



UMWELTFACHSTELLEN

Luftbelastung in der Zentralschweiz

Detaillierte Messdaten 2019

www.in-luft.ch

Nummer 22, Mai 2020

Impressum

| | |
|----------------------------------|---|
| Titel | Luftbelastung in der Zentralschweiz: Detaillierte Messdaten 2019 |
| Herausgeberin | Zentralschweizer Umweltfachstellen |
| Redaktion und Bearbeitung | Amt für Landwirtschaft und Umwelt Obwalden, Marco Dusi, St. Antonistrasse 4, Postfach 1661, 6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 27, umwelt@ow.ch |
| Datenbereitstellung | inNET Monitoring AG, Dätwylerstrasse 15, 6460 Altdorf, Telefon 041 500 50 40, info@innetag.ch |
| Kontaktstellen | Uri Amt für Umweltschutz, Klausenstrasse 4, 6460 Altdorf Telefon 041 875 24 30, afu@ur.ch Schwyz Amt für Umweltschutz, Postfach 2162, 6431 Schwyz Telefon 041 819 20 35, afu@sz.ch Nidwalden Amt für Umwelt, Postfach 1251, 6371 Stans Telefon 041 618 75 04, afu@nw.ch Obwalden Amt für Landwirtschaft und Umwelt, Postfach 1661, 6061 Sarnen Telefon 041 666 63 27, umwelt@ow.ch Luzern Umwelt und Energie (uwe), Postfach 3439, 6002 Luzern Telefon 041 228 60 60, uwe@lu.ch Zug Amt für Umwelt, Postfach, 6301 Zug Telefon 041 728 53 70, info.afu@zg.ch |
| Titelfoto | Sommer im Schächental |
| Download-Adresse | www.in-luft.ch |
| Zitervorschlag | Luftbelastung in der Zentralschweiz: Detaillierte Messdaten 2019, Zentralschweizer Umweltfachstellen, Mai 2020. |

Inhalt

| | |
|---|----|
| Zusammenfassung | 1 |
| 1 Einleitung..... | 2 |
| 2 Die Luftbelastung im Jahr 2019..... | 4 |
| 2.1 Die langjährige Entwicklung der Luftbelastung in der Schweiz..... | 4 |
| 2.2 Die Luftbelastung 2019 in der Zentralschweiz..... | 7 |
| 2.3 Das Wetter im Jahr 2019..... | 12 |
| 2.3.1 Der Einfluss der Meteorologie auf die Immissionen von Luftschadstoffen..... | 15 |
| 2.4 Messergebnisse | 16 |
| 2.4.1 Altdorf, Gartenmatt | 17 |
| 2.4.2 A2 Uri..... | 18 |
| 2.4.3 Reiden, Bruggmatte..... | 19 |
| 2.4.4 Ebikon, Sedel Hügelkuppe..... | 20 |
| 2.4.5 Zug, Postplatz..... | 21 |
| 2.4.6 Luzern, Moosstrasse | 22 |
| 2.4.7 Luzern, Bahnhofplatz (Kurzzeitmessung)..... | 23 |
| 2.4.8 Schwyz, Rubiswilstrasse..... | 24 |
| 2.4.9 Sursee (Kurzzeitmessung)..... | 25 |
| 2.4.10 Zugerberg | 26 |
| 2.4.11 Beromünster (NABEL Station)..... | 27 |
| 2.4.12 Rigi, Seebodenalp (NABEL-Station)..... | 28 |
| 2.5 NO ₂ -Passivsammler-Messungen 2019..... | 29 |
| 2.5.1 Resultate 2019 sortiert nach Kantonen..... | 30 |
| 2.5.2 Resultate 2019 sortiert nach Kategorien..... | 33 |
| 2.6 Detaillierte Auswertung der Immissionsmessungen 2019 | 36 |
| A1 Das Messnetz von in-luft | 44 |
| A2 Messverfahren und Datenverarbeitung | 49 |
| A3 Gesetzliche Grundlagen..... | 54 |
| A4 Glossar | 55 |

Zusammenfassung

Die in den letzten Jahren häufig auftretenden Hitzesommer hatten jeweils sehr hohe Ozonkonzentrationen zur Folge. So war auch 2019 die Ozonbelastung, verursacht durch den heissen Sommer, ausserordentlich hoch. Sie fiel zwar etwas geringer aus als 2018, sämtliche Ozongrenzwerte wurden jedoch sehr deutlich überschritten.

Seit einigen Jahren werden die Grenzwerte für Feinstaub PM₁₀ und Stickstoffdioxid (NO₂) nur noch vereinzelt überschritten, so auch im Jahr 2019. Im Vergleich zum Vorjahr haben die NO₂- und PM₁₀-Belastungen noch etwas abgenommen. Der Tagesmittelgrenzwert für PM₁₀ wurde an einem städtischen Standort einmal überschritten, viel weniger häufig als früher. Zulässig wären drei Überschreitungen pro Jahr. Die 2019 erstmals gemessene Feinstaubfraktion PM_{2.5} überschritt dort auch den Jahresmittelgrenzwert von 10 µg/m³. Ebenfalls an einem städtischen Standort wurde der Jahresmittelgrenzwert für NO₂ überschritten, während die Grenzwerte an den anderen Standorten eingehalten wurden. Zu verdanken sind diese Resultate den erzielten Erfolgen in der Luftreinhaltepolitik der vergangenen Jahre. Die Belastungen mit Russ gingen im Vergleich zum Vorjahr etwas zurück, waren aber nach wie vor zu hoch. Sie lagen überall deutlich über dem empfohlenen Richtwert.

Die überaus hohen Ozonbelastungen zeigen die Notwendigkeit auf, die Vorläuferschadstoffe von Ozon noch weiter zu reduzieren. Dazu zählen hauptsächlich die Stickoxide und die leichtflüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Aufgrund der grossen gesundheitlichen Bedeutung der feinen und ultrafeinen Feinstaubfraktionen (PM_{2.5}, PM₁, Russ) müssen auch weitere Anstrengungen zur Reduktion dieser Schadstoffe unternommen werden.

