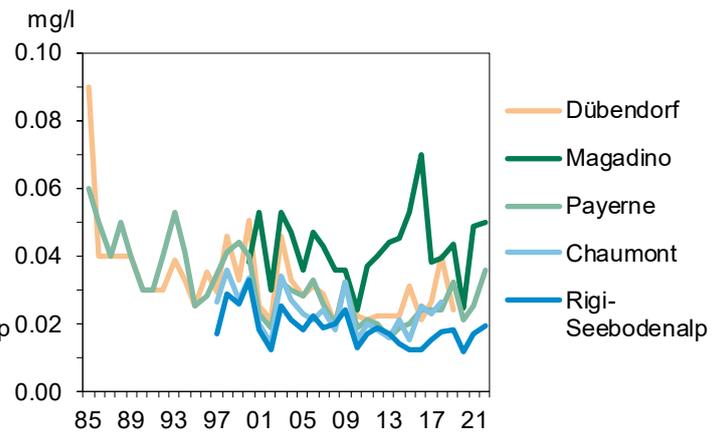
**Abb. 50: Natrium (Na<sup>+</sup>)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2022**



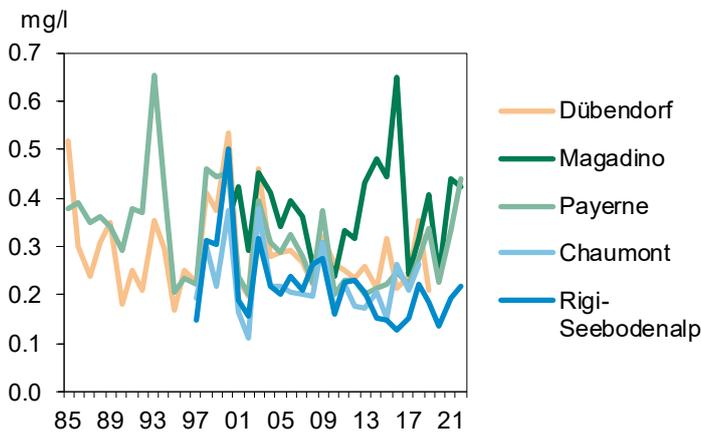
**Abb. 51: Kalium (K<sup>+</sup>)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2022**



**Abb. 52: Magnesium (Mg<sup>2+</sup>)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2022**



**Abb. 53: Calcium (Ca<sup>2+</sup>)-Konzentration im Regenwasser, Jahresmittelwerte 1985–2022**



**Tab. 20: Konzentrationen der Regeninhaltsstoffe, Jahresstatistik 2022**

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert									
		pH	LEIT μS/cm	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> mg N/l	SO <sub>4</sub> mg S/l	Na mg/l	NH <sub>4</sub> mg N/l	K mg/l	Mg mg/l	Ca mg/l
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	6.28	12.32	0.22	0.40	0.24	0.16	0.88	0.05	0.05	0.43
	Payerne	5.96	7.84	0.16	0.20	0.13	0.11	0.42	0.04	0.04	0.44
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	5.90	6.38	0.09	0.21	0.12	0.05	0.42	0.03	0.02	0.22

Abb. 54: Analyisierte Niederschlagsmengen, Jahressummen 1985–2022

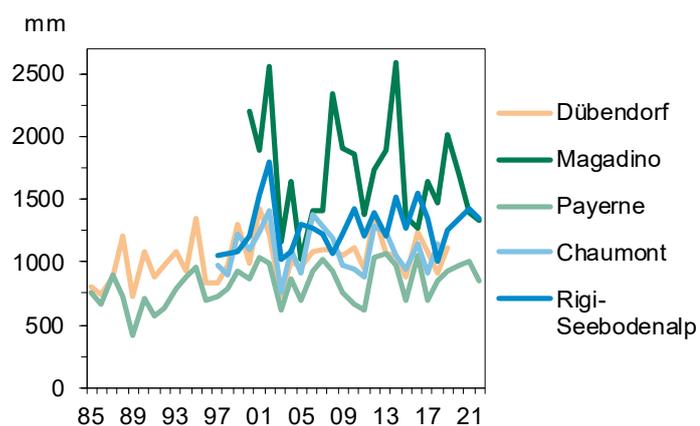


Abb. 55: Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-S)-Fracht, Jahresfrachten 1985–2022

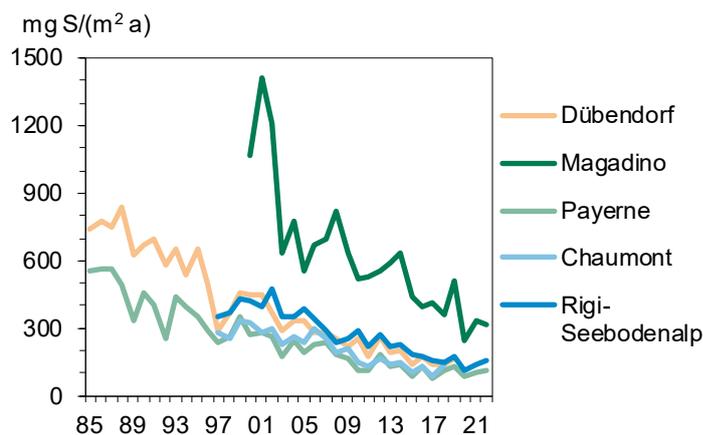


Abb. 56: Nitrat (NO<sub>3</sub>-N)-Fracht, Jahresfrachten 1985–2022

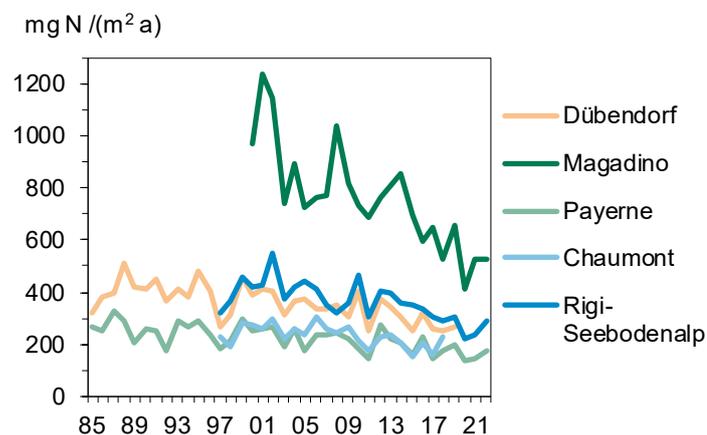
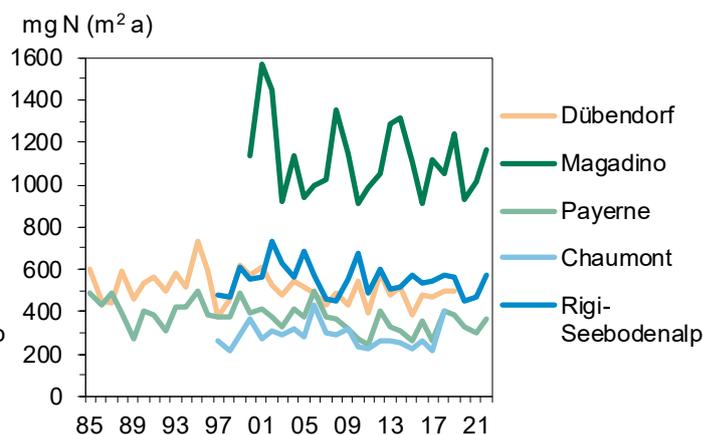


Abb. 57: Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)-Fracht, Jahresfrachten 1985–2022



Tab. 21: Jahresfrachten der Regeninhaltsstoffe, Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	Jahresmittelwert								
		Niederschlag mm	Cl mg/(m <sup>2</sup> a)	NO <sub>3</sub> mg N/(m <sup>2</sup> a)	SO <sub>4</sub> mg S/(m <sup>2</sup> a)	Na mg/(m <sup>2</sup> a)	NH <sub>4</sub> mg N/(m <sup>2</sup> a)	K mg/(m <sup>2</sup> a)	Mg mg/(m <sup>2</sup> a)	Ca mg/(m <sup>2</sup> a)
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	1325	294	523	318	206	1165	63	66	563
	Payerne	857	139	171	112	93	363	35	31	376
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1353	120	287	157	73	574	35	26	295

# 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** ( $\text{HNO}_3$ ) und **Nitrat** ( $\text{NO}_3^-$ ), respektive **Ammoniak** ( $\text{NH}_3$ ) und **Ammonium** ( $\text{NH}_4^+$ ) erwartet. Deshalb wurden 2007 an den Stationen Payerne und Rigi-Seebodenalp Messungen mit einer Zeitauflösung von zwei Wochen gemäss der vom CEH Edinburgh vorgeschlagenen und an der Empa weiterentwickelten Minidenermethode aufgenommen. Seit 2010 werden entsprechende Messungen auf der Alpensüdseite in Magadino-Cadenazzo durchgeführt, seit 2013 auch in Tänikon. Im Jahresmittel (Tab. 23) liegt in den tiefen Lagen beidseits der Alpen etwa gleich viel Stickstoff in Form der vier reaktiven Verbindungen mit Ausnahme des Ammoniakjahresmittels bei Payerne vor. Hingegen ist auf der Alpensüdseite

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

Im Jahr 2022 wurden an den drei Standorten Payerne, Tänikon und Beromünster kontinuierliche Messungen von Ammoniak vorgenommen. Die kontinuierlich gemessenen  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen sind tendenziell tiefer mit Ausnahme von Payerne als die mit Passivsammlern oder Denudern erhobenen Messwerte. Ein Grund dafür könnten Ammoniakverluste in der Ansaugleitung sein. Die Belastung durch Ammoniak ist an allen Standorten hoch (Tab. 24) im Vergleich zu den im Rahmen der Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung empfohlenen kritischen Konzentrationen (Jahresmittel, je nach Vegetationstyp 1 bis  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Ammoniak). An Standorten mit intensiver Tierhaltung wie in Tänikon werden noch höhere Ammoniakkonzentrationen gemessen (Bericht zu Ammoniak-Immissionsmessungen mit Passivsammlern, erhältlich auf <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/publikationen-studien/studien.html>).

## Bewertung

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

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

Abb. 58: Summenmessungen von Stickstoffkomponenten, Jahresmittelwerte 1994–1999 und 2004–2022 (Payerne) und 2000–2022 (Rigi-Seebodenalp)

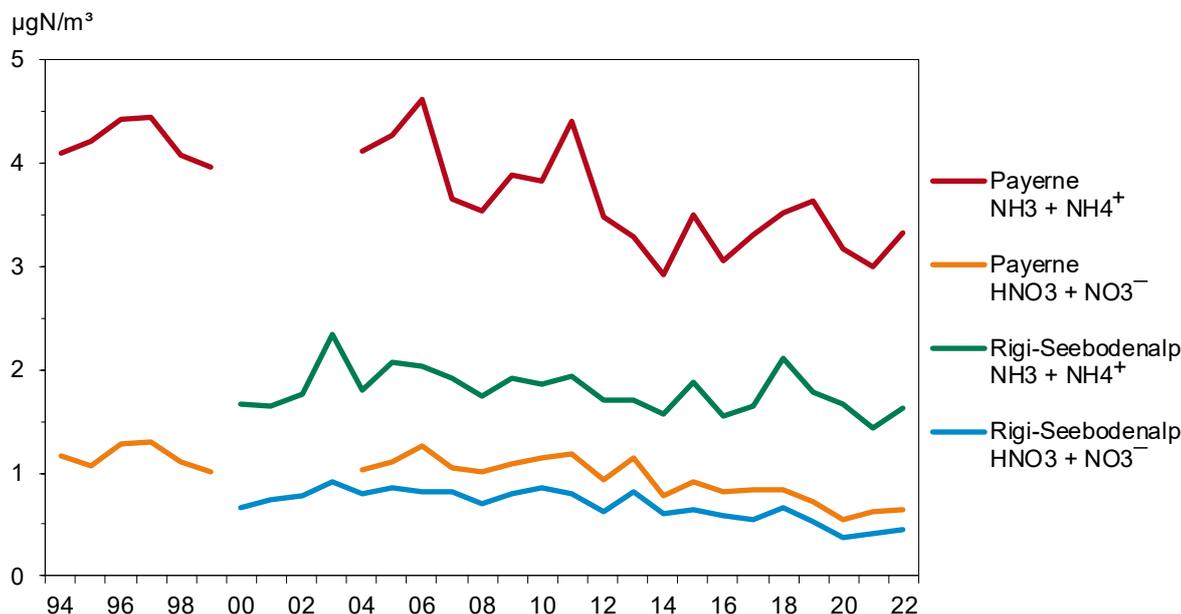
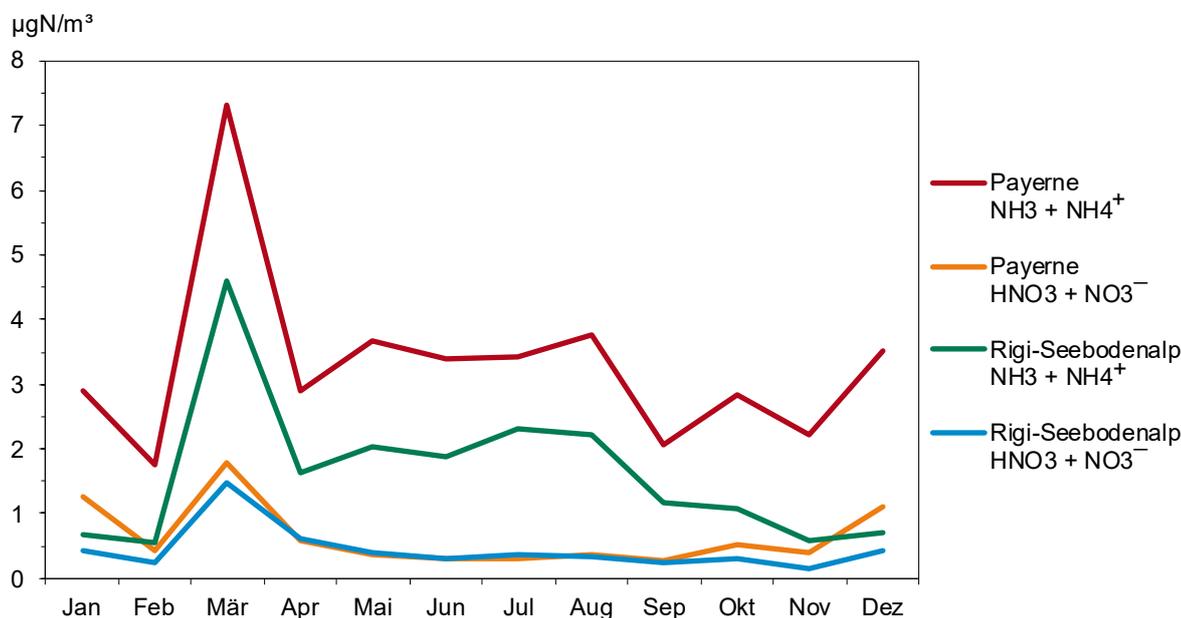


Abb. 59: Summenmessungen von Stickstoffkomponenten, Monatsmittelwerte 2022



Tab. 22: Summenmessungen von Stickstoffkomponenten, Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	NH <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		HNO <sub>3</sub> + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
		Jahresmittelwert µg N/m <sup>3</sup>	Max. 24h-Mittelwert µg N/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert µg N/m <sup>3</sup>	Max. 24h-Mittelwert µg N/m <sup>3</sup>
Ländlich, unterhalb 1000 m	Payerne	2.55	0.69	0.00	0.54
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1.15	0.48	0.00	0.37

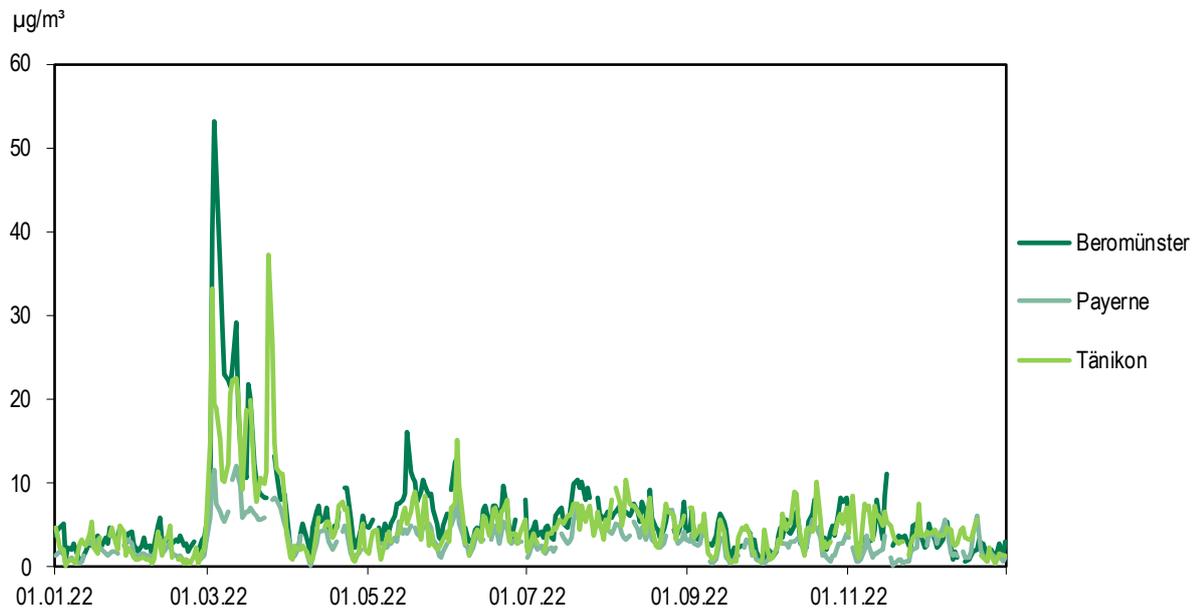
Tab. 23: Reaktive Stickstoffverbindungen, Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	NH <sub>3</sub> Jahresmittel µg N/m <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Jahresmittel µg N/m <sup>3</sup>	HNO <sub>3</sub> Jahresmittel µg N/m <sup>3</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Jahresmittel µg N/m <sup>3</sup>	Summe	Anteil N in Gasphase	Anteil N in Partikelphase
Ländlich, unterhalb 1000 m	Magadino-Cadenazzo	5.30	0.76	0.00	0.55	6.61	80%	20%
	Payerne	2.55	0.69	0.00	0.54	3.78	67%	33%
	Beromünster	5.88	0.65	0.00	0.57	7.10	83%	17%
Ländlich, oberhalb 1000 m	Rigi-Seebodenalp	1.15	0.48	0.00	0.37	2.00	58%	43%

Tab. 24: Ammoniak (NH<sub>3</sub>), Jahresstatistik 2022

Standorttyp	Station	Jahresmittel µg/m <sup>3</sup>	max. 24-h Mittelwert µg/m <sup>3</sup>	max. Stundenmittelwert µg/m <sup>3</sup>
Ländlich, unterhalb 1000 m	Beromünster	5.9	53.2	192.8
	Payerne	3.1	12.1	20.9
	Tänikon	5.0	37.3	210.7

Abb. 60: Ammoniakkonzentration, Tagesmittelwerte 2022





# 15 Monats- und Jahreswerte der Stationen

Basel-Binningen (Vorstädtisch)

Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.74	1.39	1.68	0.40	0.24	0.58	0.73	0.65	0.54	0.88	0.64	0.78	0.77
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	1.84	3.27	14.12	1.30	1.09	1.43	1.27	1.32	2.03	2.21	1.78	1.87	14.12
	24h-Mittel > 100 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	23.3	14.6	25.5	12.1	9.9	8.6	8.1	9.1	8.9	15.5	16.6	23.4	14.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	45.1	43.1	38.2	21.6	16.7	16.1	13.9	12.8	18.4	24.3	31.7	40.5	45.1
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	5.9	2.1	3.1	1.1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.8	2.4	2.9	5.5	2.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	33.2	9.6	16.7	4.2	1.9	1.8	1.3	1.1	2.6	8.0	9.2	20.1	33.2
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	16.9	9.3	15.8	7.2	5.9	5.2	4.7	5.2	5.3	10.0	11.0	16.7	9.5
	max. 24h-Mittelwert	ppb	48.2	30.2	32.4	12.4	9.8	9.8	8.1	7.5	11.0	19.1	21.2	36.2	48.2
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	32	55	55	69	70	74	87	79	52	28	31	24	55
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	78	86	123	114	115	153	146	138	99	74	69	74	153
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	84	93	132	131	122	161	167	153	106	84	82	80	167
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	18	6	2	76	99	77	0	0	0	0	278
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	17.2	9.9	31.1	11.1	12.1	12.5	12.4	11.7	9.2	19.4	10.1	15.2	14.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	40.2	19.6	50.6	23.4	19.0	30.8	24.6	14.7	16.5	34.0	28.7	25.9	50.6
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	15.2	6.1	22.3	6.7	7.3	6.9	7.0	7.1	5.4	10.0	7.2	12.6	9.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	35.1	14.6	31.6	18.2	15.2	14.6	14.1	10.1	8.7	18.4	15.1	22.4	35.1
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.58	0.30	0.73	0.29	0.25	0.23	0.26	0.26	0.25	0.44	0.40	0.62	0.38
P_Anz	Mittelwerte	1/cm <sup>3</sup>	7861	6569	9399	7196	8106	8028	7760	7184	7050	9087	7564	7758	7811
SN	Mittelwerte	mg/(m <sup>2</sup> d)	10	24	53	-	111	37	-	73	70	34	33	10	46

-) keine Messwerte vorhanden

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.3	6.1	7.9	10.4	17.0	20.6	22.3	21.9	15.2	15.0	8.3	3.5	12.6
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	549	383	360	235	25	0	0	0	75	28	343	499	2487
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	50	88	166	198	252	264	306	239	149	101	52	32	159
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	81	69	57	65	66	66	56	63	77	83	84	85	71
Niederschlag	Summen	mm	20	44	29	98	52	89	53	105	129	51	66	59	795
Druck	Mittelwerte	hPa	989	985	984	976	981	980	983	979	978	984	979	978	981

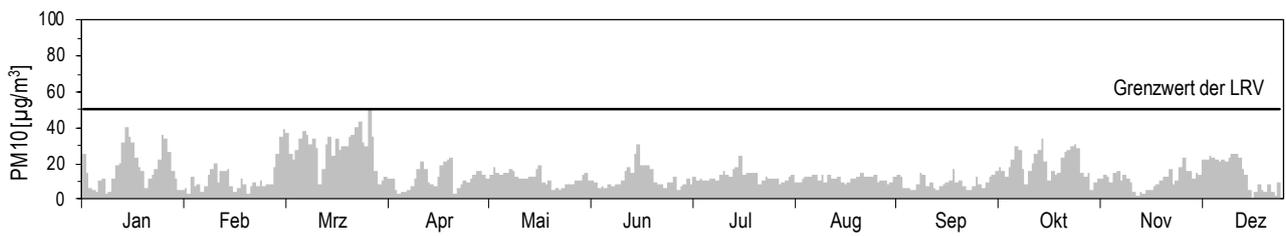
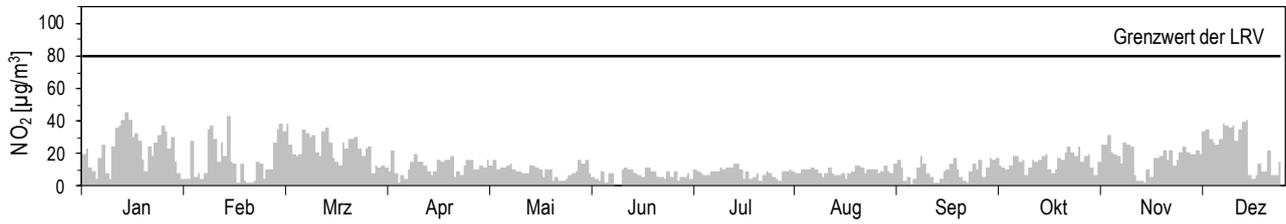
-) keine Messwerte vorhanden

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

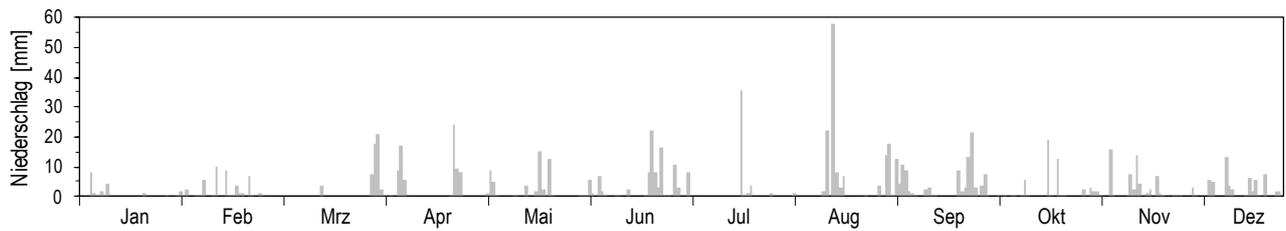
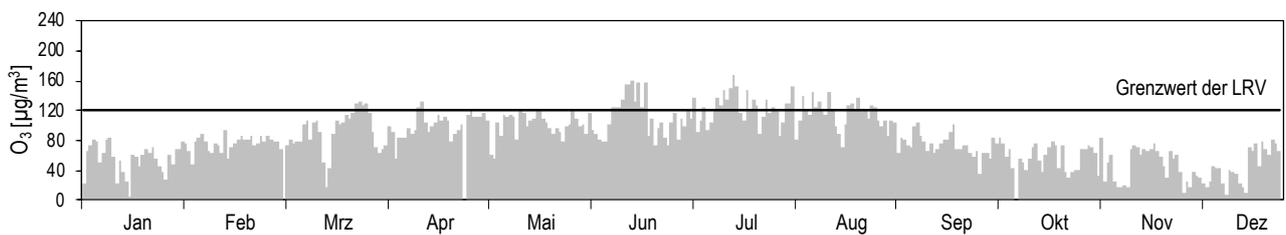
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

## Basel-Binningen (Vorstädtisch)

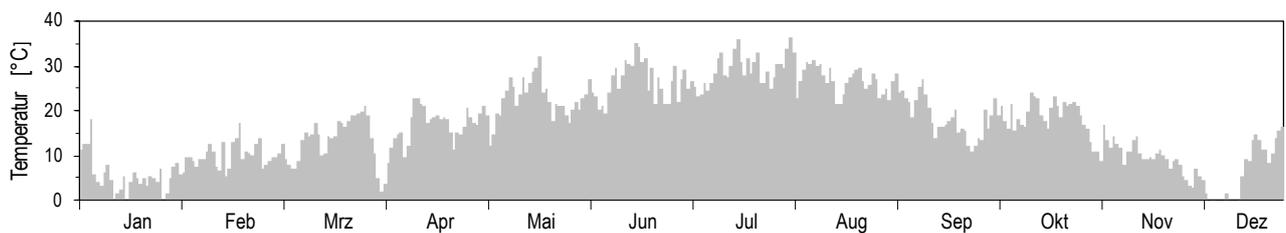
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



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

**Jahresübersicht 2022**

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	35.8	31.2	36.7	22.8	20.1	20.3	19.9	23.8	22.5	23.6	28.1	30.3	26.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	53.8	50.4	51.4	34.0	33.0	32.3	30.7	34.5	33.4	35.6	39.2	48.0	53.8
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	25.7	17.6	16.4	9.6	9.0	8.3	5.8	7.9	10.8	19.0	23.2	23.2	14.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	62.3	42.5	28.6	19.6	16.6	15.0	13.3	14.3	18.7	36.8	55.0	54.7	62.3
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	39.4	30.5	32.3	19.6	17.7	17.3	15.1	18.8	20.4	27.6	33.3	34.4	25.5
	max. 24h-Mittelwert	ppb	78.0	60.5	49.8	33.5	30.6	26.8	24.3	29.0	31.9	46.3	59.9	69.0	78.0
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	25	42	46	61	61	61	73	67	45	20	20	16	45
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	70	78	106	106	102	124	133	119	86	58	62	60	133
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	82	86	117	114	117	132	142	127	101	75	77	74	142
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	22	59	12	0	0	0	0	93
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	0.39	0.32	0.38	0.29	0.28	0.27	0.26	0.28	0.27	0.34	0.35	0.38	0.32
	max. 24h-Mittelwert	mg/m <sup>3</sup>	0.61	0.43	0.45	0.34	0.36	0.34	0.31	0.33	0.35	0.48	0.53	0.57	0.61
	24h-Mittel > 8 mg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.62	0.41	0.62	0.34	0.33	0.3	0.3	0.32	0.31	0.46	0.52	0.64	0.44
Toluol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	1.08	0.71	1.13	0.69	1.14	1.17	1.25	1.44	1.28	1.92	1.45	1.12	1.2
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	26.0	16.5	35.1	14.7	15.0	17.4	15.6	14.8	11.4	21.6	14.8	20.6	18.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	48.7	33.7	49.0	26.8	21.1	37.9	25.1	20.0	23.8	36.0	30.5	49.7	49.7
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	16.2	7.0	19.5	7.4	7.5	8.2	8.0	8.4	6.4	10.2	9.0	14.0	10.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	33.2	11.9	31.3	17.5	13.0	17.3	12.7	11.2	11.2	18.4	13.9	27.9	33.2
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.81	0.53	0.84	0.45	0.48	0.47	0.44	0.48	0.51	0.75	0.73	0.79	0.61
P_Anz	Mittelwerte	1/cm <sup>3</sup>	14807	12765	13232	10457	11229	11382	11528	12611	13107	16330	17707	17329	13558
SN	Mittelwerte	mg/(m <sup>2</sup> d)	34	55	91	65	91	87	110	60	103	74	66	43	73

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	1.5	4.8	7.6	9.9	17.0	20.7	22.2	21.5	15.1	14.3	7.4	2.8	12.1
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	574	426	378	249	27	0	0	0	91	28	372	533	2667
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	67	99	174	207	249	263	295	243	154	102	53	29	162
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	82	71	59	67	66	66	58	64	77	86	83	88	72
Niederschlag	Summen	mm	29	48	16	78	43	115	86	67	158	74	73	117	904
Druck	Mittelwerte	hPa	963	960	959	951	957	955	959	955	953	959	954	953	957

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

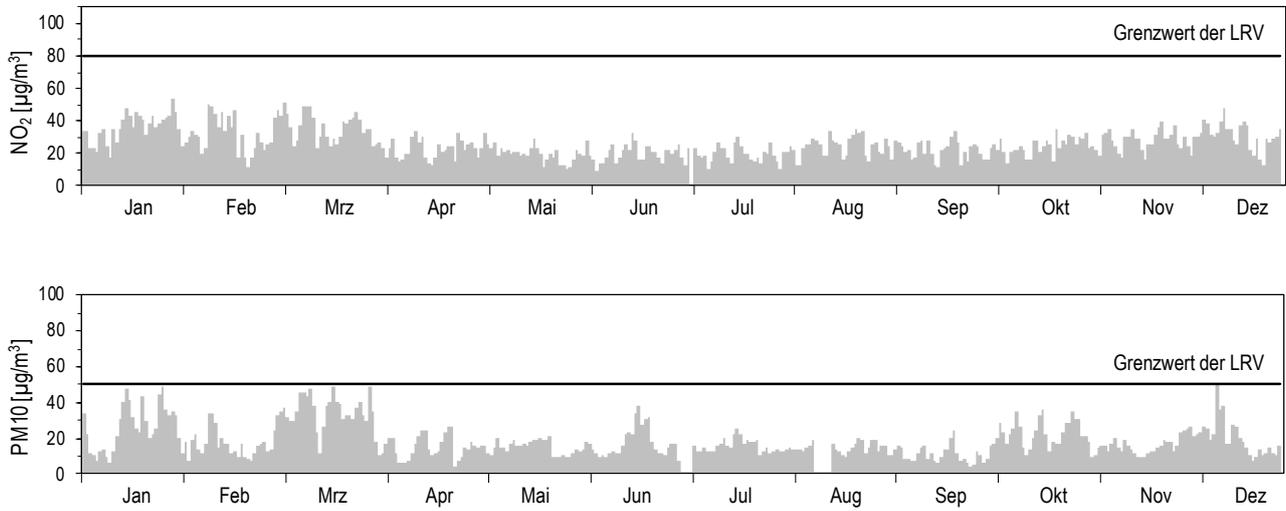
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Verkehr		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Verkehrszähler	Fz/Tag	14260	15381	15931	15554	15730	16087	-	-	15878	15407	16580	16050	15686

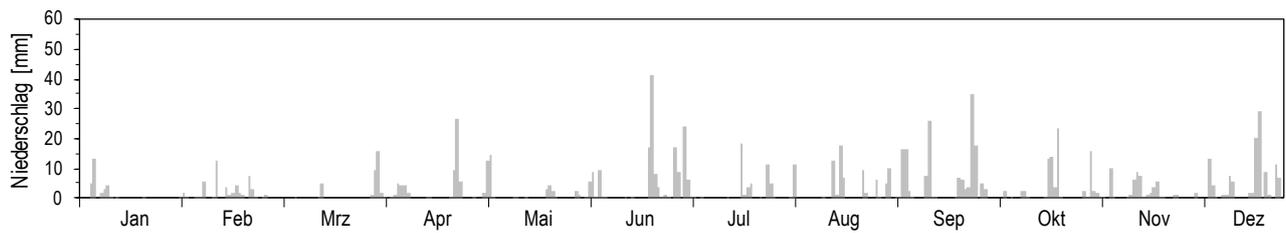
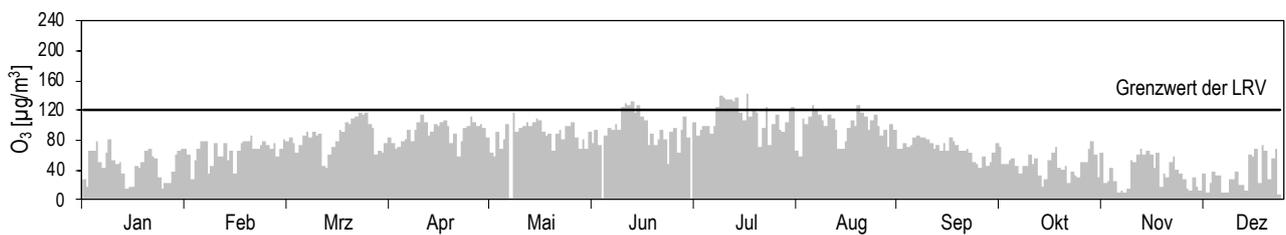
Die Verkehrszahlen wurden durch das Bundesamt für Strassen (ASTRA) erhoben.

## Bern-Bollwerk (Städtisch, verkehrsbelastet)

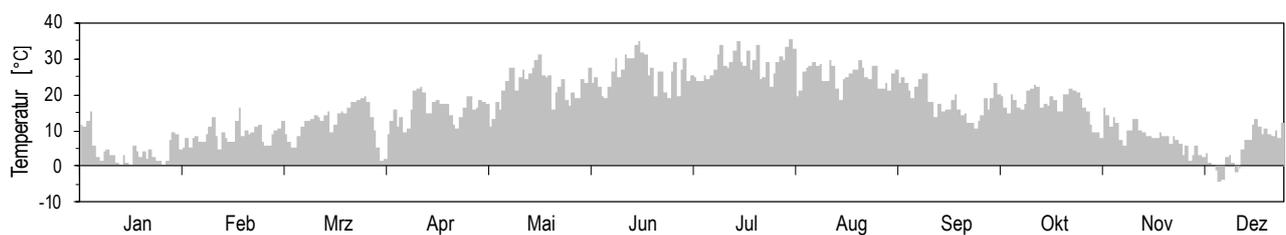
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



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

**Jahresübersicht 2022**

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	10.5	5.4	10.3	6.3	3.4	3.1	3.1	3.1	3.3	5.2	6.0	11.0	5.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	29.4	10.6	16.8	10.4	6.1	4.9	4.5	4.5	7.1	10.5	13.3	27.3	29.4
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.9	0.4	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	1.0	0.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	3.2	0.9	1.3	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.9	1.9	6.3	6.3
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	6.2	3.1	5.9	3.6	2.0	1.8	1.8	1.8	2.0	3.0	3.5	6.6	3.5
	max. 24h-Mittelwert	ppb	18.0	6.0	9.7	5.9	3.5	2.8	2.6	2.6	4.1	6.2	8.4	19.3	19.3
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	55	70	81	84	87	91	102	97	72	53	50	41	74
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	80	90	124	120	119	141	151	140	103	80	73	75	151
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	88	99	133	134	127	177	163	151	109	89	79	83	177
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	32	15	13	85	155	122	0	0	0	0	422
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.54	0.38	0.63	0.37	0.19	0.11	0.10	0.14	0.16	0.21	0.34	0.68	0.32
Toluol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.59	0.32	0.65	0.46	0.31	0.35	0.33	0.35	0.29	0.49	0.49	0.57	0.43
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	11.8	5.7	25.1	9.6	9.5	11.5	10.8	9.7	6.9	13.2	5.3	7.8	10.6
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	38.3	13.4	47.9	24.0	15.7	32.6	20.2	13.6	13.7	24.9	24.6	18.4	47.9
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	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	0.3	2.9	6.4	7.6	14.5	18.5	20.0	19.3	13.0	13.6	6.0	1.5	10.3
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	611	479	423	350	95	9	0	0	144	84	398	573	3153
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	63	96	176	207	243	264	295	231	144	97	52	32	158
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	90	83	61	77	76	78	67	74	87	86	91	96	80
Niederschlag	Summen	mm	27	49	22	66	-9999	166	64	45	118	48	57	63	763
Druck	Mittelwerte	hPa	932	928	928	921	927	926	929	926	923	929	926	922	926