1 Einleitung

Die Kantone Uri, Schwyz, Nidwalden, Obwalden, Luzern und Zug betreiben seit dem Jahr 1999 unter dem Namen «in-luft» ein Messnetz zur Luftqualitätsüberwachung auf dem Gebiet der Zentralschweiz. Zum Messnetz gehören kontinuierlich messende Stationen (Fixstationen), eine mobile, kontinuierlich messende Station für Kurzzeitmessungen an verschiedenen Standorten sowie eine Vielzahl von NO₂-Passivsammlerstandorten.

Neben den Stationen von in-luft werden auch solche anderer Organisationen zur Beurteilung der Luftqualität herangezogen, nämlich die Stationen Rigi-Seebodenalp und Beromünster des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL), die zwei Messstationen Reiden und A2 Uri des Projekts «Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt» (MfM-U), und seit 2016 die Station Zugerberg des Instituts für angewandte Pflanzenbiologie (IAP).

Der technische Betrieb des Messnetzes von in-luft wird seit 2004 von der Firma inNET Monitoring AG, Altdorf, wahrgenommen. Der Auftrag beinhaltet die Erfassung, Verarbeitung und Bereitstellung der Daten sowie die Veröffentlichung auf der Webseite www.in-luft.ch. Für die strategische Planung des Messnetzes, die Interpretation der Messergebnisse und für die Information der Öffentlichkeit über das Ausmass der Luftverunreinigungen sind die Umweltschutz- bzw. Luftreinhaltefachstellen der Zentralschweizer Kantone zuständig.

Das Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) und im Speziellen die Luftreinhalteverordnung (LRV) verpflichten die Kantone, den Stand und die Entwicklung der Luftverunreinigung auf ihrem Gebiet zu überwachen, das Ausmass der Immissionen zu ermitteln, die Öffentlichkeit darüber zu informieren und den Erfolg von Massnahmen zu prüfen. Zu diesem Zweck können die Kantone Erhebungen, Messungen oder Ausbreitungsrechnungen nach geeigneten Verfahren durchführen. Für die Beurteilung, ob die Immissionen übermässig sind, hat der Bundesrat in der LRV Grenzwerte festgelegt. Diese wurden so festgelegt, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb der Grenzwerte Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume nicht gefährden, die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören, Bauwerke nicht beschädigen, und die Fruchtbarkeit des Bodens, die Vegetation und die Gewässer nicht beeinträchtigen. Mit der Revision der LRV im Jahr 2018 übernahm der Bund den von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlenen Grenzwert von 10 µg/m³ (arithmetischer Jahresmittelwert) für die besonders gesundheitsschädigende Feinstaubfraktion PM_{2.5}. Gleichzeitig erhöhte er die maximal erlaubte Anzahl Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwertes für PM₁₀ von 1 auf 3. Die Immissionsgrenzwerte sind in Anhang →A3 dieses Berichts (S. →54) aufgeführt. Die Luftqualitätsmessungen bilden auch die Grundlage für die Massnahmenpläne, welche das USG und die LRV gegen übermässige Immissionen vorschreiben.

Zu den bedeutenden Luftschadstoffen, für die in der LRV keine Immissionsgrenzwerte existieren, zählen Ammoniak¹ (NH₃) und Russ. Die United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) hat für die Beurteilung der Stickstoffeinträge *Critical Loads* und *Critical Levels*² für unterschiedlich empfindliche Ökosysteme festgelegt. Die *Critical Loads* bezeichnen die Gesamtstickstofffrachten, die ein Ökosystem verkraften kann, ohne dass nachhaltige Veränderungen zu erwarten sind (Deposition). *Critical Levels* beziehen sich auf die Konzentration von Ammoniak in der Atmosphäre (Immission) und bezeichnen die verkraftbaren Langzeitbelastungen. Belastungen oberhalb dieser Grenzen sind auch gemäss LRV als übermässige Immissionen zu beurteilen.

Die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL)³ fordert für den krebserzeugenden Russ, der zu den quellennahen, ultrafeinen Partikeln (Nanopartikel) mit einem Durchmesser von weniger als 1 µm gehört, Emissionsre-

¹ Zum Thema Ammoniak und Ammoniakmessungen sind entsprechende Berichte auf der Homepage von in-luft verfügbar (www.in-luft.ch).

² Weitere Informationen zu den Richtwerten sind auf der Homepage des BAFU erhältlich.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/fachinformationen/luftqualitaet-in-der-schweiz/grenzwerte-fuer-die-luftbelastung.html>

³ Eidgenössische Kommission für Lufthygiene (EKL) 2013: Feinstaub in der Schweiz 2013, Bern.

<https://www.ekf.admin.ch/de/dokumentation/publikationen/>

duktionen um 80 Prozent in der Zeitspanne zwischen 2013 und 2023. Längerfristig seien die Emissionen jedoch um den Faktor 10–20 zu reduzieren, um das Krebsfallrisiko auf einen akzeptablen Wert zu senken. Dieses Ziel wäre bei Einhaltung eines Jahresmittelwerts von $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Richtwert; bevölkerungsgewichtetes Mittel der Konzentrationen für elementaren Kohlenstoff [EC]) erreicht.

Der vorliegende Jahresbericht gibt einen Überblick über die Entwicklung der Luftbelastung in der Schweiz seit Anfang der neunziger Jahre (Kap. →2.1) und fasst die Immissionssituation des letzten Jahres in der Zentralschweiz zusammen (Kap. →2.2). Die Ergebnisse der kontinuierlich messenden Stationen und der NO_2 -Passivsammler sind in Kapitel →2.4 bzw. →2.5 zu finden. Weil meteorologische Faktoren einen starken Einfluss auf die Ausbreitung der Luftschadstoffe haben und damit die Immissionen beeinflussen, werden in Kap. →2.3 die Wetterverhältnisse des Jahres 2019 rekapituliert. Der Anhang gibt Auskunft über das Messnetz von in-luft (→A1), die Messmethoden (→A2) und die gesetzlichen Grundlagen (→A3).

Weitere Informationen und Auswertungen sind auf der Webseite www.in-luft.ch zu finden. Dort stehen auch langjährige Datenbestände in elektronischer Form zum Herunterladen zur Verfügung. Die Auswertungen können individuell konfiguriert werden.

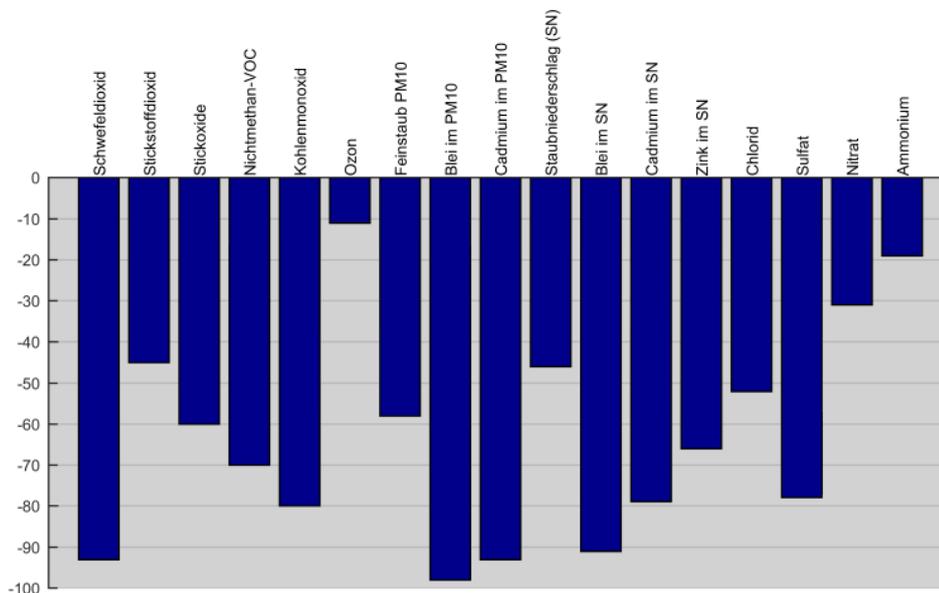
2 Die Luftbelastung im Jahr 2019

2.1 Die langjährige Entwicklung der Luftbelastung in der Schweiz

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) hat eine vorläufige Datenauswertung des NABEL-Messnetzes zur Luftbelastung im Jahr 2019 vorgenommen und auf seiner Homepage publiziert ([NABEL Rückblick 2019](#), [Ozonsommer 2019](#)).

In der Schweiz werden Immissionsmessungen seit Mitte der 1960er Jahre durchgeführt, wobei man sich damals auf die Schadstoffe Schwefeldioxid und Staub konzentrierte. Ende der 70er Jahre ging aus den vorangehenden Messtätigkeiten des Bundes das NABEL hervor. Betrieben wird das Messnetz von der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Dübendorf (EMPA), für die Strategie, Interpretation und Publikation der Daten ist das BAFU zuständig. Das BAFU stellt auf seiner Homepage⁴ eine Vielzahl an Daten und Publikationen zum Thema Luftbelastung zur Verfügung.

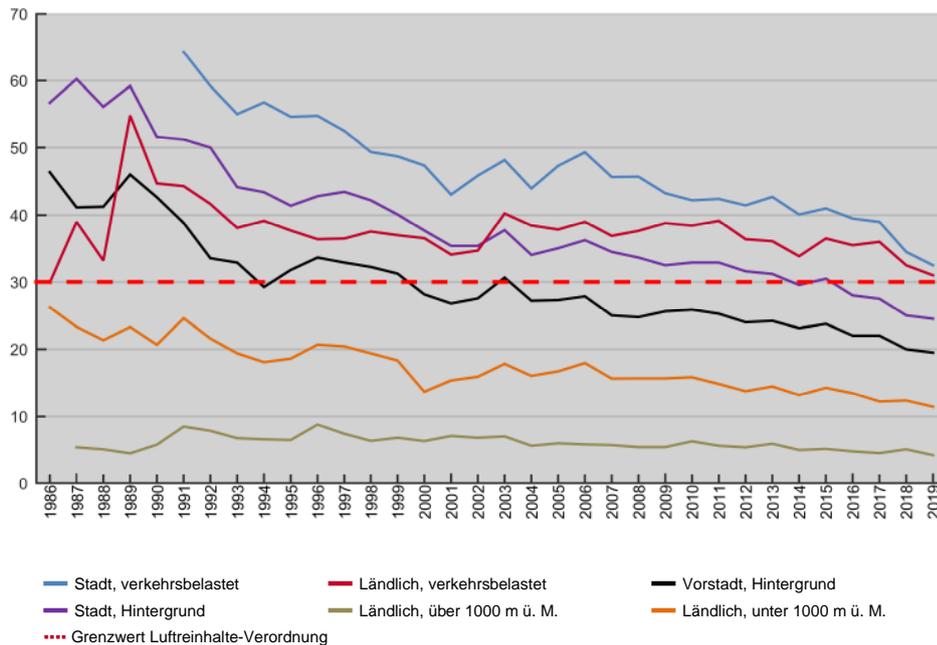
Anhand von langjährigen Messreihen verschiedener Luftschadstoffe lässt sich die Entwicklung der Luftbelastung in der Schweiz bis in die 1980er Jahre zurückverfolgen. Bei den meisten Schadstoffen gingen die Belastungen in dieser Zeitspanne zum Teil drastisch zurück. Bei neun von zwölf wichtigen Luftschadstoffen, für welche die LRV Immissionsgrenzwerte festsetzt, liegt die gegenwärtige Belastung in der ganzen Schweiz unter diesen Grenzwerten. Dies gilt beispielsweise für Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid und die Gehalte von Schwermetallen im Feinstaub bzw. Staubbiederschlag. Bei zwölf von 17 Stoffen sanken die Immissionen in diesem Zeitraum um mehr als die Hälfte.