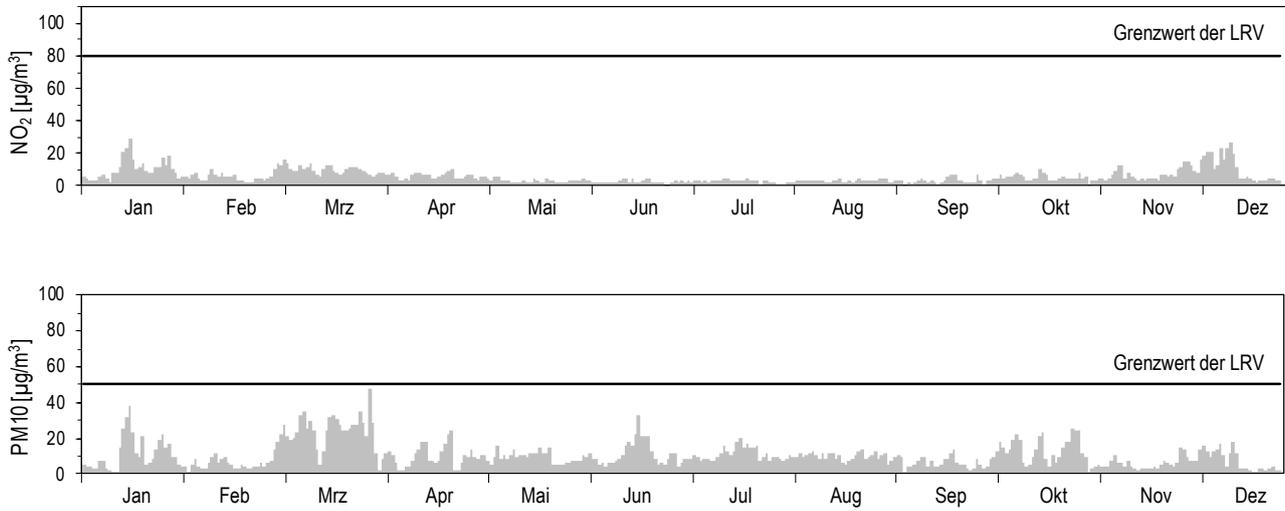
-) keine Messwerte vorhanden

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

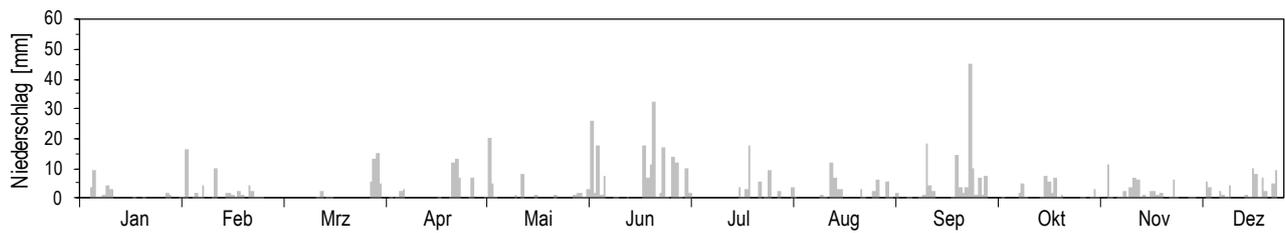
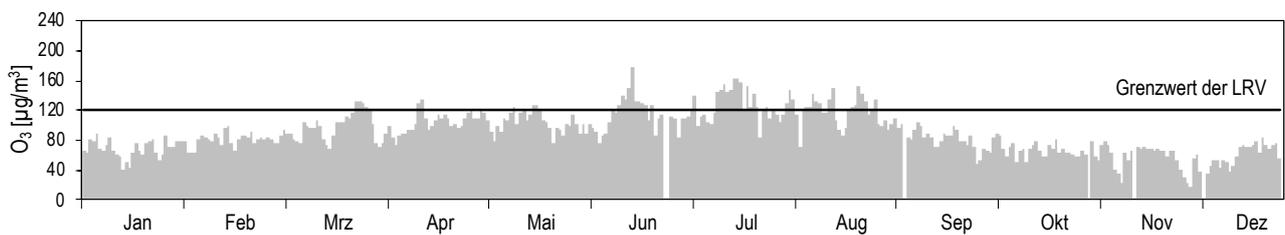
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

## Beromünster (Ländlich, unterhalb 1000 m)

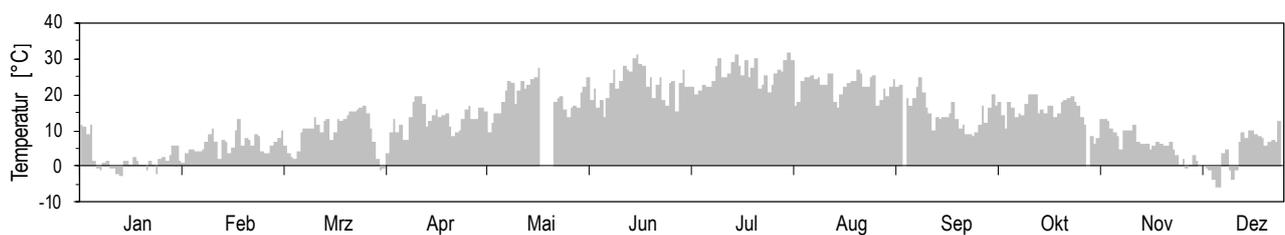
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



## Chaumont (Ländlich, oberhalb 1000 m)

## Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	3.1	1.9	8.5	4.6	3.1	2.7	2.8	3.0	2.4	3.1	2.8	5.8	3.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	6.0	5.7	11.2	8.9	4.7	4.3	4.1	4.0	6.4	5.3	6.5	12.6	12.6
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.2	0.2	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	1.0	0.7	1.0	0.6	0.2	0.3	0.3	0.3	0.6	0.5	0.9	1.0	1.0
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	1.8	1.2	4.8	2.6	1.7	1.5	1.6	1.7	1.4	1.8	1.6	3.3	2.10
	max. 24h-Mittelwert	ppb	3.5	3.5	6.6	5.0	2.7	2.5	2.3	2.3	3.8	3.1	3.6	7.4	7.40
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	75	77	92	90	95	97	106	106	78	65	65	55	83
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	98	94	129	116	117	152	149	140	106	84	79	81	152
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	107	98	134	121	122	171	167	150	112	89	86	88	171
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	63	3	4	112	201	164	0	0	0	0	547
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	3.4	4.0	21.6	7.3	8.0	11.1	9.3	9.2	5.8	12.5	3.7	4.8	8.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	7.1	12.5	35.6	16.9	14.8	33.7	15.9	18.2	12.2	25.0	16.7	14.9	35.6
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

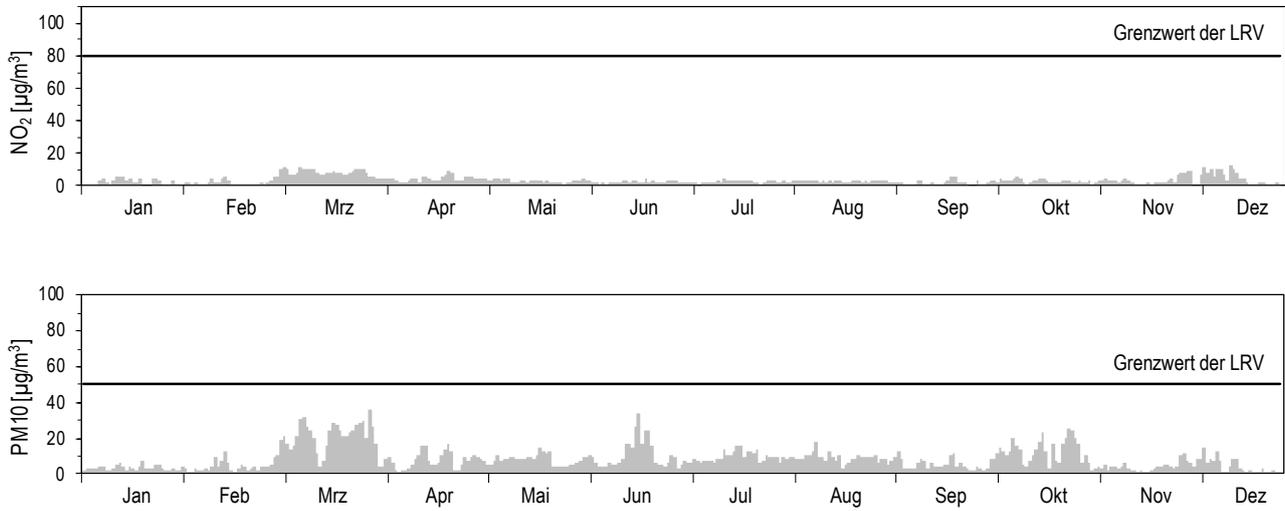
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	0.1	0.9	4.7	5.5	12.5	16.3	18.1	17.6	10.7	12.0	4.5	0.6	8.7
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	616	534	475	419	179	37	9	0	213	173	464	601	3706
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	69	97	174	192	244	269	302	236	146	104	55	33	160
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	71	78	57	71	70	69	58	65	81	81	85	90	73
Niederschlag	Summen	mm	46	68	16	115	34	72	61	60	245	117	92	113	1038
Druck	Mittelwerte	hPa	894	891	891	884	891	890	894	890	887	893	886	884	890

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

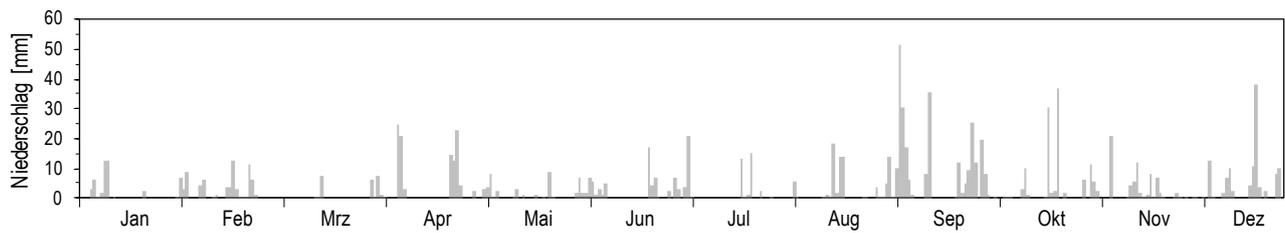
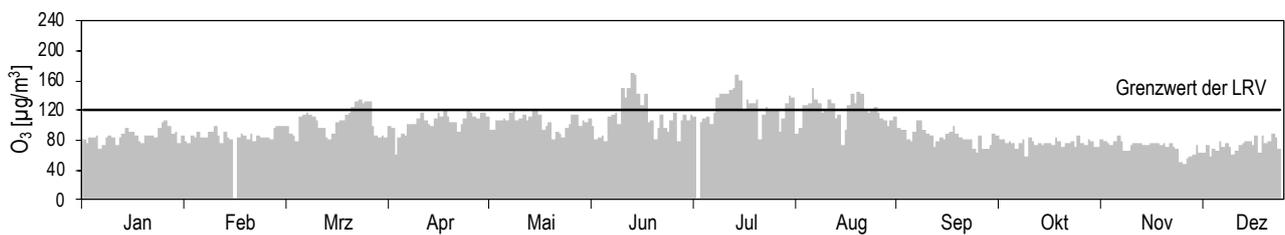
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

## Chaumont (Ländlich, oberhalb 1000 m)

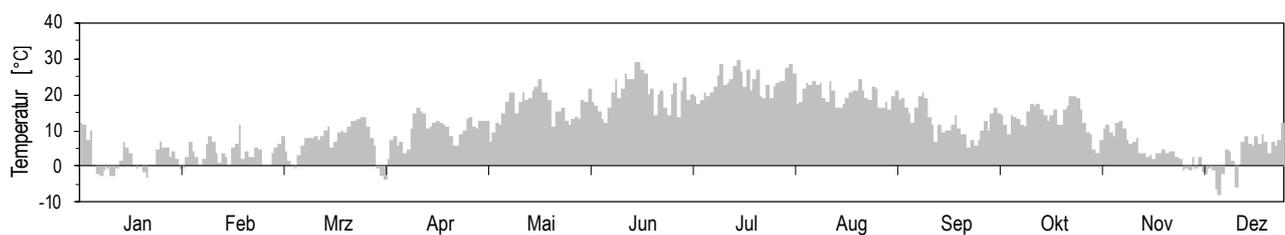
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Davos-Seehornwald (Ländlich, oberhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	2.3	2.3	4.5	2.7	1.8	1.6	2.0	1.8	1.8	1.8	2.1	4.2	2.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	4.1	3.9	8.8	5.3	2.7	2.4	3.0	2.4	2.9	2.6	4.6	18.3	18.3
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5	0.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	0.4	0.3	1.1	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	5.8	5.8
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	1.5	1.5	2.8	1.7	1.2	1.0	1.3	1.2	1.2	1.3	1.4	3.0	1.6
	max. 24h-Mittelwert	ppb	2.7	2.6	6.3	3.6	1.7	1.6	1.9	1.5	1.9	1.9	3.0	16.3	16.3
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	70	74	85	77	68	68	76	72	56	48	56	55	67
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	83	88	112	100	95	107	113	108	86	71	76	75	113
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	89	93	124	111	102	119	126	115	92	74	82	78	126
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	9
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	1.8	2.3	21.1	4.9	6.2	10.5	8.1	6.6	3.1	5.9	1.7	1.5	6.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	11.1	11.1	215.0	18.1	20.4	26.8	18.4	12.1	10.2	18.5	12.6	3.6	215.0
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Die Umrechnung von ppb in µg/m<sup>3</sup> erfolgt für die Station Davos mit standortabhängigen Faktoren (Anhang A5)

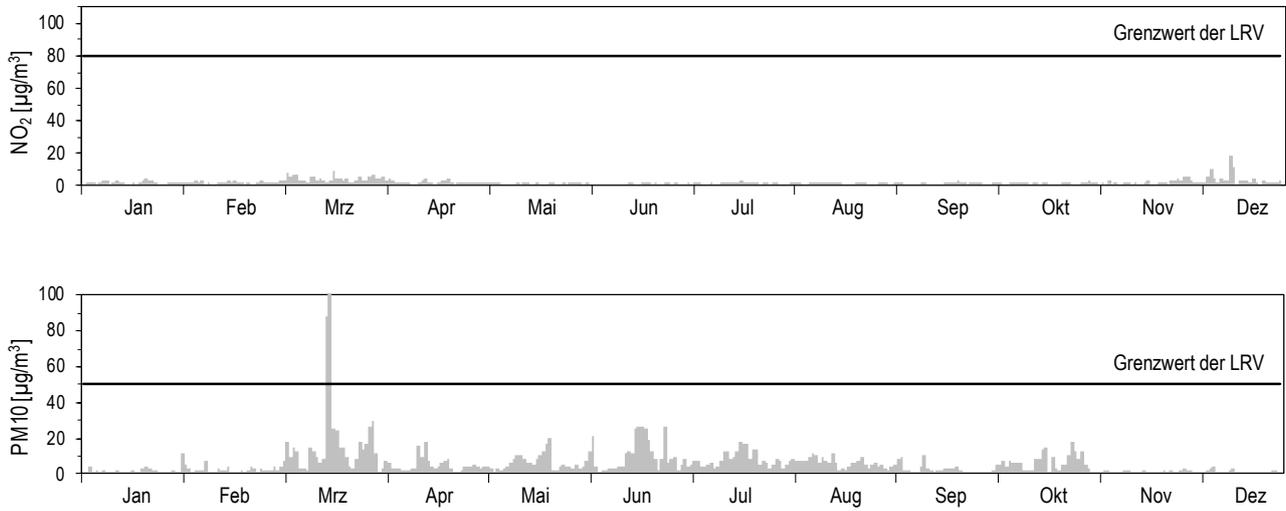
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	-2.6	-2.4	0.7	2.9	9.3	13.3	14.5	14.0	7.8	9.1	1.8	-1.6	5.6
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	702	628	599	513	277	102	63	45	338	333	547	669	4799
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	67	103	182	214	224	240	263	232	149	114	68	50	159
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	62	66	47	68	76	71	70	72	80	71	74	77	70
Niederschlag	Summen	mm	24	89	2	24	56	99	88	67	78	75	38	30	670
Druck	Mittelwerte	hPa	839	837	838	831	839	839	842	839	835	842	834	832	837

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

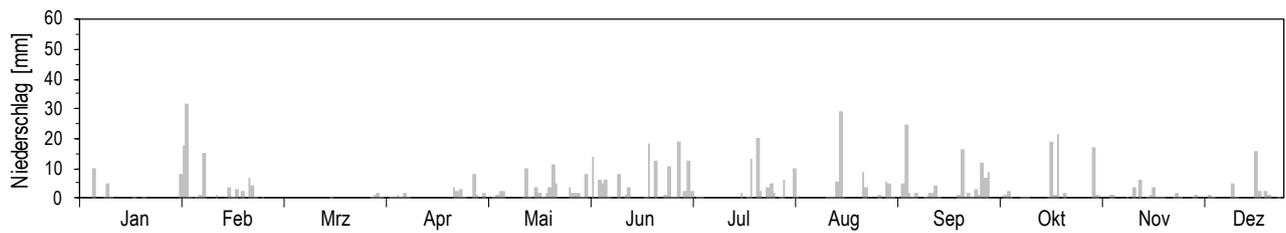
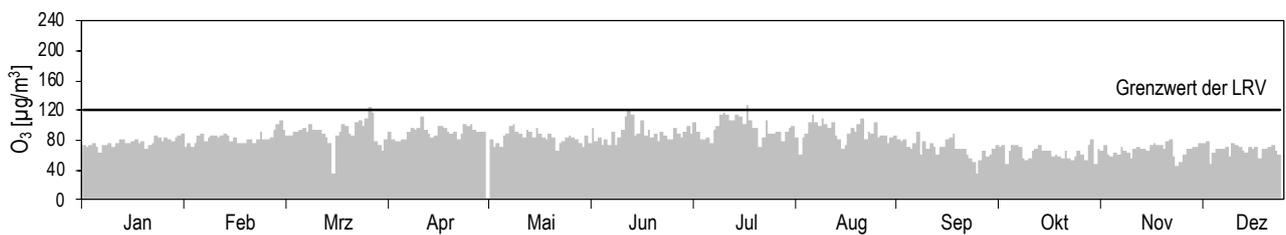
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

## Davos-Seehornwald (Ländlich, oberhalb 1000 m)

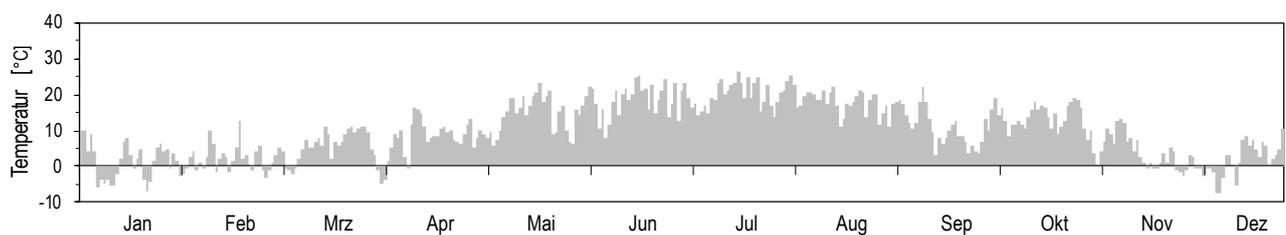
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Dübendorf-Empa (Vorstädtisch)