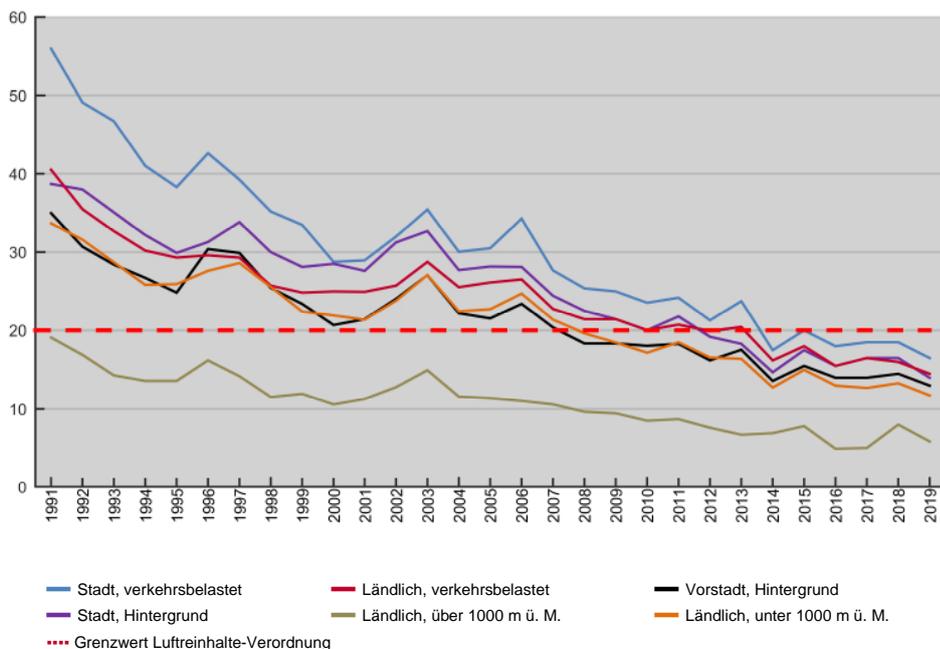
Veränderung der Luftbelastung in der Schweiz zwischen 1986 und 2018. Prozentuale Abnahme der Jahresmittel, ausser CO (max. Tagesmittel) und Ozon (max. monatlicher 98%-Wert). Quelle: BAFU.

⁴ www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung

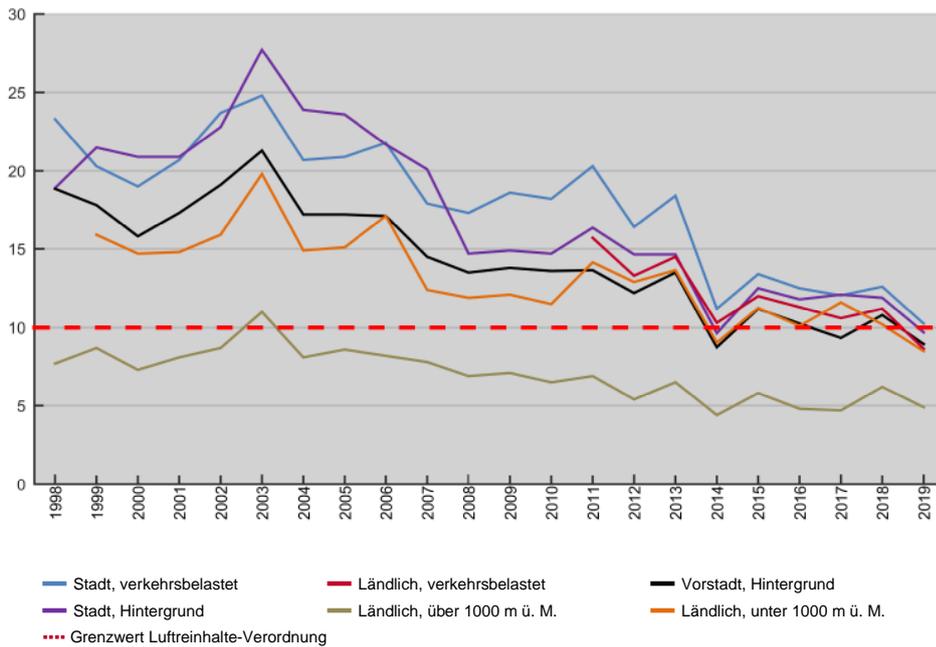
Die Belastungen mit Stickstoffdioxid, lungengängigem Feinstaub und Ozon stellen hingegen auch heute noch ein Problem dar. Gingen die Gehalte von Feinstaub und Stickstoffdioxid anfangs der 90er Jahre noch deutlich zurück, so verflachte sich der Abwärtstrend bis zur Jahrtausendwende. Beim Stickstoffdioxid waren die Veränderungen danach gering und erst seit einigen Jahren ist wieder eine deutlichere Abnahme feststellbar.



Beim Feinstaub konnte auch in den letzten Jahren eine Abnahme der Belastung beobachtet werden. Die Höhe der PM_{10} -Belastung wird sehr stark durch die Häufigkeit des Auftretens von winterlichen Inversionslagen bestimmt, was zum Teil die jährlichen Schwankungen erklärt. Solche Wetterlagen unterbinden den Luftaustausch und führen zu hohen PM_{10} -Konzentrationen in Bodennähe.