Jahresübersicht 2022

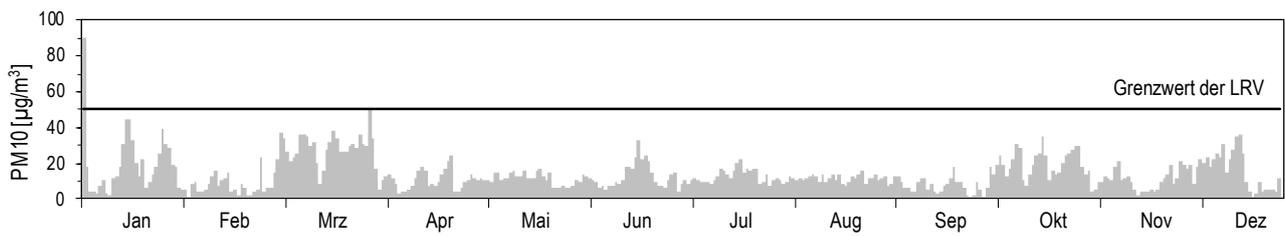
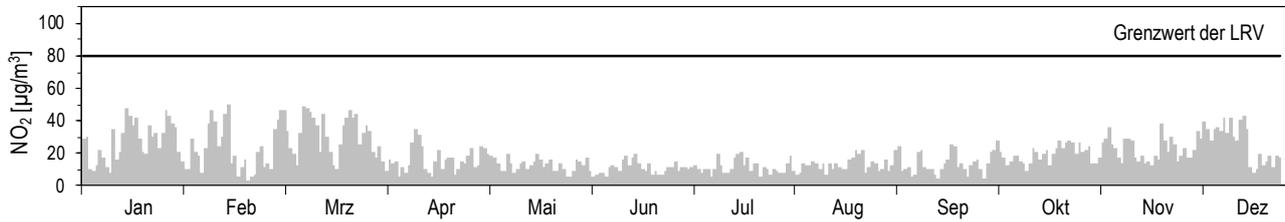
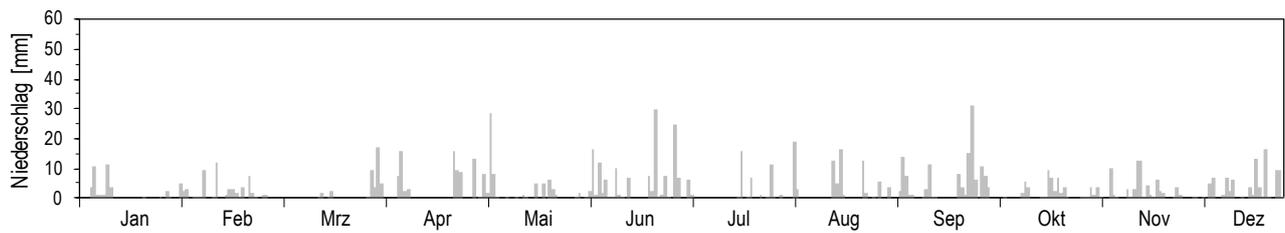
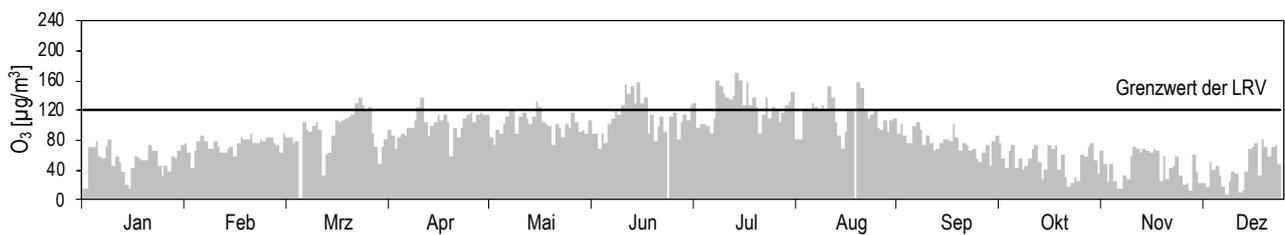
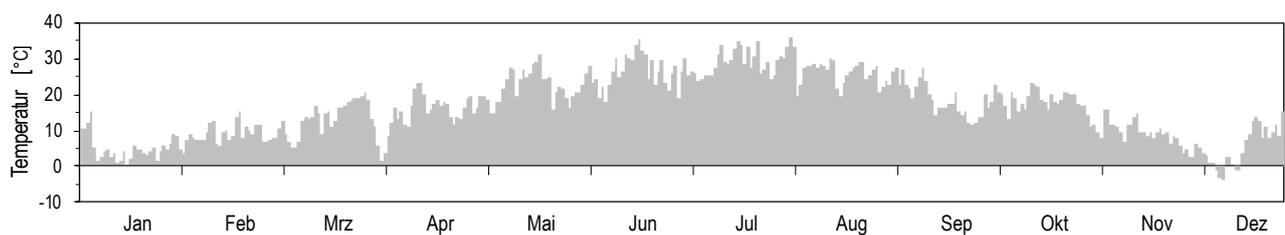
Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.55	0.36	0.74	0.37	0.34	0.34	0.41	0.35	0.34	0.46	0.42	0.56	0.44
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	2.28	0.88	1.28	0.81	0.59	0.68	0.62	0.57	0.62	0.96	0.92	1.42	2.28
	24h-Mittel > 100 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	27.6	21.2	33.0	15.7	13.7	11.5	11.6	12.8	13.5	19.2	21.9	26.0	19.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	47.5	49.8	49.3	35.1	24.0	19.9	21.1	21.8	25.5	28.4	38.5	43.6	49.8
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	11.4	6.4	8.3	2.0	1.7	1.2	1.1	1.5	2.5	12.5	9.5	10.6	5.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	47.1	33.1	20.9	11.1	6.6	3.1	2.6	4.0	10.7	42.0	40.4	77.0	77.0
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	23.5	16.2	23.9	9.9	8.5	7.0	6.9	7.9	9.0	20.1	19.1	22.1	14.5
	max. 24h-Mittelwert	ppb	60.2	51.0	40.4	27.2	17.2	11.4	12.1	14.5	21.5	48.6	48.4	84.6	84.6
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	30	49	46	65	64	67	80	72	50	22	24	21	49
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	74	83	123	114	117	142	147	140	100	74	66	71	147
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	81	89	136	137	133	158	169	157	110	87	76	80	169
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	25	7	4	52	121	72	0	0	0	0	281
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	0.30	0.23	0.30	0.21	0.19	0.18	0.18	0.17	0.16	0.24	0.24	0.29	0.22
	max. 24h-Mittelwert	mg/m <sup>3</sup>	0.55	0.39	0.40	0.29	0.24	0.23	0.24	0.20	0.24	0.43	0.43	0.60	0.60
	24h-Mittel > 8 mg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH <sub>4</sub>	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NMVOC	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Benzol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.73	0.46	0.72	0.32	0.24	0.19	0.17	0.18	0.20	0.55	0.47	0.68	0.41
Toluol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	1.83	1.32	2.04	0.74	1.14	1.02	1.29	1.14	1.29	2.62	1.82	1.86	1.53
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	19.7	7.6	29.0	10.5	11.2	13.0	12.3	11.3	7.9	19.0	10.0	16.4	14.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	90.5	23.7	51.1	24.0	17.2	32.7	22.7	16.1	18.3	35.2	30.0	35.5	90.5
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	17.0	4.2	19.9	6.7	6.4	6.8	7.0	7.3	5.1	9.9	7.3	12.9	9.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	84.7	12.0	32.0	19.4	11.1	15.1	13.0	10.5	10.2	19.0	19.0	27.7	84.7
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.58	0.32	0.74	0.29	0.29	0.25	0.27	0.31	0.29	0.64	0.48	0.58	0.42

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.0	4.9	7.1	9.9	16.9	20.5	22.2	21.1	15.1	13.8	7.6	3.0	12.0
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	559	422	393	271	17	0	0	0	83	54	365	526	2679
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	54	92	168	195	237	264	290	229	146	93	48	28	154
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	83	73	59	67	67	68	58	66	76	87	88	89	73
Niederschlag	Summen	mm	40	52	17	98	70	133	50	79	112	66	74	88	879
Druck	Mittelwerte	hPa	975	971	971	963	967	966	970	967	964	971	966	965	968

-) 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 2022****Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>****Niederschlagssumme pro Tag****Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>****Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag**

Härkingen-A1 (Ländlich, Autobahn)

Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.65	0.36	0.68	0.53	0.48	0.44	0.44	0.28	0.33	0.51	0.51	0.72	0.50
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	1.22	0.78	1.08	0.94	0.82	0.82	0.87	0.65	0.87	0.87	1.07	1.48	1.48
	24h-Mittel > 100 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	31.7	26.5	32.1	21.2	19.6	20.9	20.5	22.1	22.5	25.4	28.4	30.0	25.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	47.9	46.8	52.8	38.6	34.1	35.9	35.9	40.0	32.3	37.8	39.1	54.6	54.6
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	20.3	17.3	15.3	10.3	9.4	9.0	7.8	8.7	13.6	22.9	26.9	21.3	15.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	50.2	43.4	40.7	23.5	19.9	18.9	17.4	23.8	25.9	45.1	45.7	54.6	54.6
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	32.8	27.7	29.0	19.3	17.8	18.1	17.0	18.5	22.6	31.6	36.4	32.8	25.3
	max. 24h-Mittelwert	ppb	64.2	59.3	60.3	39.0	32.9	29.9	31.2	40.0	37.7	51.5	54.8	69.1	69.1
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	28	45	47	62	61	62	72	68	42	20	19	19	45
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	75	81	120	116	113	138	145	131	90	66	60	61	145
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	82	89	134	132	119	160	161	152	112	79	75	72	161
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	16	5	0	44	75	51	0	0	0	0	191
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	0.34	0.26	0.31	0.23	0.21	0.20	0.20	0.20	0.21	0.27	0.29	0.32	0.25
	max. 24h-Mittelwert	mg/m <sup>3</sup>	0.58	0.41	0.42	0.31	0.28	0.27	0.29	0.29	0.29	0.45	0.43	0.45	0.58
	24h-Mittel > 8 mg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO <sub>2</sub>	Mittelwerte	ppm	461	448	465	449	457	460	452	456	457	488	470	465	461
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	19.8	9.9	29.3	11.5	12.0	14.2	13.4	13.1	9.8	18.8	10.8	16.7	15.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	41.5	22.5	45.0	23.2	20.8	33.1	27.0	20.3	18.6	39.5	21.3	57.0	57.0
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	15.3	6.5	20.5	7.1	7.1	7.6	7.4	7.7	6.0	10.0	7.9	11.9	9.6
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	36.0	14.0	33.2	18.5	11.4	15.9	14.5	11.6	9.9	21.2	14.2	28.1	36.0
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.68	0.46	0.82	0.38	0.41	0.38	0.39	0.47	0.51	0.79	0.71	0.68	0.56
P_Anz	Mittelwerte	1/cm <sup>3</sup>	17789	18556	16688	13632	17318	15691	16648	18305	20577	27070	30104	24508	19764
SN	Mittelwerte	mg/(m <sup>2</sup> d)	65	70	46	85	85	83	56	59	82	59	49	56	66

Meteorologische Messgrössen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	1.8	4.3	6.9	9.8	16.8	20.3	22.1	21.5	14.8	13.8	7.2	2.9	11.9
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	566	438	385	256	25	0	0	0	83	44	377	531	2696
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	51	92	170	201	251	265	295	234	150	91	48	29	157
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	83	77	63	69	70	72	61	67	82	92	91	90	76
Niederschlag	Summen	mm	51	104	16	110	29	114	56	77	128	70	75	95	925
Druck	Mittelwerte	hPa	976	972	971	963	968	967	970	966	964	971	966	965	968

-) 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)

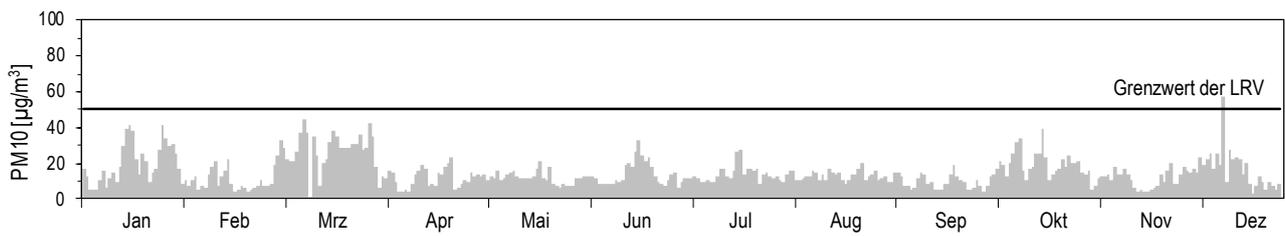
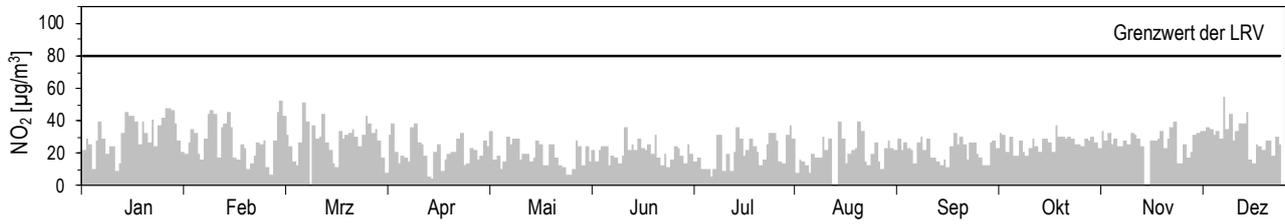
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

Verkehr		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Verkehrszähler	Fz/Tag	78701	87767	91615	96844	99851	103688	105311	109512	106357	100042	93817	87361	96739

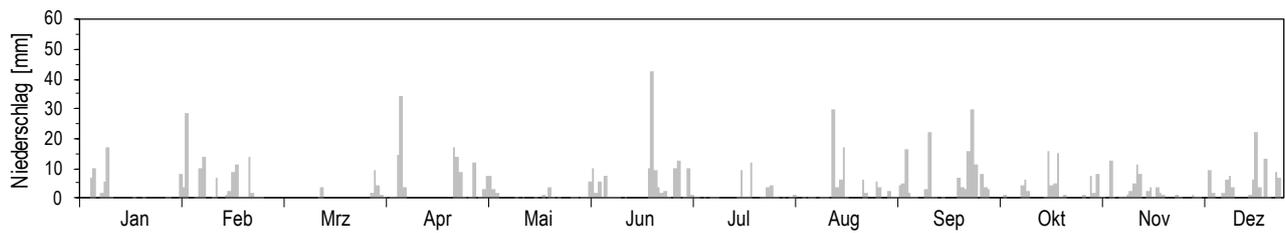
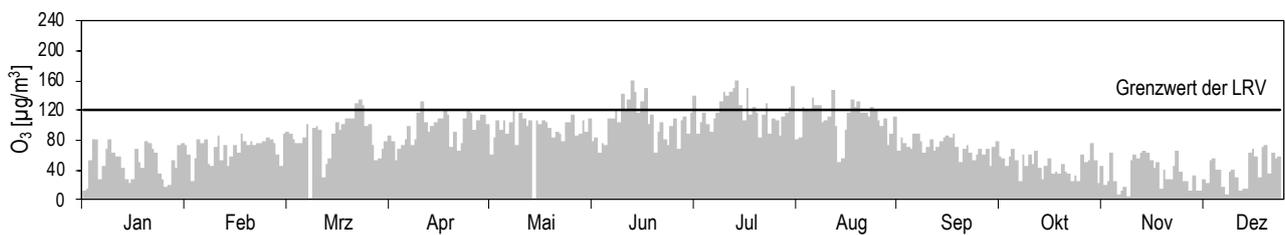
Die Verkehrszahlen wurden durch das Bundesamt für Strassen (ASTRA) erhoben.

## Härkingen-A1 (Ländlich, Autobahn)

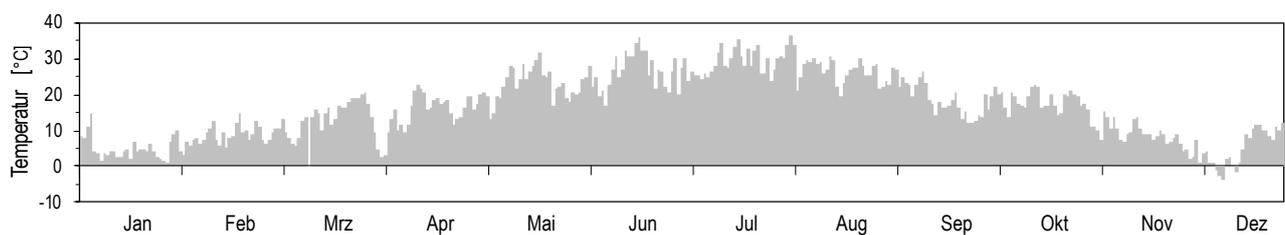
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM10

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Jungfrauoch (Hochgebirge)

Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.04	0.00	0.12	0.00	0.02	0.03	0.05	0.05	0.05	0.03	0.01	0.03	0.04
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	0.12	0.04	0.87	0.05	0.11	0.12	0.15	0.15	0.14	0.13	0.07	0.25	0.87
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.09	0.13	0.14	0.23	0.14	0.14	0.14	0.15	0.12	0.11	0.13	0.23	0.15
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	0.31	0.39	0.39	1.24	0.37	0.25	0.26	0.29	0.23	0.88	0.58	1.91	1.91
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.01	0.01	0.01	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	0.06	0.04	0.05	0.44	0.06	0.04	0.03	0.04	0.03	0.09	0.09	0.13	0.44
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	0.08	0.11	0.12	0.24	0.13	0.12	0.12	0.14	0.11	0.10	-	-	0.13
	max. 24h-Mittelwert	ppb	0.25	0.31	0.33	1.41	0.33	0.21	0.21	0.24	0.20	0.75	0.44	-	1.41
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	67	70	76	75	78	77	82	83	71	62	64	62	72
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	80	91	95	92	98	103	101	103	95	75	80	79	103
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	91	106	112	97	103	122	119	109	116	83	87	91	122
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08
	max. 24h-Mittelwert	mg/m <sup>3</sup>	0.10	0.10	0.12	0.15	0.11	0.09	0.10	0.11	0.09	0.09	0.09	0.12	0.15
	24h-Mittel > 8 mg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO <sub>2</sub>	Mittelwerte	ppm	420	421	422	423	420	419	415	414	414	416	419	422	419
CH <sub>4</sub>	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	0.94	0.94	0.94	0.95	0.94	0.93	0.93	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94
Benzol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.13	0.16	0.15	0.11	0.08	0.04	0.04	0.06	0.06	0.05	0.07	0.14	0.10
Toluol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.04	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.08	0.05	0.09	0.05	0.10	0.06
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.2	0.7	13.5	2.9	3.5	7.8	4.4	3.6	1.5	3.0	0.5	0.2	3.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	1.3	4.4	112.7	31.2	15.9	32.3	12.3	10.0	8.2	13.6	4.7	0.5	112.7
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

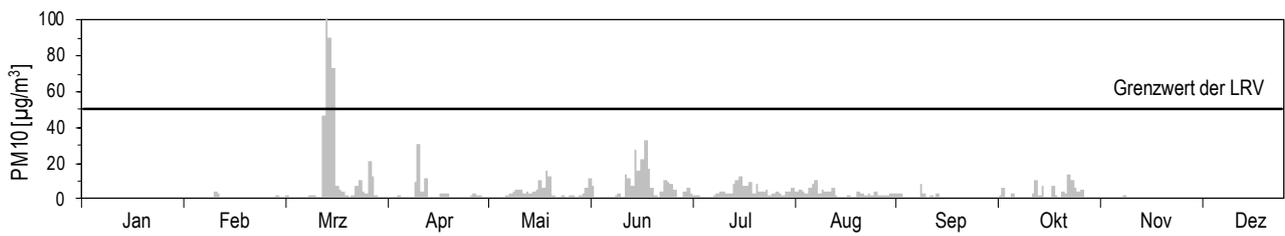
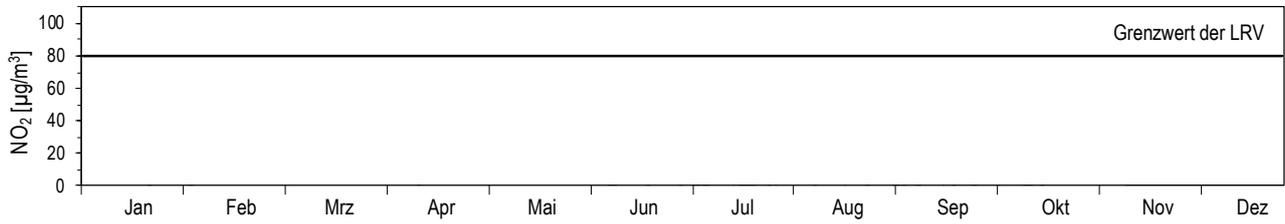
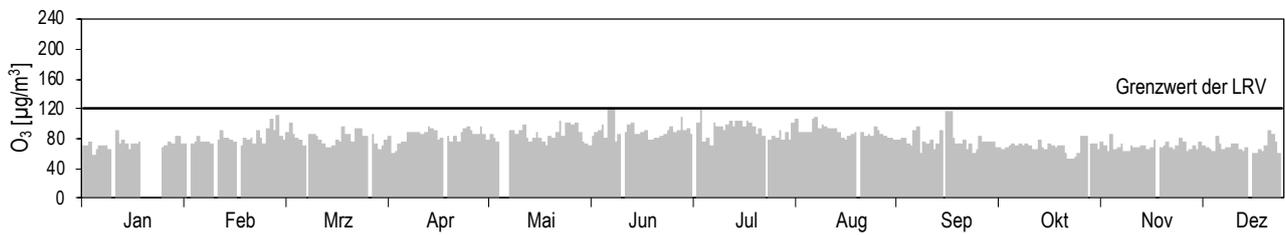
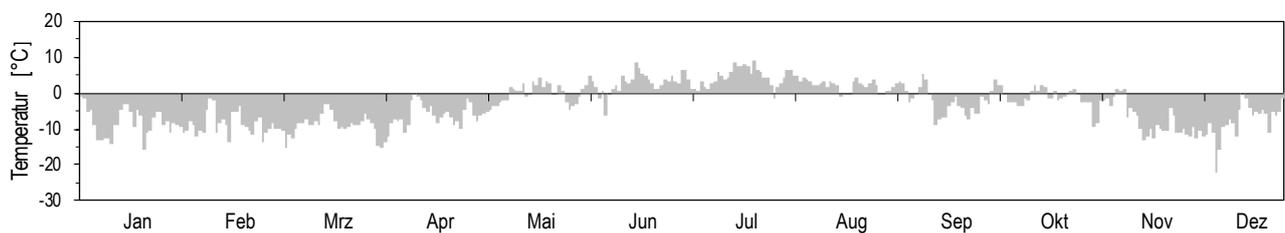
-) keine Messwerte vorhanden, \*) unvollständige Messreihe, weniger als 50% der Messwerte vorhanden, \*\*) unvollständige Messreihe, weniger als 80 % der Messwerte vorhanden.