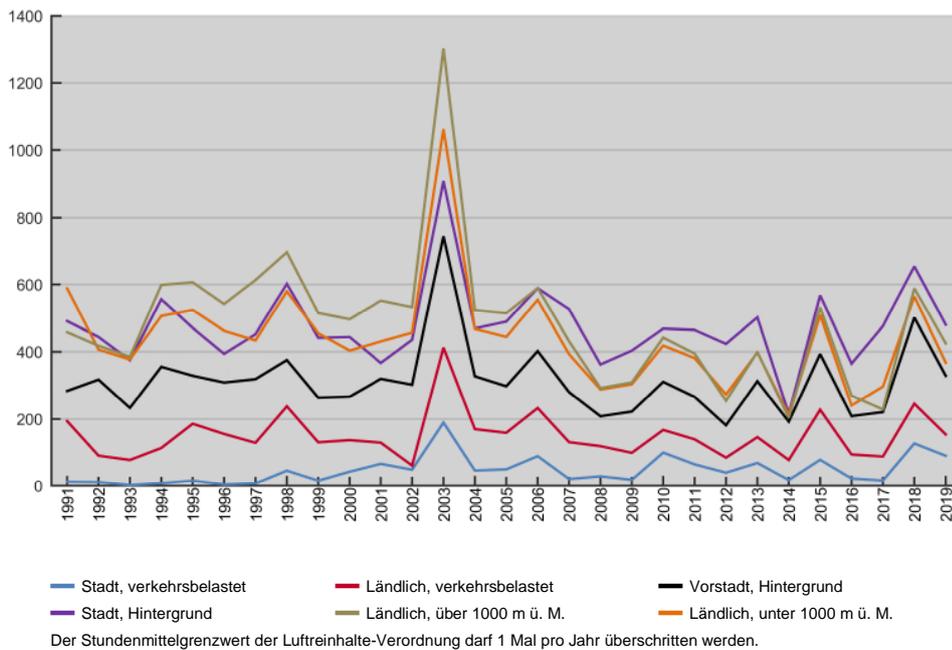


Seit 1998 hat die Belastung durch PM2.5 um 40–50 % abgenommen. In den Siedlungsgebieten wird der Grenzwert von 10 µg/m³ aber auch heute noch häufig überschritten. Charakteristischerweise liegt der Anteil von PM2.5 am PM10 bei rund 75 %.



Entwicklung der PM2.5-Jahresmittelwerte 1998–2019 an verschiedenen Standorttypen des NABEL-Messnetzes [µg/m³]. Quelle: NABEL (BAFU und Empa).

Obwohl die Ozon-Vorläuferschadstoffe (NO_x und VOC) seit Mitte der 1980er Jahre deutlich zurückgingen, nahm die Ozonbelastung im gleichen Zeitraum weniger stark ab. Verantwortlich dafür sind die komplexen chemischen Prozesse bei der Bildung von Ozon und grossräumige Transportprozesse. Die Reduktion der Vorläuferschadstoffe führt nicht automatisch zu einer gleich grossen Abnahme der Ozonbelastung. Die Ozon-Spitzenwerte nahmen zwar ab, die mittlere Ozonbelastung blieb aber in einem hauptsächlich von meteorologischen Faktoren bestimmten Schwankungsbereich konstant.



Immissionsentwicklung 1991–2019 an verschiedenen Standorttypen des NABEL-Messnetzes für Ozon [Anzahl Stunden mit Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwerts]. Quelle: NABEL (BAFU und Empa).

Der Stundenmittelgrenzwert der Luftreinhalte-Verordnung darf 1 Mal pro Jahr überschritten werden.

2.2 Die Luftbelastung 2019 in der Zentralschweiz

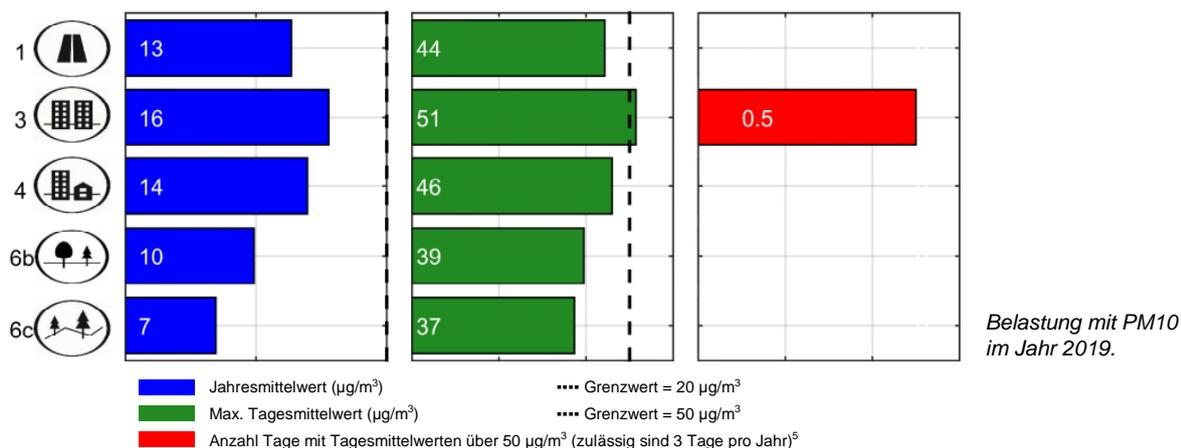
Wie bereits in den letzten Jahren war die Ozonbelastung, verursacht durch den heissen Sommer, auch 2019 ausserordentlich hoch. Sie fiel zwar etwas geringer aus als 2018, sämtliche Grenzwerte wurden jedoch sehr deutlich überschritten.