Die Umrechnung von ppb in µg/m<sup>3</sup> 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	-11.0	-11.9	-10.5	-9.0	-2.8	0.7	2.5	1.4	-3.6	-2.0	-8.6	-10.6	-5.4
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	961	894	945	871	707	578	542	578	709	709	857	947	9271
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	88	119	214	253	292	242	310	249	185	129	82	53	185
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	51	61	47	68	77	76	68	78	75	73	65	70	67
Druck	Mittelwerte	hPa	656	653	655	651	660	663	667	664	658	664	653	650	658

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

Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSCHWEIZ erhoben.

**Jungfrauoch (Hochgebirge)****Jahresübersicht 2022****Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>****Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>****Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag**

Lausanne-César-Roux (Städtisch, verkehrsbelastet)

Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	31.0	28.6	36.2	24.0	20.6	21.4	18.3	20.0	21.2	26.6	25.0	27.4	25.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	54.2	50.8	55.4	43.2	32.2	32.3	32.7	30.9	34.0	36.8	36.2	43.5	55.4
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	12.8	11.4	10.6	7.5	5.8	6.2	4.0	5.0	7.3	12.7	10.4	12.0	8.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	36.9	29.7	25.0	19.0	9.8	9.7	8.9	8.4	14.8	30.1	25.0	33.2	36.9
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	26.5	24.0	27.5	18.6	15.4	16.2	12.8	14.5	16.9	24.1	21.4	23.9	20.1
	max. 24h-Mittelwert	ppb	54.6	50.4	42.2	37.9	24.3	22.4	22.0	22.4	29.7	43.4	38.8	48.7	54.6
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	34	46	53	66	73	70	85	81	57	29	33	25	54
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	73	75	105	104	105	123	132	125	88	66	64	55	132
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	83	80	119	111	114	138	150	137	97	77	76	66	150
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	21	53	32	0	0	0	0	106
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	0.29	0.28	0.33	0.26	0.23	0.22	0.21	0.22	0.22	0.29	0.27	0.30	0.26
	max. 24h-Mittelwert	mg/m <sup>3</sup>	0.46	0.44	0.42	0.36	0.33	0.27	0.28	0.27	0.31	0.44	0.44	0.46	0.46
	24h-Mittel > 8 mg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	20.6	11.2	29.5	12.5	12.9	14.3	12.5	11.5	8.8	19.3	10.9	14.1	14.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	45.0	19.7	47.7	22.6	21.0	32.5	20.9	15.6	17.0	35.2	30.7	22.7	47.7
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	16.2	6.7	20.1	7.4	7.5	7.8	7.6	7.8	5.9	10.7	8.4	11.7	9.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	38.5	12.1	34.6	14.3	11.3	15.6	14.6	10.0	10.3	20.2	17.2	18.8	38.5
SN	Mittelwerte	mg/(m <sup>2</sup> d)	37	46	92	76	79	86	81	63	66	59	98	35	68

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.9	5.5	8.8	10.8	18.3	21.7	24.1	23.1	16.5	15.5	9.0	5.0	13.5
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	531	407	311	195	9	0	0	0	43	18	315	466	2287
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	61	98	161	204	275	271	308	240	157	109	55	30	165
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	78	71	55	62	58	60	48	56	70	80	81	84	67
Niederschlag	Summen	mm	31	51	12	65	20	78	47	42	176	90	111	127	851
Druck	Mittelwerte	hPa	964	961	959	952	957	956	959	955	954	960	955	954	957

-) keine Messwerte vorhanden,

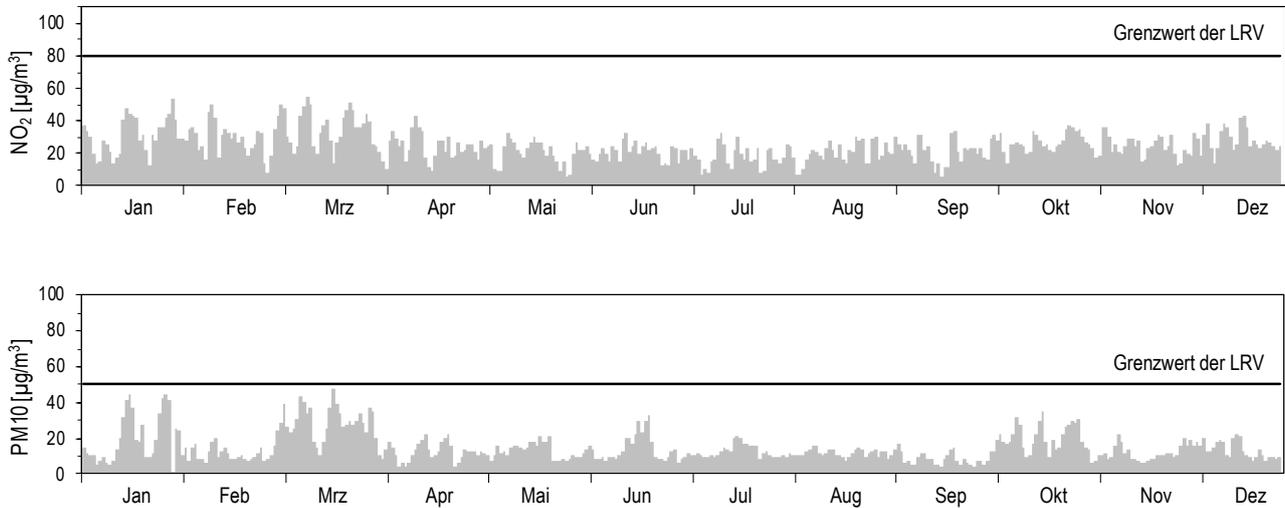
1) Heizgradtagzahl: Monatliche Summe der täglichen Differenzen zwischen Raumtemperatur (20 °C) und der Tagesmittel-Temperatur aller Heiztage (Heiztag: Tag mit Tagesmitteltemperatur <= 12 °C)

Verkehr		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Verkehrszähler	Fz/Tag	23119	25135	25603	24218	24669	25722	22115	22990	25062	24838	26508	25384	24614

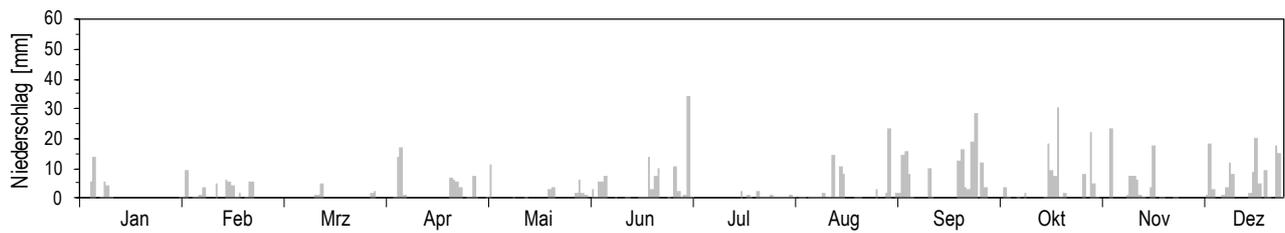
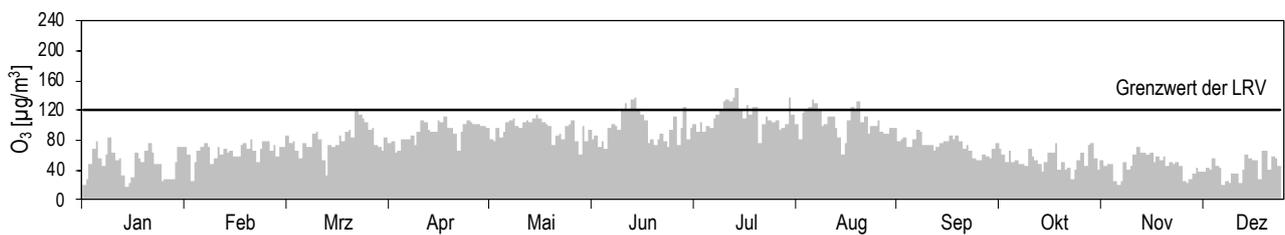
Die Verkehrszahlen wurden durch das Bundesamt für Strassen (ASTRA) erhoben.

## Lausanne-César-Roux (Städtisch, verkehrsbelastet)

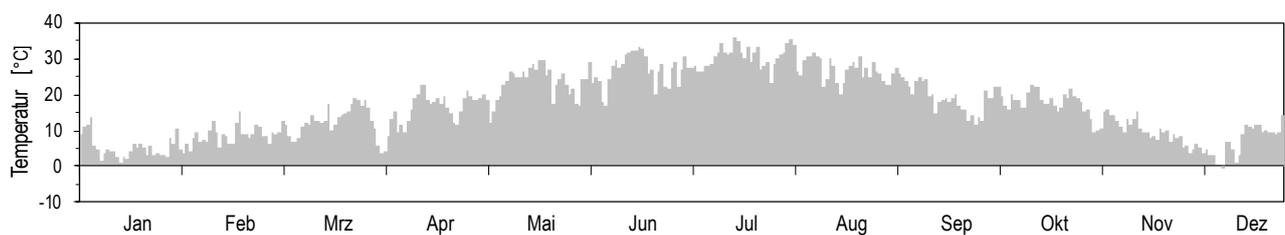
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Lugano-Universität (Städtisch)

Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	3.87	2.78	2.33	1.13	0.56	0.32	0.29	0.30	0.37	0.66	1.15	1.64	1.28
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	6.50	4.24	3.52	2.03	0.94	0.78	0.70	0.62	0.79	0.93	2.17	2.76	6.50
	24h-Mittel > 100 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	37.1	32.5	28.3	18.6	11.8	11.5	10.9	10.4	13.7	19.2	26.7	32.7	21.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	57.1	52.2	39.4	28.7	22.0	24.7	15.6	16.4	22.9	34.3	39.9	45.5	57.1
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	13.7	7.8	2.9	2.0	1.5	1.3	0.9	0.8	2.1	5.3	9.0	15.1	5.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	38.6	30.3	6.3	4.7	3.0	2.6	1.4	2.1	4.8	9.9	21.2	32.7	38.6
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	30.4	23.3	17.1	11.3	7.4	7.0	6.4	6.1	8.9	14.2	21.2	29.2	15.2
	max. 24h-Mittelwert	ppb	59.6	50.0	25.0	18.2	13.9	14.9	9.1	10.3	15.1	25.3	37.3	50.1	59.6
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	28	41	64	76	80	85	107	95	61	29	24	14	59
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	85	88	138	140	151	164	196	165	126	86	69	55	196
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	96	96	146	167	176	190	213	190	140	101	80	68	213
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	32	48	116	123	249	200	21	0	0	0	789
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	3	24	2	0	0	0	0	29
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	0.40	0.33	0.33	0.27	0.22	0.20	0.19	0.18	0.20	0.27	0.32	0.41	0.28
	max. 24h-Mittelwert	mg/m <sup>3</sup>	0.70	0.52	0.42	0.38	0.26	0.26	0.26	0.28	0.25	0.32	0.46	0.55	0.70
	24h-Mittel > 8 mg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH <sub>4</sub>	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	1.42	1.38	1.36	1.38	1.37	1.31	1.31	1.32	1.34	1.37	1.36	1.38	1.36
NMVOC	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	77	64	74	75	47	91	63	57	52	70	70	91	69
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	124	130	120	135	92	139	89	76	72	95	134	126	139
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	22.8	19.3	33.4	14.9	13.6	15.2	14.2	10.8	10.2	20.2	13.5	16.6	17.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	64.3	44.3	60.4	35.2	21.8	26.3	25.9	15.6	17.3	33.5	37.4	32.2	64.3
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	18.4	14.2	24.6	9.6	8.4	8.9	9.2	6.9	6.3	12.8	9.8	13.2	11.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	55.8	39.1	42.6	28.5	13.3	16.5	17.0	10.1	14.2	21.7	32.6	27.9	55.8
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.82	0.59	0.73	0.32	0.26	0.24	0.29	0.27	0.28	0.52	0.53	0.74	0.47
P_Anz	Mittelwerte	1/cm <sup>3</sup>	13333	10068	8049	6989	6671	7193	6219	6122	6831	8513	11190	13418	8713

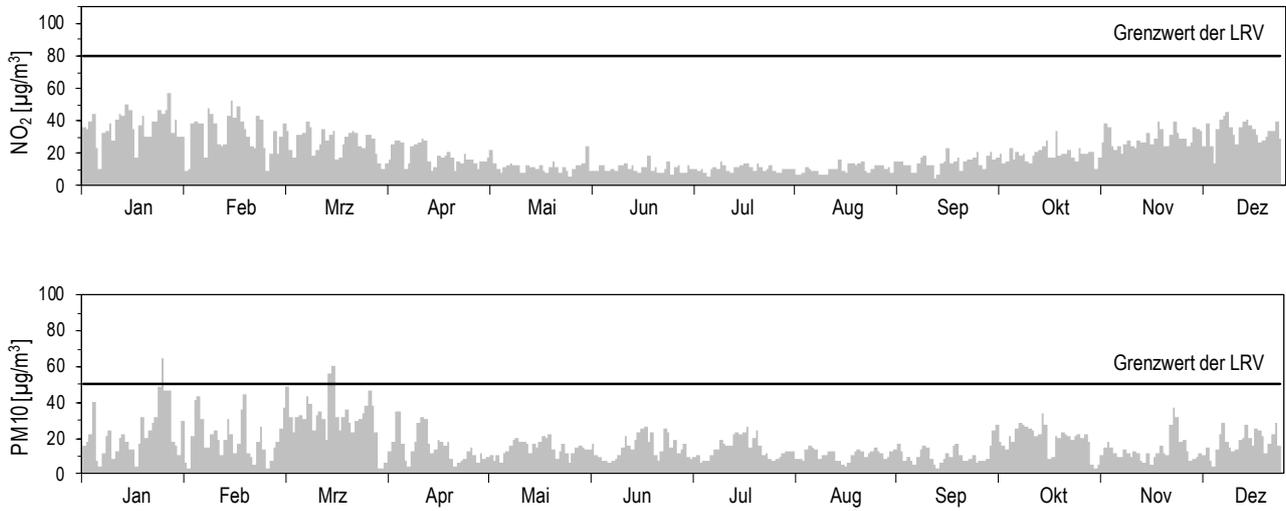
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	5.4	7.1	8.4	12.3	18.6	22.5	25.4	24.0	18.1	15.7	9.7	5.4	14.4
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	444	353	328	112	0	0	0	0	9	9	273	454	1973
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	81	126	160	217	243	272	301	253	179	114	69	48	172
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	59	57	56	62	72	67	58	63	69	85	74	79	67
Niederschlag	Summen	mm	9	17	11	69	70	149	104	86	251	195	64	73	1096
Druck	Mittelwerte	hPa	987	985	988	977	982	981	982	980	978	987	981	981	982

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

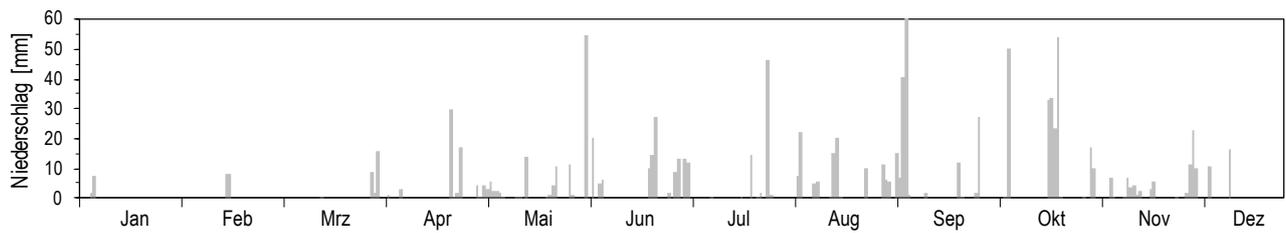
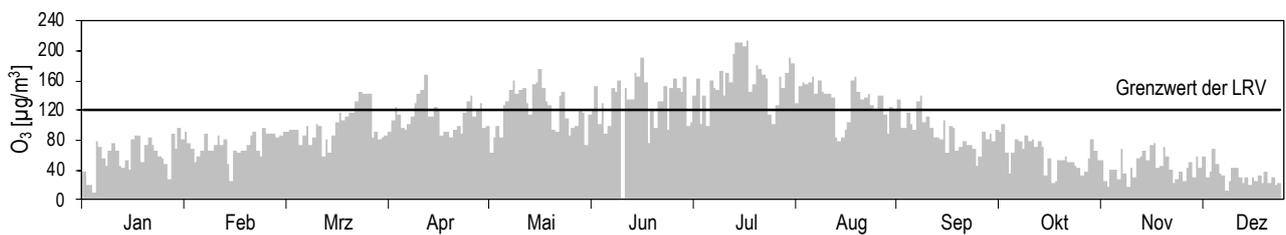
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

## Lugano-Universität (Städtisch)

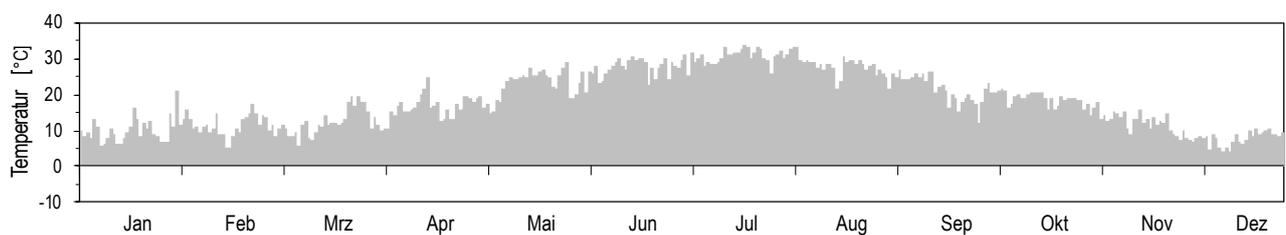
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



## Magadino-Cadenazzo (Ländlich, unterhalb 1000 m)

## Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	1.74	1.44	1.80	1.35	0.73	0.58	0.74	0.48	0.49	0.66	0.84	1.36	1.01
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	3.24	2.77	3.40	2.90	1.30	1.46	1.80	0.97	0.79	0.88	1.81	3.27	3.40
	24h-Mittel > 100 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	25.3	21.1	20.4	12.2	6.8	6.6	6.9	7.3	8.1	12.5	18.4	25.7	14.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	45.6	37.9	31.4	23.1	10.5	14.0	11.7	10.8	13.6	18.2	33.3	36.8	45.6
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	16.3	5.6	1.9	1.1	0.6	0.5	0.5	0.5	1.1	3.5	8.5	15.8	4.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	55.2	23.0	5.6	3.3	0.9	1.1	1.1	1.5	3.2	9.5	26.2	41.1	55.2
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	26.3	15.5	12.2	7.2	4.0	3.9	4.0	4.2	5.2	9.3	16.5	26.1	11.2
	max. 24h-Mittelwert	ppb	68.1	38.3	20.9	14.7	6.1	8.2	6.9	6.8	8.8	17.1	38.4	52.2	68.1
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	27	42	63	74	69	70	87	78	50	21	20	11	51
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	88	91	136	142	143	152	167	148	109	72	69	54	167
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	99	100	144	162	152	180	190	171	141	92	79	67	190
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	35	58	74	70	147	131	5	0	0	0	520
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	25.5	17.7	33.6	14.1	12.9	13.7	14.4	11.0	9.7	17.5	14.4	17.6	16.9
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	63.3	39.1	58.8	33.5	23.5	27.5	27.1	16.0	18.2	24.4	32.7	31.5	63.3
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	19.6	12.6	24.5	9.2	7.9	8.1	9.1	6.7	5.8	10.1	9.7	13.3	11.4
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	51.2	33.0	44.2	26.2	14.8	17.5	17.7	10.0	14.2	18.3	26.5	25.2	51.2
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	1.20	0.64	0.76	0.29	0.23	0.18	0.25	0.25	0.28	0.53	0.75	1.13	0.54
SN	Mittelwerte	mg/(m <sup>2</sup> d)	17	49	27	50	77	-	141	47	102	67	108	15	64

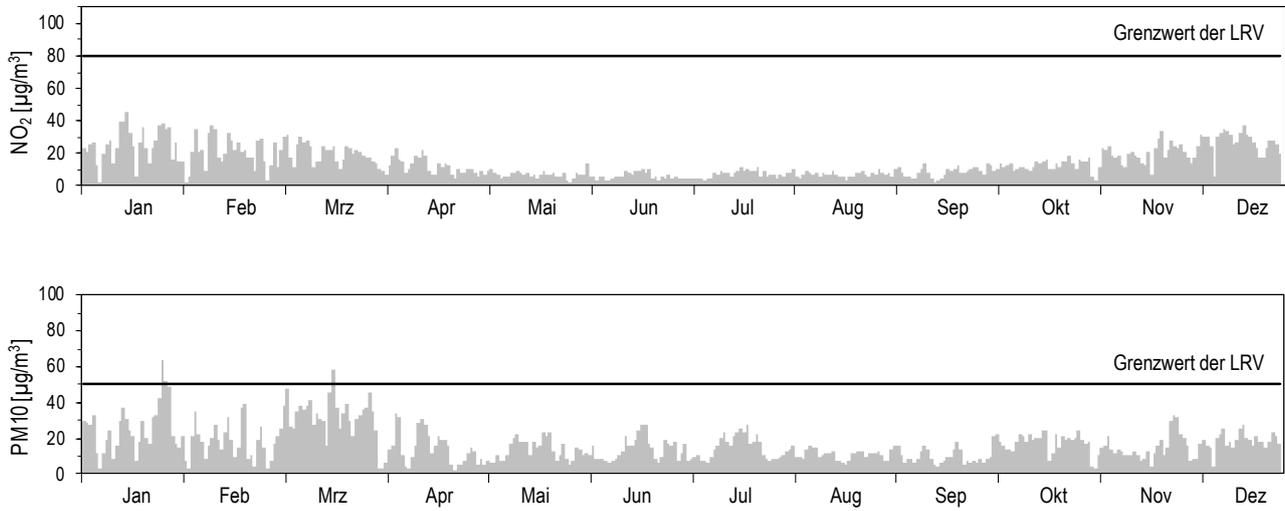
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	2.7	5.5	7.5	12.2	18.5	21.8	24.4	23.0	17.1	14.5	7.5	2.6	13.2
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	536	406	388	141	0	0	0	0	9	9	361	538	2379
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	72	122	155	211	239	265	298	251	170	113	67	44	167
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	67	60	60	61	73	71	64	68	76	87	80	84	71
Niederschlag	Summen	mm	10	18	5	83	106	302	80	117	297	190	60	82	1348
Druck	Mittelwerte	hPa	999	996	1000	988	993	992	993	990	989	998	993	993	994

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

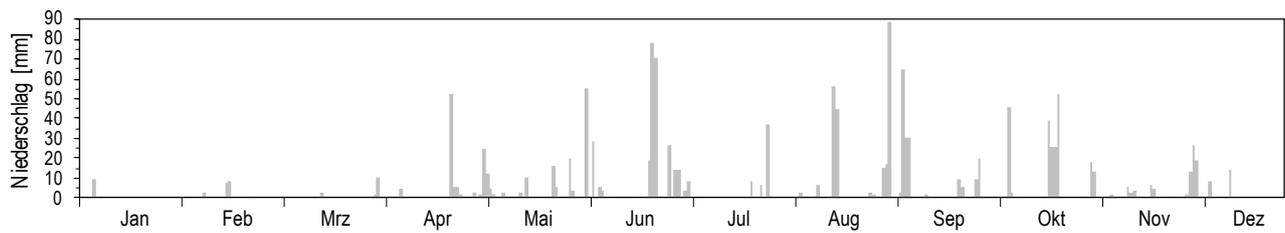
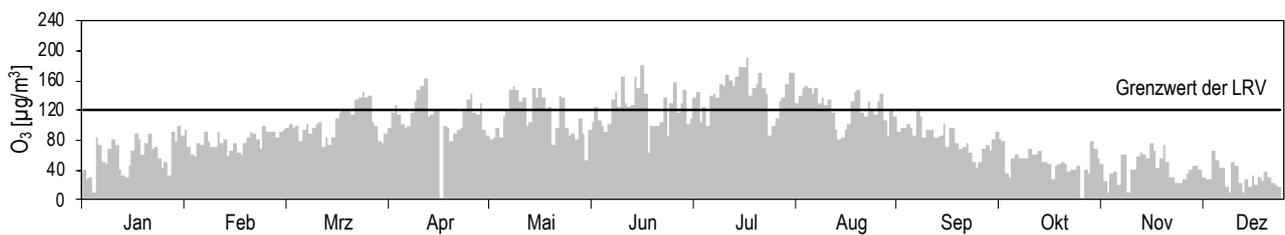
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

## Magadino-Cadenazzo (Ländlich, unterhalb 1000 m)

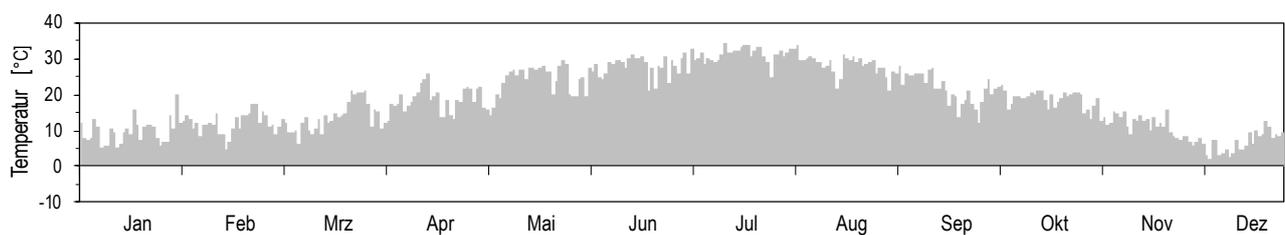
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



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

**Jahresübersicht 2022**

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.16	0.20	0.34	0.40	0.30	0.28	0.27	0.23	0.20	0.22	0.24	0.22	0.25
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	0.43	0.42	0.73	0.65	0.44	0.43	0.42	0.55	0.39	0.34	0.43	0.51	0.73
	24h-Mittel > 100 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	16.1	10.1	16.5	9.0	6.4	6.5	6.3	7.3	6.8	9.5	10.8	16.2	10.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	33.3	22.0	22.7	14.3	8.6	9.5	9.8	10.8	11.4	15.3	17.2	31.4	33.3
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	1.8	1.2	1.6	0.7	0.3	0.3	0.2	0.3	0.7	1.6	1.3	2.9	1.1
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	7.4	4.9	5.1	2.8	1.1	0.8	0.5	0.8	2.5	7.2	8.2	17.3	17.3
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	9.9	6.2	9.9	5.3	3.6	3.6	3.5	4.1	4.2	6.3	6.7	10.8	6.2
	max. 24h-Mittelwert	ppb	21.9	15.4	14.3	9.7	5.0	5.5	5.3	6.1	7.7	13.2	15.1	28.5	28.5
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	38	55	59	69	70	70	84	80	56	30	35	30	56
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	75	82	117	113	112	132	142	134	100	75	72	72	142
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	79	93	126	125	117	147	164	148	108	86	80	78	164
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	10	3	0	48	84	90	0	0	0	0	235
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	0.25	0.20	0.25	0.19	0.16	0.14	0.15	0.15	0.15	0.19	0.20	0.26	0.19
	max. 24h-Mittelwert	mg/m <sup>3</sup>	0.37	0.30	0.30	0.22	0.21	0.18	0.19	0.19	0.18	0.29	0.43	0.42	0.43
	24h-Mittel > 8 mg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	14.0	7.2	25.2	9.1	10.3	13.5	11.4	11.0	7.4	16.0	8.2	13.4	12.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	37.3	15.9	41.9	18.4	16.1	29.3	20.7	19.7	14.1	33.6	22.3	26.3	41.9
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	12.7	5.5	19.7	6.1	6.2	6.8	6.5	7.0	4.8	8.6	6.1	10.3	8.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	35.8	12.9	33.8	14.4	10.8	15.7	12.4	8.6	9.2	19.8	12.6	20.2	35.8
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.44	0.24	0.63	0.24	0.23	0.21	0.22	0.24	0.20	0.41	0.31	0.48	0.32
SN	Mittelwerte	mg/(m <sup>2</sup> d)	6	17	58	52	51	67	107	61	76	40	66	16	51

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	1.1	4.1	6.2	9.0	15.9	19.6	21.5	20.7	14.3	13.3	7.1	3.2	11.4
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	587	446	428	306	37	0	0	0	115	62	379	520	2869
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	61	104	174	213	265	277	308	247	158	100	55	33	167
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	81	74	66	70	69	70	59	65	79	88	86	87	75
Niederschlag	Summen	mm	30	30	13	66	15	95	64	57	207	67	76	96	816
Druck	Mittelwerte	hPa	968	965	964	956	961	960	963	959	958	964	959	958	961

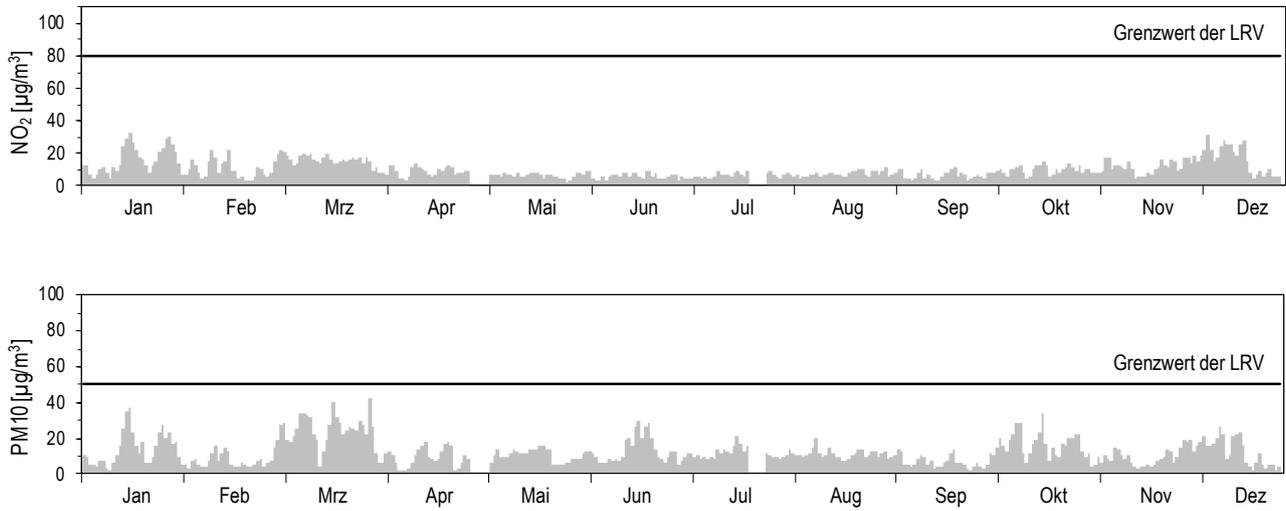
-) keine Messwerte vorhanden,

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

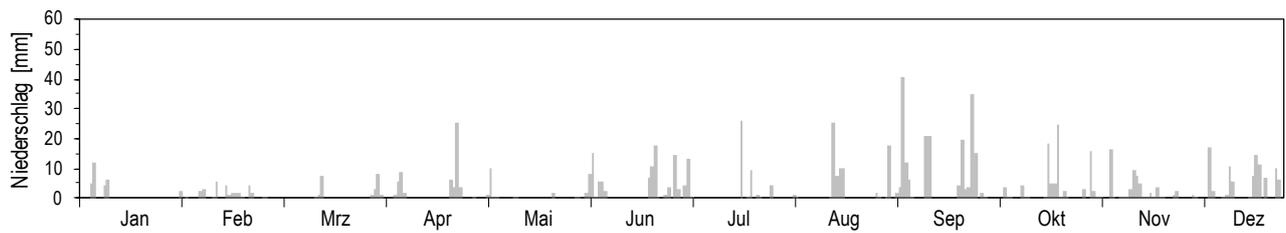
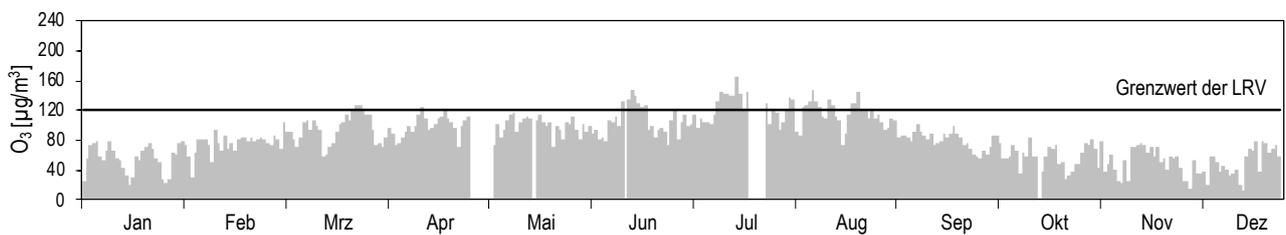
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

## Payerne (Ländlich, unterhalb 1000 m)

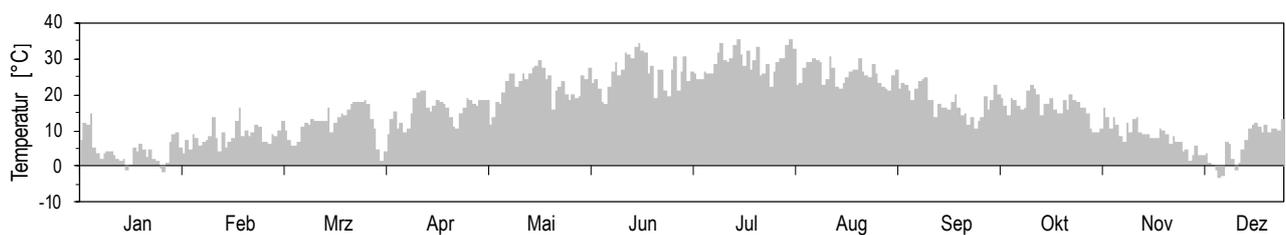
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Rigi-Seebodenalp (Ländlich, oberhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.21	0.19	0.49	0.30	0.05	0.24	0.24	0.18	0.25	0.15	0.22	0.26	0.23
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	0.38	0.42	0.88	0.77	0.27	0.77	0.63	0.43	0.50	0.37	0.59	0.40	0.88
	24h-Mittel > 100 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	4.2	3.0	10.1	5.1	3.2	2.7	3.2	3.0	3.0	2.8	2.7	7.4	4.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	10.8	7.9	14.6	8.2	5.4	4.4	5.5	4.1	6.5	6.0	8.5	28.8	28.8
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.3	0.2	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.7	0.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	1.2	0.7	1.2	0.7	0.4	0.3	0.3	0.2	0.6	0.5	0.9	6.3	6.3
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	2.4	1.7	5.6	2.9	1.8	1.5	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	4.4	2.4
	max. 24h-Mittelwert	ppb	6.6	4.5	8.6	4.7	3.0	2.5	3.0	2.3	3.9	3.4	4.5	20.1	20.1
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	72	79	89	88	91	93	103	99	76	63	64	52	81
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	91	102	129	123	121	137	149	136	101	84	79	82	149
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	94	107	134	140	141	152	160	151	106	90	89	87	160
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	52	18	19	72	142	105	0	0	0	0	408
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	0.17	0.17	0.22	0.18	0.16	0.14	0.14	0.15	0.13	0.13	0.14	0.19	0.16
	max. 24h-Mittelwert	mg/m <sup>3</sup>	0.21	0.2	0.29	0.22	0.19	0.17	0.19	0.16	0.16	0.16	0.21	0.36	0.36
	24h-Mittel > 8 mg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	4.3	3.1	20.3	7.9	8.4	10.9	10.6	8.8	5.1	9.5	2.6	4.5	8.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	11.3	8.7	32.3	20.4	15.4	30.7	20.1	14.7	14.4	21.4	18.0	17.4	32.3
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	3.9	2.6	14.5	5.5	5.3	6.2	7.2	6.9	3.9	5.5	1.8	4.9	5.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	10.0	7.6	25.8	13.4	9.5	14.0	14.5	9.6	8.1	11.5	8.9	21.2	25.8
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.14	0.10	0.48	0.19	0.17	0.14	0.17	0.14	0.10	0.11	0.06	0.09	0.16
P_Anz	Mittelwerte	1/cm <sup>3</sup>	1781	2309	3305	3334	4063	3950	4094	3166	3081	2219	2178	1499	2914
SN	Mittelwerte	mg/(m <sup>2</sup> d)	3	8	22	44	43	52	55	36	32	37	19	6	30

Meteorologische Messgrössen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	0.6	2.2	5.3	6.4	13.5	17.5	18.7	18.0	12.1	13.4	5.8	1.6	9.6
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	602	498	454	380	136	10	9	0	178	99	427	562	3343
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	56	84	171	195	226	252	290	222	135	92	49	28	150
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	74	73	59	77	77	74	68	74	83	74	75	84	74
Niederschlag	Summen	mm	30	40	28	112	105	213	109	194	232	84	92	100	1339
Druck	Mittelwerte	hPa	905	902	902	896	902	901	905	901	898	904	898	896	901

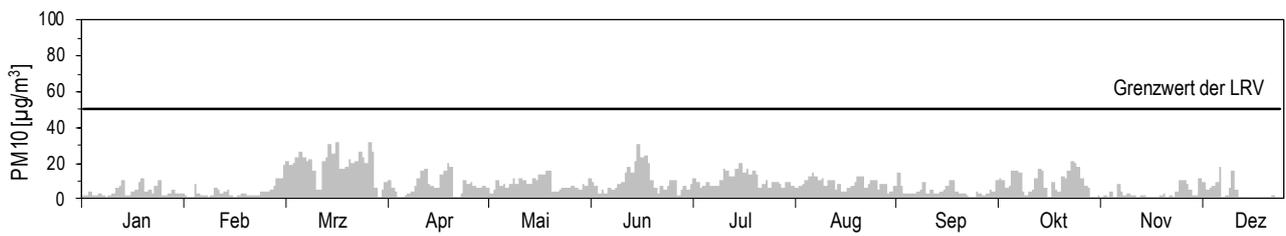
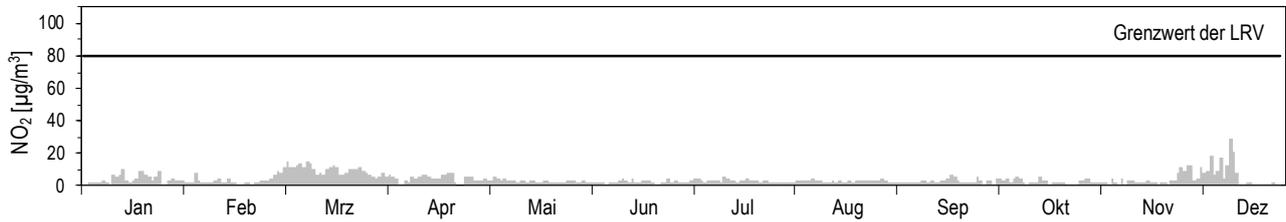
-) keine Messwerte vorhanden,