Seit einigen Jahren werden die Grenzwerte für Feinstaub PM10 und Stickstoffdioxid (NO₂) nur noch vereinzelt überschritten, so auch im Jahr 2019. Im Vergleich zum Vorjahr haben die NO₂- und PM10-Belastungen noch etwas abgenommen. Der Tagesmittelgrenzwert für PM10 wurde an einem städtischen Standort einmal überschritten, viel weniger häufig als früher. Die 2019 erstmals gemessene Feinstaubfraktion PM2.5 überschritt dort auch den Grenzwert für das Jahresmittel für PM2.5 von 10 µg/m³. Ebenfalls an einem städtischen Standort wurde der Jahresmittelgrenzwert für NO₂ überschritten, während die Grenzwerte an den anderen Standorten eingehalten wurden. Zu verdanken sind diese Resultate den erzielten Erfolgen in der Luftreinhaltepolitik der vergangenen Jahre. Die Belastungen mit Russ gingen im Vergleich zum Vorjahr etwas zurück, waren aber nach wie vor zu hoch. Sie lagen überall deutlich über dem empfohlenen Richtwert.

Feinstaub (PM)

PM10

Wie dies mittlerweile seit einigen Jahren der Fall ist, wurde der Jahresmittelgrenzwert für Feinstaub PM10 von 20 µg/m³ an allen Standorten eingehalten. Am höchsten waren die Feinstaubbelastungen an stark verkehrsbelasteten Standorten in grösseren Städten. Der Tagesmittelgrenzwert (50 µg/m³) wurde nur in dieser Standortkategorie und nur einmal überschritten. Seit der LRV-Revision im Jahr 2018 sind drei Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwertes erlaubt, und nicht mehr eine wie zuvor. Die höchsten Belastungen mit PM10 traten an allen Stationen während der Hitzewelle Ende Juni auf und waren auf Verfrachtungen von Saharastaub zurückzuführen. Ansonsten treten erhöhte Konzentrationen in den Wintermonaten auf. Das war auch 2019 der Fall. Erhöhte, länger andauernde Belastungen sind einerseits auf die Wetterlagen (Inversionen) zurückzuführen, andererseits darauf, dass die Luftmassen in städtischen Strassen schlecht durchmischt werden. In ländlichen und höher gelegenen Gebieten war die Feinstaubbelastung am geringsten. In diesen Gebieten sind einerseits weniger Emissionsquellen vorhanden. Andererseits liegen höher gelegene Gebiete im Winter über der Inversionsgrenze.

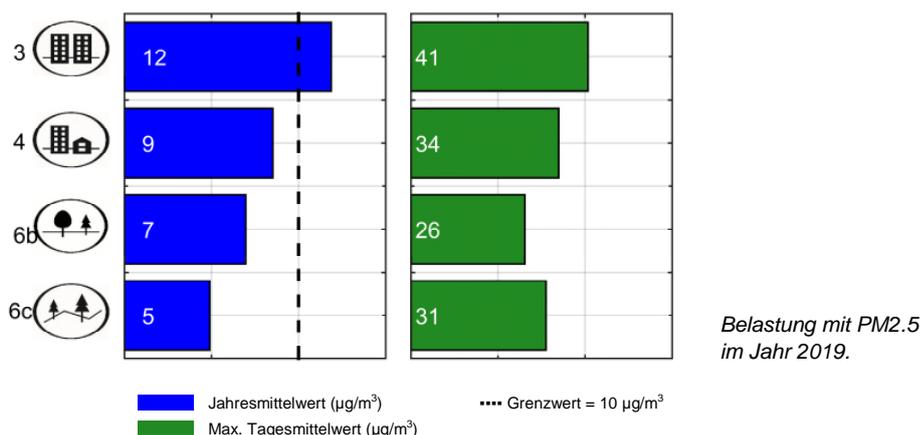


⁵ Infolge der Mittelung über mehrere Stationen pro Standortkategorie fallen einzelne Resultate möglicherweise nicht ganzzahlig aus.

PM2.5

Seit der LRV-Revision 2018 gilt für den lungengängigen Feinstaub PM2.5 ein Immissionsgrenzwert für das Jahresmittel von 10 µg/m³. Im Durchschnitt betragen die Immissionen von PM2.5 etwa 75 Prozent der Immissionen von PM10.

Der Jahresmittelgrenzwert wurde in grösseren Ortschaften überschritten. In Agglomerationen, ländlichen und höher gelegenen Gebieten wurde der Grenzwert eingehalten. Hohe Belastungen traten im Winter und bis im April auf.

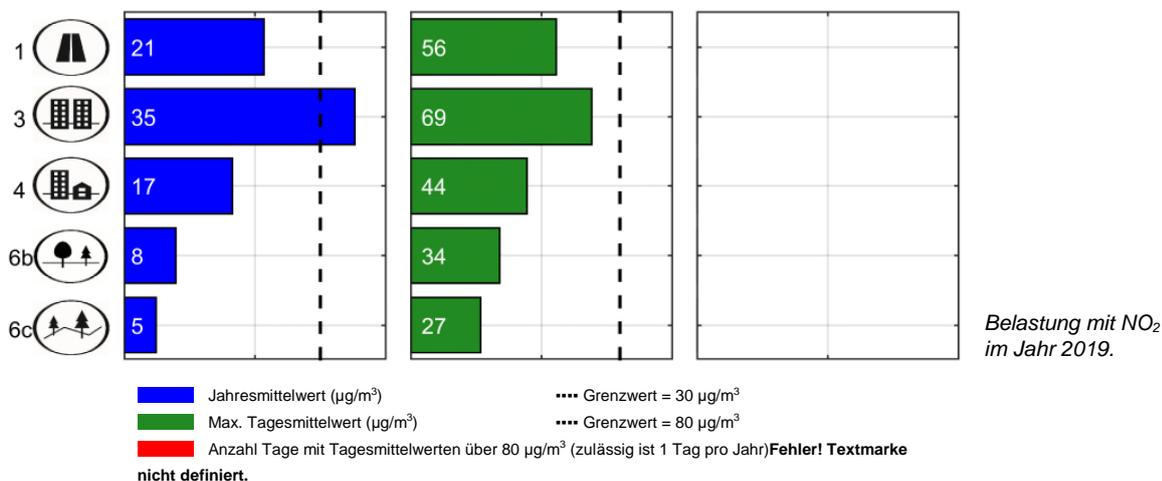


Russ

Auch wenn sich die Russbelastung verglichen mit dem Vorjahr verminderte, waren die Immissionen immer noch übermässig. Die Jahresmittelwerte betragen ein Vielfaches des von der Eidgenössischen Kommission für Luftreinhaltung empfohlenen Jahresmittel-Richtwerts von 0.1 µg/m³. Die Belastungen lagen je nach Standort zwischen 0.50 und 0.75 µg/m³ im Jahresmittel. Bei Russ handelt es sich um kohlenstoffhaltige, ultrafeine Partikel aus unvollständigen Verbrennungsprozessen, hauptsächlich aus Dieselmotoren und Holzfeuerungen.