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

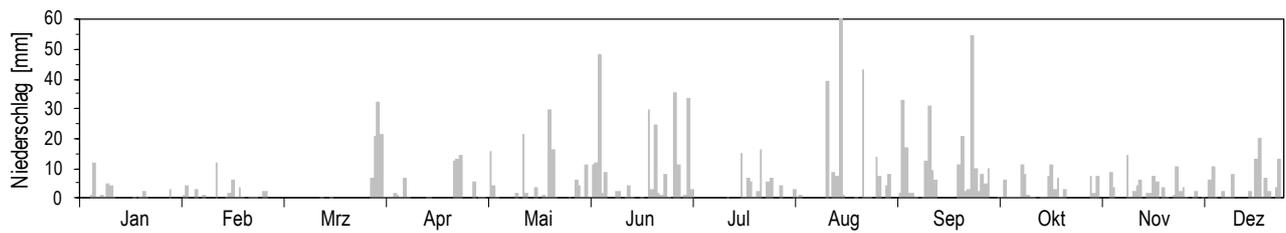
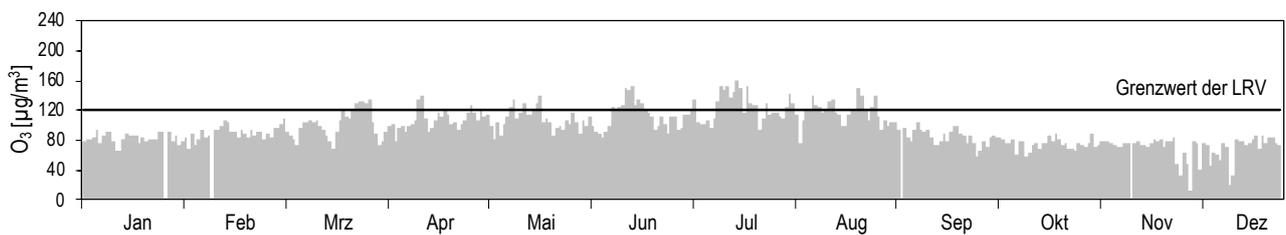
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

## Rigi-Seebodenalp (Ländlich, oberhalb 1000 m)

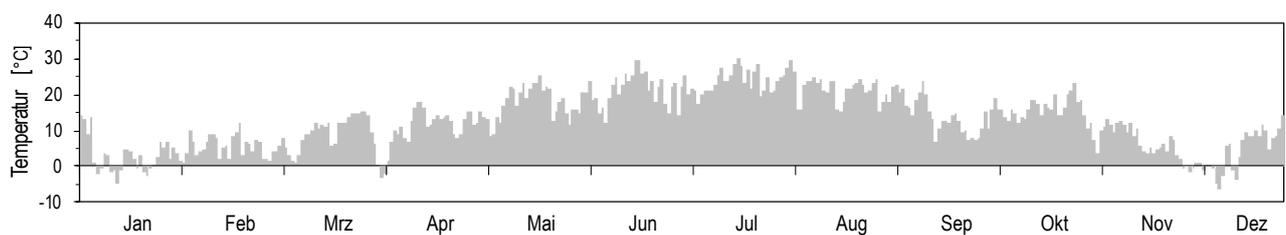
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Sion-Aéroport-A9 (Ländlich, Autobahn)

Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	50.8	35.6	31.5	19.3	14.1	14.3	14.1	15.7	16.7	24.4	33.5	40.3	25.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	66.1	54.3	45.1	35.2	21.1	21.5	24.6	25.6	27.3	35.5	46.6	59.3	66.1
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	35.9	17.0	10.5	6.0	3.7	3.8	2.6	3.3	6.8	17.6	25.9	37.2	14.2
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	63.1	39.4	22.8	18.2	7.3	10.0	4.4	7.1	15.0	40.5	49.2	94.9	94.9
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	55.4	32.2	24.9	14.9	10.4	10.5	9.5	10.8	14.2	26.9	38.3	50.9	24.9
	max. 24h-Mittelwert	ppb	85.1	58.1	41.9	33.0	15.9	19.3	16.3	17.2	25.5	51.0	63.8	100.5	100.5
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	15	35	53	62	68	63	78	71	50	19	15	8	45
	98 %-Wert der 1/2h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	62	81	110	111	115	126	136	127	96	63	57	40	136
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	76	92	123	117	127	145	146	135	104	87	72	61	146
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	1	0	6	30	68	31	0	0	0	0	136
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	24.3	18.4	28.0	13.3	14.9	18.1	16.0	14.7	12.1	18.4	16.0	18.6	17.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	36.4	41.1	66.5	23.0	26.1	46.4	28.7	26.9	22.8	33.0	32.4	37.6	66.5
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	14.4	7.8	14.1	5.8	6.0	7.3	7.8	7.6	5.3	7.8	7.2	10.1	8.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	26.3	18.9	32.9	12.1	9.6	14.5	14.4	15.2	8.4	11.7	14.6	20.3	32.9

Meteorologische Messgrössen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	-0.5	4.1	8.0	10.9	18.0	21.2	23.6	22.0	15.9	13.8	6.5	2.7	12.2
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	636	445	365	180	9	0	0	0	43	18	406	537	2630
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	66	110	182	225	284	277	318	250	186	116	66	42	177
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	76	65	49	60	59	61	54	61	68	78	79	82	66
Niederschlag	Summen	mm	12	26	7	28	30	49	33	36	46	78	52	90	486
Druck	Mittelwerte	hPa	969	966	964	956	961	960	963	959	958	966	960	959	962

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.

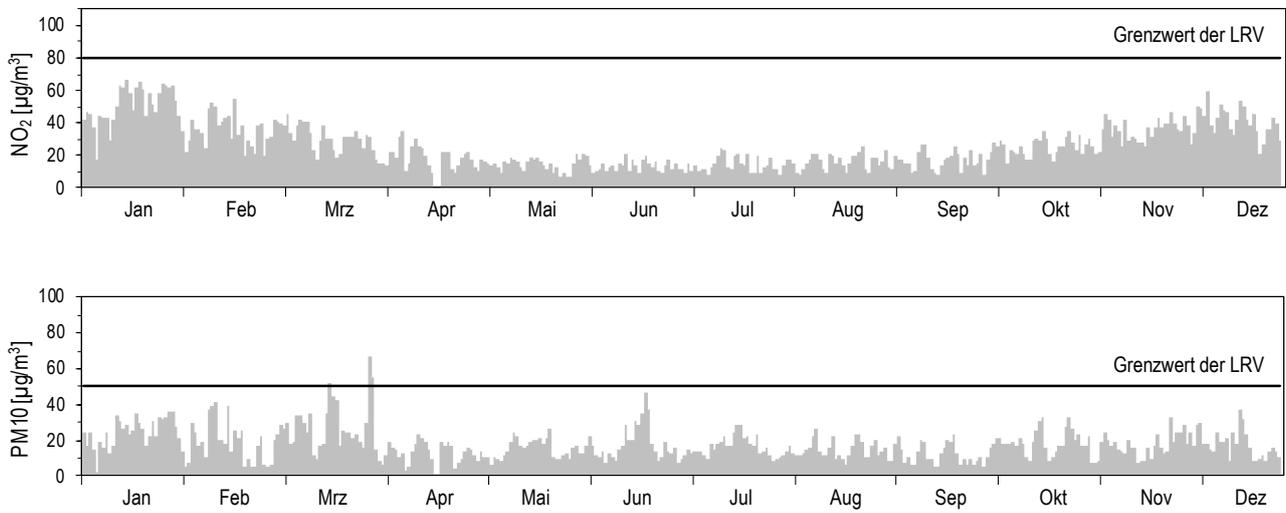
Verkehr		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Verkehrszähler	Fz/Tag	-	-	-	45658	45029	44917	44661	46828	48146	46756	44663	44328	45665*

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

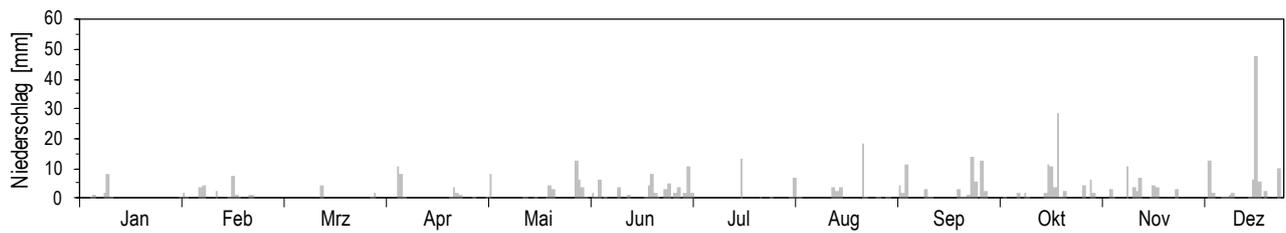
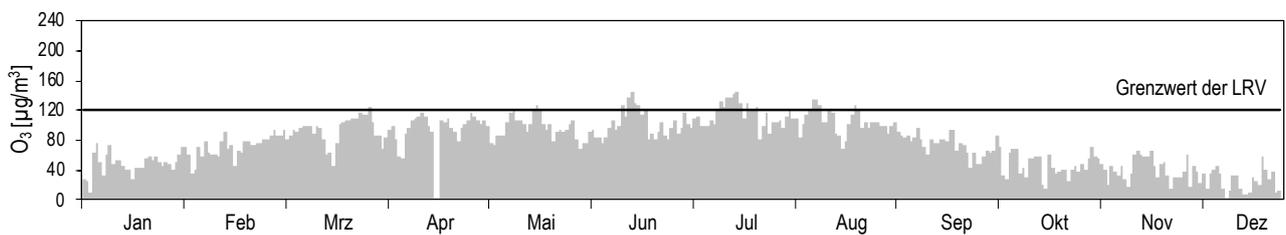
Die Verkehrszahlen wurden durch das Bundesamt für Strassen (ASTRA) erhoben.

## Sion-Aéroport-A9 (Ländlich, Autobahn)

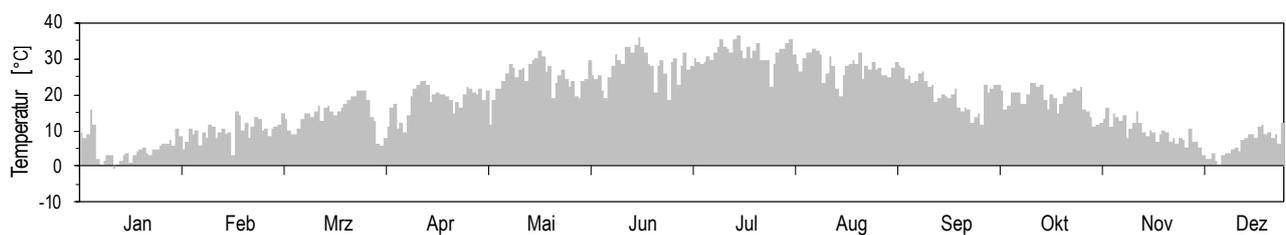
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Tänikon (Ländlich, unterhalb 1000 m)

Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	14.3	8.6	14.9	8.7	6.4	5.8	6.2	7.5	6.3	8.8	10.7	16.0	9.6
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	30.6	23.2	24.7	14.4	10.2	9.0	9.2	10.6	10.9	15.8	19.1	31.3	31.3
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	2.4	1.2	2.4	1.0	1.0	0.8	0.6	0.8	1.0	2.6	2.8	4.6	1.8
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	12.9	6.4	7.0	2.6	2.1	1.4	1.1	1.8	3.7	11.8	13.2	38.2	38.2
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	9.4	5.4	9.8	5.3	4.1	3.6	3.7	4.6	4.1	6.7	7.9	12.1	6.4
	max. 24h-Mittelwert	ppb	26.4	17.3	16.9	9.5	6.2	5.8	5.6	6.5	8.3	17.7	20.6	47.0	47.0
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	44	61	57	70	70	72	84	76	55	31	35	31	57
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	76	85	124	115	119	136	145	141	94	76	71	80	145
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	82	90	136	135	128	158	165	160	105	92	80	85	165
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	21	9	15	52	125	75	0	0	0	0	297
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	13.1	6.5	25.3	9.2	9.3	11.6	10.9	10.5	7.8	16.1	9.1	13.1	12.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	30.5	15.8	41.9	22.0	15.4	30.3	18.3	15.1	16.1	30.9	24.8	31.9	41.9
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	11.6	4.6	18.5	6.5	5.8	6.2	6.6	6.8	4.7	7.5	5.7	10.7	8.0
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	28.3	12.9	31.4	18.6	11.8	13.8	11.8	9.9	9.2	15.8	12.5	28.4	31.4

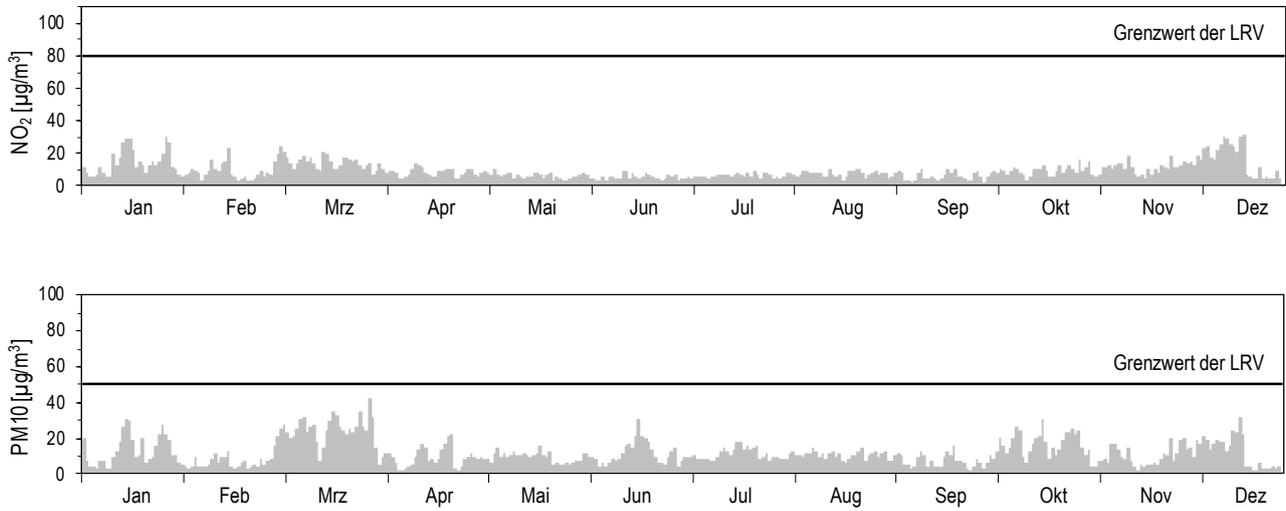
Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	1.3	4.1	5.1	8.2	15.4	19.0	20.4	19.4	13.7	12.8	6.6	2.5	10.8
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	581	445	463	336	71	0	0	0	128	76	393	535	3019
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	53	90	171	195	239	262	280	229	144	90	49	30	153
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	81	73	65	71	71	72	63	72	80	87	86	87	76
Niederschlag	Summen	mm	59	69	18	127	96	135	47	143	153	76	82	113	1117
Druck	Mittelwerte	hPa	962	958	958	951	956	955	958	955	952	959	953	952	956

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

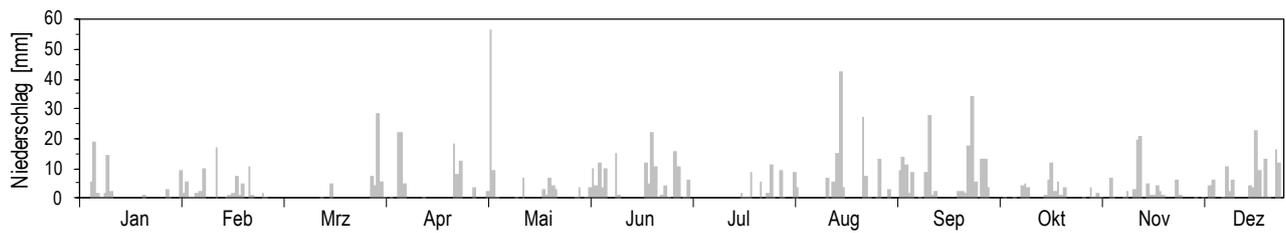
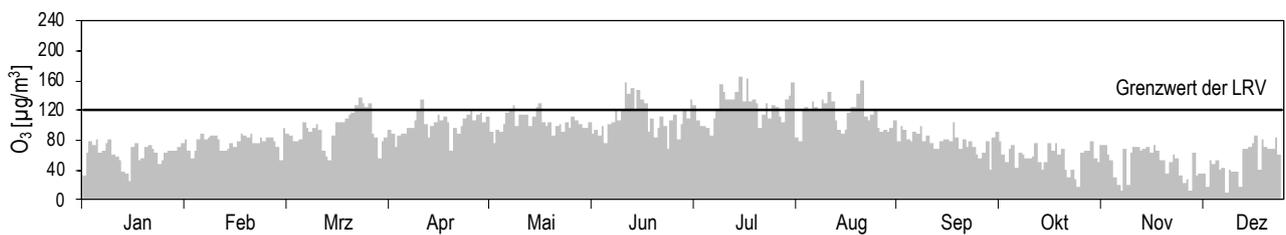
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

## Tänikon (Ländlich, unterhalb 1000 m)

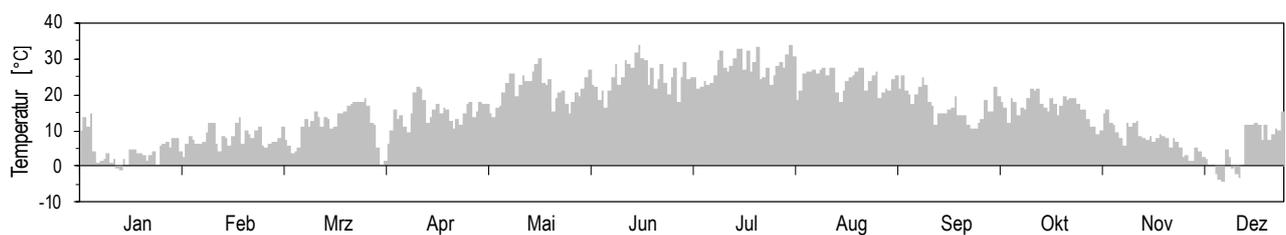
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



Zürich-Kaserne (Städtisch)