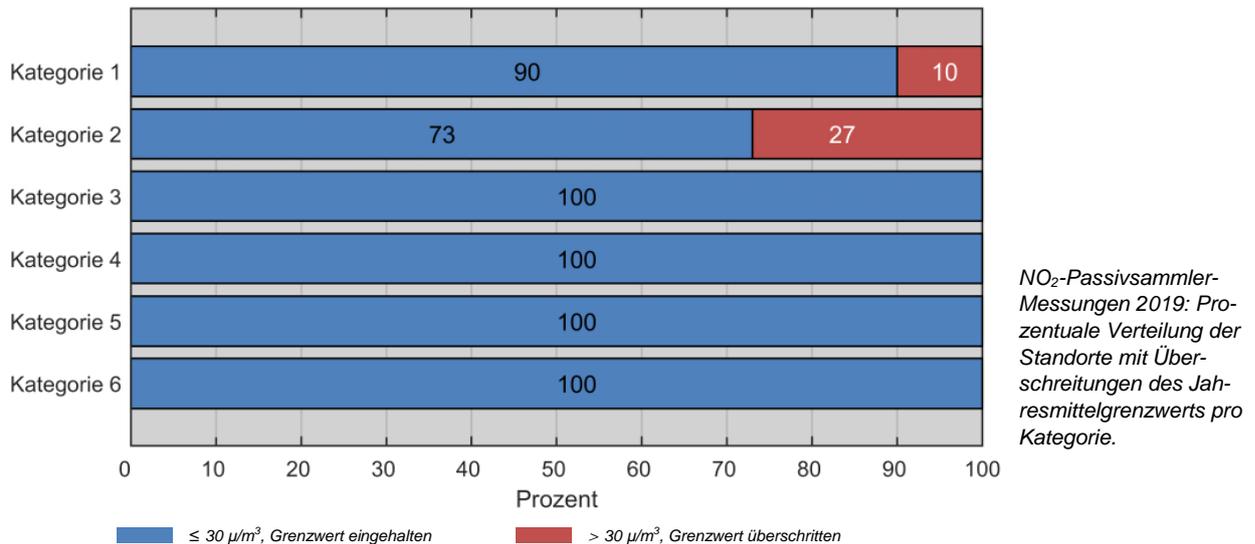
Stickstoffdioxid (NO₂)

Erhöhte Konzentrationen von Stickstoffdioxid traten in verkehrsbelasteten städtischen Gebieten auf. In dieser Kategorie wurde der Jahresmittelgrenzwert überschritten. Der Tagesmittelgrenzwert wurde jedoch eingehalten. An den übrigen Messstellen wurden die Grenzwerte eingehalten. Sehr tief waren die Belastungen in den ländlichen und erhöhten Gebieten. Insgesamt veränderte sich die NO₂-Belastung unwesentlich.



Ausser an den kontinuierlich messenden Fixstationen wird Stickstoffdioxid auch an 98 Standorten mit Passivsammlern gemessen. Zusammen ergeben diese Messungen eine noch aussagekräftigere flächendeckende Aussage über die NO₂-Belastung. Die Grafik der Passivsammler-Messungen zeigt, dass an verkehrsbelasteten Standorten Überschreitungen des Jahresmittelgrenzwertes auftraten.

Innerorts in Strassennähe (Kategorie 2) wurden an 27 Prozent der Standorte Grenzwertüberschreitungen registriert, an strassennahen Standorten ausserorts (Kategorie 1) an zehn Prozent der Messstandorte.

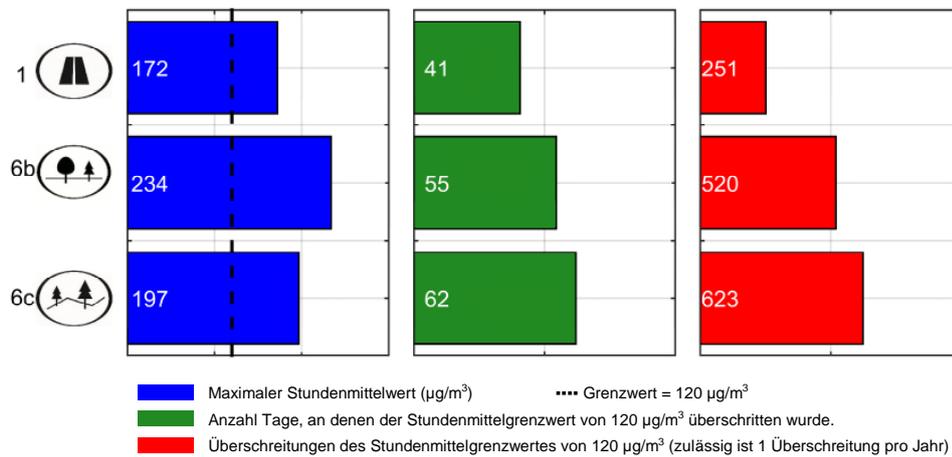


Die Einzelwerte der Passivsammler sind in den Tabellen in Kap. →2.5 aufgeführt.

Zusammenfassend lässt sich über die NO₂-Messungen festhalten, dass der Grenzwert für das Jahresmittel an verkehrsbelasteten, strassennahen Standorten sowohl innerhalb von Ortschaften (Kategorien 2 und 3) als auch ausserorts (Kategorie 1) zum Teil noch überschritten wird.