Jahresübersicht 2022

Luftschadstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
SO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.80	0.72	1.19	0.56	0.47	0.44	0.56	0.46	0.38	0.61	0.61	0.78	0.63
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	2.67	1.92	2.23	1.12	0.72	0.96	0.81	0.79	0.74	1.20	1.90	1.89	2.67
	24h-Mittel > 100 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO <sub>2</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	28.5	21.3	34.7	17.5	14.4	13.2	12.6	13.6	15.6	23.0	24.9	28.9	20.7
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	55.3	51.0	60.8	40.5	28.7	19.5	19.8	21.5	29.6	36.6	39.9	50.3	60.8
	24h-Mittel > 80 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NO	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	8.3	3.8	6.0	1.9	1.1	1.0	0.7	0.9	1.6	8.7	8.4	8.8	4.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	38.5	22.1	20.1	6.9	2.9	3.3	2.1	2.5	5.7	34.2	34.2	50.9	50.9
NO <sub>x</sub>	Mittelwerte	ppb	21.6	14.2	23.0	10.7	8.5	7.7	7.2	7.8	9.4	19.0	19.8	22.2	14.3
	max. 24h-Mittelwert	ppb	59.2	44.4	47.0	26.2	17.2	11.9	11.9	12.8	20.0	45.8	45.3	65.7	65.7
O <sub>3</sub>	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	34	51	53	70	74	76	88	83	56	26	28	24	55
	98 %-Wert der ½h-Mittel	µg/m <sup>3</sup>	73	81	123	114	117	141	144	138	98	74	66	71	144
	max. 1h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	78	86	136	136	130	162	172	159	111	87	77	81	172
	1h-Mittel > 120 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	20	6	7	52	112	75	0	0	0	0	272
	1h-Mittel > 180 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1h-Mittel > 240 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Std.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	0.29	0.24	0.30	0.23	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.27	0.26	0.31	0.24
	max. 24h-Mittelwert	mg/m <sup>3</sup>	0.52	0.35	0.40	0.32	0.25	0.25	0.32	0.25	0.27	0.53	0.47	0.48	0.53
	24h-Mittel > 8 mg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH <sub>4</sub>	Mittelwerte	mg/m <sup>3</sup>	1.42	1.37	1.41	1.36	1.35	1.34	1.35	1.37	1.36	1.43	1.40	1.42	1.38
NMVOC	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	51	38	63	38	45	52	64	48	38	66	56	49	51
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	135	91	99	82	74	192	235	72	79	161	120	112	235
PM10	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	19.7	7.6	28.6	11.0	11.6	13.1	13.2	11.8	8.5	19.2	11.2	14.9	14.3
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	78.4	16.9	44.0	23.5	17.4	32.0	25.5	18.3	19.3	34.1	33.9	29.5	78.4
	24h-Mittel > 50 µg/m <sup>3</sup>	Anz. Tage	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	17.2	4.2	20.6	7.2	7.1	7.0	7.7	7.1	5.6	10.1	7.4	12.0	9.5
	max. 24h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	77.3	13.2	32.6	19.5	12.2	15.4	14.5	10.5	10.3	20.8	19.6	25.0	77.3
EBC PM2.5	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.51	0.28		0.30	0.29	0.24	0.31	0.31	0.28	0.54	0.44	0.54	0.39
SN	Mittelwerte	mg/(m <sup>2</sup> d)	17	34	96	77	68	49	85	48	44	37	40	21	51

Meteorologische Messgrößen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Temperatur	Mittelwerte	°C	3.1	5.9	8.7	10.9	18.1	21.7	23.6	22.6	16.2	15.1	8.8	4.0	13.3
	Heizgradtagzahl <sup>1)</sup>	(°C*d)	517	396	318	198	0	0	0	0	45	17	325	487	2294
Globalstrahlung	Mittelwerte	W/m <sup>2</sup>	60	95	161	170	232	264	289	234	146	94	48	29	153
Feuchtigkeit	Mittelwerte	% r.F.	79	70	52	62	61	63	52	61	72	84	83	86	69
Niederschlag	Summen	mm	43	58	21	93	58	117	50	69	110	72	78	89	857
Druck	Mittelwerte	hPa	978	974	974	966	970	969	973	969	967	974	969	968	971

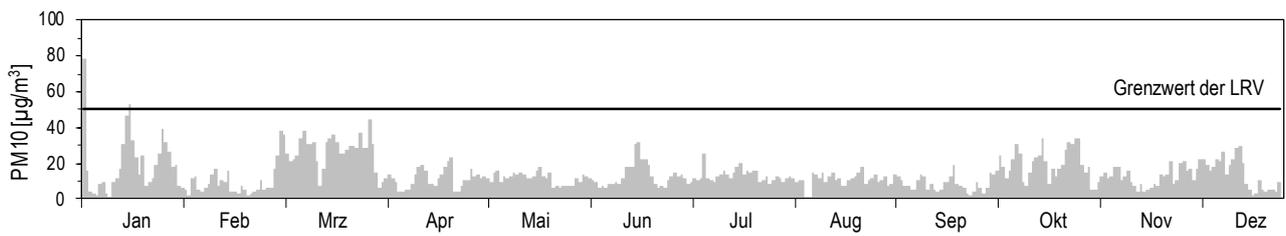
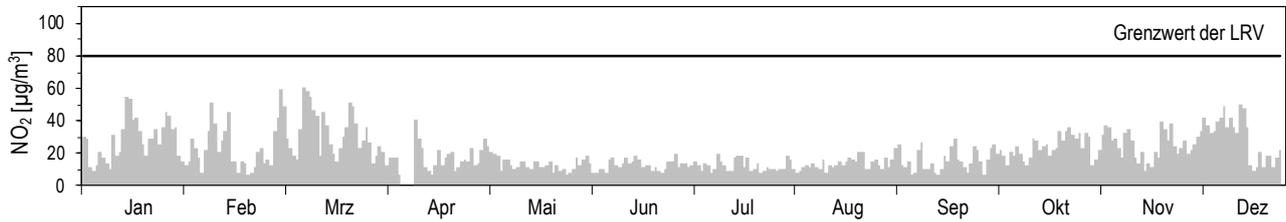
-) keine Messwerte vorhanden,

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

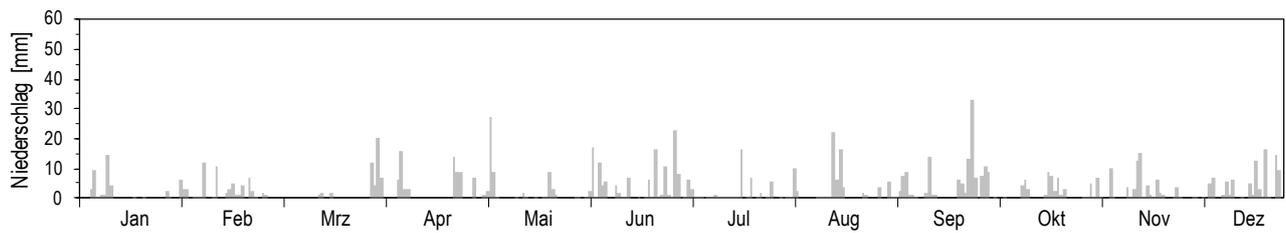
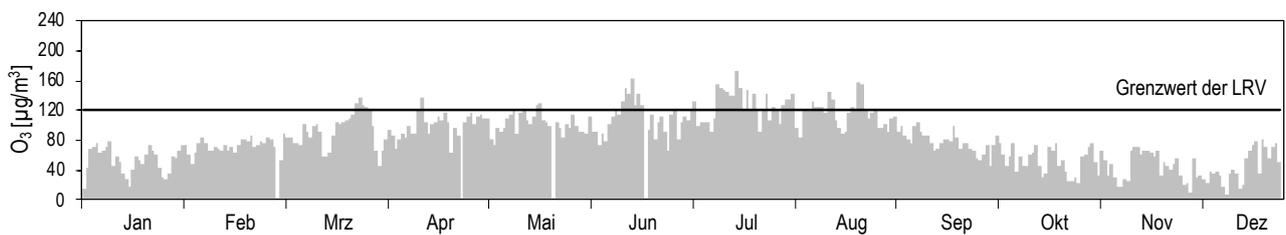
Die meteorologischen Daten wurden durch die MeteoSchweiz erhoben.

## Zürich-Kaserne (Städtisch)

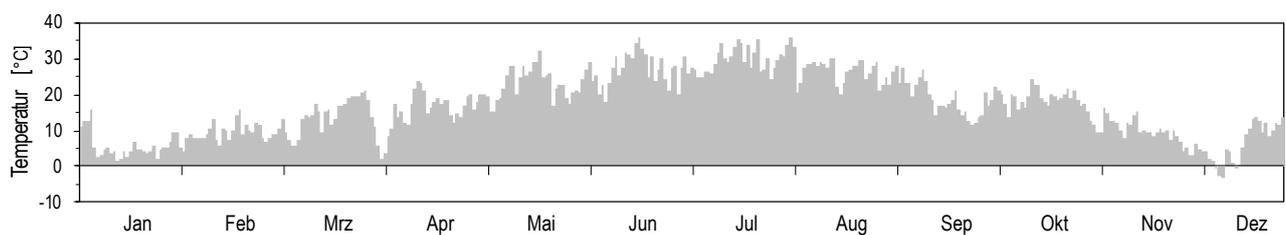
## Jahresübersicht 2022

Tagesmittelwerte für NO<sub>2</sub> und PM<sub>10</sub>

## Niederschlagssumme pro Tag

Maximales Stundenmittel pro Tag für O<sub>3</sub>

## Maximales Stundenmittel der Temperatur pro Tag



# 16 VOC-Messwerte

## Bern-Bollwerk (Städtisch, verkehrsbelastet)

## Jahresübersicht 2022

Aromatische Verbindungen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Benzol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.62	0.41	0.62	0.34	0.33	0.30	0.30	0.32	0.31	0.46	0.52	0.64	0.44
Toluol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	1.08	0.71	1.13	0.69	1.14	1.17	1.25	1.44	1.28	1.92	1.45	1.12	1.20
Ethylbenzol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.11	0.11	0.14	0.06	0.11	0.11	0.13	0.15	0.17	0.23	0.17	0.13	0.14
m/p-Xylol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.41	0.40	0.49	0.24	0.42	0.43	0.46	0.57	0.60	0.81	0.62	0.48	0.50
o-Xylol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.12	0.13	0.16	0.07	0.12	0.12	0.14	0.17	0.19	0.23	0.19	0.15	0.15
Umrechnungsfaktoren (F):		[ppb] * F = [µg/m <sup>3</sup> ]													
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 2022

Aromatische Verbindungen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Benzol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.54	0.38	0.63	0.37	0.19	0.11	0.10	0.14	0.16	0.21	0.34	0.68	0.32
Toluol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.59	0.32	0.65	0.46	0.31	0.35	0.33	0.35	0.29	0.49	0.49	0.57	0.43
Ethylbenzol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.05	0.02	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.07	0.05	0.06	0.05
m/p-Xylol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.15	0.05	0.15	0.13	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.19	0.14	0.17	0.13
o-Xylol	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.06	0.02	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05	0.08	0.06	0.07	0.05
Umrechnungsfaktoren (F):		[ppb] * F = [µg/m <sup>3</sup> ]													
F_Benzol = 3,25		F_Toluol = 3,83	F_Ethylbenzol = 4,41				F_m/p-Xylol = 4,41				F_o-Xylol = 4,41				

Gesättigte Kohlenwasserstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Ethan	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	2.73	2.88	3.37	2.90	1.69	1.22	1.04	0.95	1.02	1.23	1.83	2.77	1.96
Propan	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	1.91	1.81	2.00	1.30	0.57	0.47	0.50	0.52	0.52	0.77	1.15	1.93	1.12
n-Butan	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	1.04	0.81	1.03	0.59	0.39	0.41	0.41	0.42	0.35	0.59	0.73	1.21	0.67
n-Pentan	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.43	0.29	0.56	0.34	0.28	0.25	0.25	0.25	0.19	0.32	0.30	0.56	0.34
n-Hexan	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.12	0.08	0.10	0.07	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03	0.06	0.07	0.13	0.07
Isobutan	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.54	0.42	0.58	0.32	0.18	0.18	0.19	0.19	0.17	0.28	0.36	0.64	0.34
Isopentan	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.66	0.43	0.68	0.42	0.40	0.47	0.47	0.49	0.37	0.61	0.56	0.72	0.53
Σ Isohexane	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.48	0.34	0.48	0.34	0.30	0.32	0.29	0.30	0.26	0.40	0.41	0.56	0.37
Σ Isoheptane	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.29	0.15	0.29	0.16	0.15	0.15	0.15	0.16	0.15	0.26	0.27	0.40	0.22
Umrechnungsfaktoren (F):		[ppb] * F = [µg/m <sup>3</sup> ]													
F_Ethan = 1,25		F_Propan = 1,83	F_n-Butan = 2,42				F_n-Pentan = 3,00				F_n-Hexan = 3,58				
F_Isobutan = 2,42		F_Isopentan = 3,00	F_Summe Isohexane = 3,58				F_Summe Isoheptane = 4,17								

Ungesättigte Kohlenwasserstoffe			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Ethen	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	1.05	0.52	0.81	0.39	0.26	0.22	0.21	0.26	0.32	0.48	0.67	1.35	0.56
Propen	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.18	0.09	0.12	0.07	0.06	0.04	0.04	0.04	0.04	0.07	0.11	0.23	0.09
Σ Butene	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ Pentene	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethin	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.64	0.47	0.75	0.40	0.22	0.15	0.15	0.18	0.21	0.31	0.47	0.82	0.40
Isopren	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.02	0.01	0.01	0.02	0.07	0.14	0.15	0.20	0.10	0.07	0.04	0.03	0.07
1,3-Butadien	Mittelwerte	µg/m <sup>3</sup>	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.06	0.02
Umrechnungsfaktoren (F):		[ppb] * F = [µg/m <sup>3</sup> ]													
F_Ethen = 1,17		F_Propen = 1,75	F_Summe Butene = 2,33				F_Summe Pentene = 2,92				F_Ethin = 1,08				
F_Isopren = 2,83		F_1,3-Butadien = 2,25													

-) keine Messwerte vorhanden

**Dübendorf-Empa (Vorstädtisch)****Jahresübersicht 2022**

Aromatische Verbindungen			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Benzol	Mittelwerte	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.73	0.46	0.72	0.32	0.24	0.19	0.17	0.18	0.20	0.55	0.47	0.68	0.41
Toluol	Mittelwerte	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.83	1.32	2.04	0.74	1.14	1.02	1.29	1.14	1.29	2.62	1.82	1.86	1.53

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



# Anhang

**Anhang A1: Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung**

**Anhang A2: Standortcharakterisierung**

**Anhang A3: NABEL-Messprogramm**

**Anhang A4: Messverfahren**

**Anhang A5: Masseinheiten und statistische Masszahlen**

**Anhang A6: Homogenisierung von Messreihen der Station Bern**

## Anhang A1: Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung

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

**Tab. 25: Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung**

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

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

## Anhang A2: Standortcharakterisierung

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

**Tab. 26: Standorte der Messstationen NABEL**

Ort; Höhe über Meer; Koordinaten	Standorttyp	Nähere Beschreibung
Basel-Binningen 316 m ü. M. 2°610'890/1°265'605; 47°32'28"/7°35'00"	Vorstädtisch	Gelände des ehemaligen astronom. Instituts der Universität, Parkgelände; unmittelbare Umgebung wenig überbaut, wenig Verkehr, Entfernung zum Stadtzentrum 2 km, zur Grossindustrie 4–6 km.
Bern-Bollwerk 536 m. ü. M. 2°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 Blosenberg 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 Seenniveau; 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
Jungfrauoch 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 Jungfrauoch, (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.
Payeme 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	Zeughaus Hof Kaserne, zentrale Lage in Hinterhof-Situation der City; Quartier mit hohem Wohnanteil, Kleingewerbe und Geschäfte, keine Hauptverkehrsachse in unmittelbarer Nähe.

Anhang A3: NABEL-Messprogramm

Tab. 27: NABEL-Messprogramm (Stand 1. Januar 2022)

			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 <sub>2</sub> )	X					X	X	X		X	X	X	X			X
Stickoxide (NO <sub>x</sub> , NO <sub>2</sub> , NO)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NO <sub>2</sub> selektive Methoden			X					X				X	X			
Lachgas (N <sub>2</sub> O)			X					X								
Ozon (O <sub>3</sub> )	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 <sub>2</sub> )			XB				X	X				X	X			
Methan (CH <sub>4</sub> )			XB			X	X	X		X						X
Nichtmethankohlenwasserstoffe						X				X						X
BTX (Benzol, Toluol, Xylol)		S	S			S										
VOC Komponenten <sup>1)</sup>			S					S								
Halogenierte Verbindungen <sup>1)</sup>								S								
Schwefelhexafluorid (SF <sub>6</sub> )								S								
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )			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 <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> im PM10								M		M		T	T			
Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> 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 <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> (Regen)											W	T	W			
Cl <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (Regen)											W	T	W			
Σ(NH <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ); Σ(HNO <sub>3</sub> + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )												T	T			
NH <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , HNO <sub>3</sub> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			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

<sup>1)</sup> Einzelkomponenten siehe Technischer Bericht des NABEL (Empa und BAFU)

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

## Anhang A4: Messverfahren

Tab. 28: Messmethoden und Geräte (Stand 2022)

Luftfremdstoffe	Zeitliche Erfassung (MW)	Messmethode*	Anmerkung
Stickoxide (NO und NO <sub>2</sub> )	Zehnminutenmittelwerte	Chemilumineszenz	Überprüfung vom Konverterwirkungsgrad: Gasphasentitration gemäss CEN Norm EN 14211
Stickoxid (NO <sub>2</sub> )	Zehnminutenmittelwerte	Cavity Attenuated Phase Shift Spectroscopy (CAPS)	
Ozon (O <sub>3</sub> )	Zehnminutenmittelwerte	UV-Absorption	Funktionskontrolle mit O <sub>3</sub> -Generator gemäss CEN Norm EN 14625
Nichtmethankohlenwasserstoffe (NMHC)	Zehnminutenmittelwerte	FID-Detektor	Cutter-Überprüfung mit Propan
Methan (CH <sub>4</sub> )	Zehnminutenmittelwerte	FID-Detektor oder CRDS	
VOC	Standortsabhängig	FID- oder PID-Detektor	
Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> )	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 <sub>2</sub> )	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 <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (Feinstaub, PM10)	Monats-/Tagesmittelwerte	Ionenchromatographie	
Pb, Cd, Ni, As, Cu (Feinstaub PM10)	Jahresmittelwert	ICP-MS	Salpetersäureaufschluss in Mikrowellenofen
Staubniederschlag (SN)	Quartalssammelprobe/Jahresmittelwert	Staubniederschlag nach Bergerhoff-Methode	gemäss VDI 2119/2
Pb, Cd, Zn, Tl, Cu, As, Ni (SN)	Quartalssammelprobe/Jahresmittelwert	ICP-MS	offener Salpetersäureaufschluss
Regeninhaltsstoffe	Wochen-/Tagesmittelwerte	Ionenchromatographie	
Σ (HNO <sub>3</sub> + NO <sub>3</sub> ) Σ (NH <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Tagesmittelwerte	Ionenchromatographie	Filtermethode
Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> (Schwebstaub, TSP)	Tagesmittelwerte	Ionenchromatographie	Filtermethode
NH <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; HNO <sub>3</sub> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2-Wochen-Mittel	Ionenchromatografie	Minidenuer (MD) - System
Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	Zehnminutenmittelwerte	Cavity Ring-Down Spectroscopy (CRDS)	
N <sub>2</sub> O	Zehnminutenmittelwerte	Off-axis integrated Cavity output spectroscopy (OA-ICOS) CRDS	
Partikelanzahl	Zehnminutenmittelwerte	Condensation Particle Counter (CPC)	
Partikelgrößenverteilung	Zehnminutenmittelwerte	Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS)	
OC/EC	Tagesmittelwerte	Thermisch-optische Methode (TOT)	DIN EN 16909
BC	Zehnminutenmittelwerte	Multi Angle Absorption Photometer oder Aethalometer	
PAK	Quartal	GC/MS	CEN Norm EN 15549

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

## Anhang A5: Umrechnungsfaktoren der Konzentrationen

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

**Tab. 29: Umrechnungsfaktoren für Konzentrationswerte von ppb in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

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

## Anhang A6: Homogenisierung von Messreihen der Station Bern

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

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

- $\text{NO}_x$ : 0,71 (berücksichtigter Zeitraum: 23.7. 1991 bis 22.7.2003)
- $\text{NO}_2$ : 0,87 (berücksichtigter Zeitraum: 23.7. 1991 bis 22.7.2003)
- $\text{O}_3$ : 1,2 (berücksichtigter Zeitraum: 23.7. 1992 bis 22.7.2002)

Das Stickstoffmonoxid  $\text{NO}$  wurde als Differenz der korrigierten  $\text{NO}_x$  und  $\text{NO}_2$  Werte berechnet. Für  $\text{CO}$  und  $\text{SO}_2$  wich der Faktor nur wenig von 1 ab und es wurde deshalb für diese beiden Messgrössen keine Korrektur vorgenommen.