Ozon

Die in den letzten Jahren häufig auftretenden Hitzesommer hatten jeweils sehr hohe Ozonbelastungen zur Folge. So wurden die Ozongrenzwerte auch 2019 wieder überall in der Zentralschweiz sehr deutlich überschritten. Im Vergleich zum Vorjahr mit ebenfalls hohen Ozonkonzentrationen nahmen die Belastungen zwar etwas ab, verblieben jedoch auf hohem Niveau. Am häufigsten wurden die Grenzwerte in ländlichen Gebieten überschritten, aber auch an verkehrsexponierten Standorten waren die Ozonwerte sehr hoch. In Höhenlagen über 1000 m ü. M. wurde der Stundenmittelgrenzwert für Ozon (120 µg/m³) an 62 Tagen überschritten. Etwas weniger oft, nämlich an 55 Tagen, wurde der Grenzwert in ländlichen Gebieten unter 1000 m ü. M. überschritten. Insgesamt wurde in diesen beiden Standortkategorien der Stundenmittelgrenzwert deutlich über 500 bzw. 600 Mal und somit massiv überschritten, denn erlaubt wäre nur eine Überschreitung pro Jahr. An strassennahen Standorten ausserorts wurde der Stundenmittelgrenzwert ebenfalls an durchschnittlich 41 Tagen bzw. 251 Mal überschritten. Im Vergleich zum Vorjahr nahmen die maximalen Ozonkonzentrationen in allen Standortkategorien zu. Ozon entsteht bei intensiver Sonneneinstrahlung aus Stickstoffdioxid und flüchtigen organischen Verbindungen (VOC). Hohe Belastungen treten deshalb meistens im Sommer auf. Mit fortschreitendem Klimawandel werden in Zukunft solche Hitzesommer vermehrt auftreten, was sich auch in der Ozonsituation widerspiegeln wird.



*Belastung mit Ozon
im Jahr 2019.*

In der Tabelle auf der folgenden Seite sind die Messwerte der einzelnen Stationen aufgeführt. Aus den Werten der Stationen der jeweiligen Standortkategorien wurden für die obenstehenden Grafiken jeweils die Mittelwerte gebildet, um für die einzelnen Kategorien die typische Durchschnittsbelastung angeben zu können. Aufgrund eines längeren Messausfalls bei der Station Zug standen die NO_2 -Messdaten nicht vollständig zur Verfügung und konnten daher auch nicht in die in diesem Kapitel vorgenommene Beurteilung einfließen.

| Messresultate 2019 (die Pfeile geben die Veränderung gegenüber 2018 an) | Stickstoffdioxid (NO ₂) | | | Feinstaub | | | | Ozon (O ₃) | | |
|--|---------------------------------------|--|---|---------------------------------------|--|---|---------------------------------------|--|--|---|
| | Jahresmittelwert (µg/m ³) | Maximaler Tagesmittelwert (µg/m ³) | Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwerts von 80 µg/m ³ | PM10 | | | PM2.5 | Maximaler Stundenmittelwert (µg/m ³) | Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwerts von 120 µg/m ³ (Stunden) | Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwerts von 120 µg/m ³ (Tage) |
| | | | | Jahresmittelwert (µg/m ³) | Maximaler Tagesmittelwert (µg/m ³) | Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwerts von 50 µg/m ³ | Jahresmittelwert (µg/m ³) | | | |
| Messstationen (Kategorie ^{a)}) | | | | | | | | | | |
| Aldorf, Gartenmatt (1) | 18 ↘ | 55 ↘ | 0 → | 12 ↘ | 44 ↘ | 0 ↘ | — | 168 ↗ | 230 ↘ | 38 ↘ |
| A2 Uri (1) | 25 → | 61 ↘ | 0 → | 10 ↘ | 44 ↘ | 0 ↘ | — | 160 → | 186 ↘ | 32 ↘ |
| Reiden, Bruggmatte (1) | 25 ↘ | 59 → | 0 → | 15 → | 44 ↘ | 0 ↘ | — | — | — | — |
| Ebikon, Sedel (1) | 17 ↘ | 48 → | 0 → | 14 ↘ | 46 ↘ | 0 ↘ | — | 189 ↗ | 336 ↘ | 52 ↘ |
| Zug, Postplatz (3) | 24* ↘ | 49* ↘ | 0* → | 16 ↘ | 55 ↘ | 1 ↘ | — | — | — | — |
| Luzern, Moosstrasse (3) | 35 ↘ | 69 ↘ | 0 ↘ | 15 ↘ | 48 ↘ | 0 ↘ | 12 | — | — | — |
| Schwyz, Rubiswilstr. (4) | 17 → | 44 ↗ | 0 → | 14 ↘ | 46 ↘ | 0 ↘ | 9 | — | — | — |
| Zugerberg ^{b)} (6b) | — | — | — | — | — | — | — | 195 ↗ | 524 ↘ | 56 ↘ |
| Beromünster ^{c)} (6b) | 8 ↘ | 34 ↗ | 0 → | 10 ↘ | 39 ↘ | 0 → | 7 | 273 ↗ | 515 ↘ | 53 ↘ |
| Rigi, Seebodenalp ^{c)} (6c) | 5 ↘ | 27 ↘ | 0 → | 7 ↘ | 37 ↗ | 0 → | 5 | 197 ↗ | 623 ↘ | 62 ↘ |
| LRV-Grenzwerte | 30 | 80 | 1 | 20 | 50 | 3 | 10 | 120 | 1 | 1 |

Langzeit-Luftbelastungs-Index (LBI)⁶

| | | |
|---|------------|--|
|  | Sehr hoch: | Gesundheitliche Beschwerden können weit verbreitet auftreten. Betroffen sind vor allem Kinder, ältere Menschen und Personen mit bereits bestehenden Lungen- und Herz-Kreislauf-erkrankungen. |
|  | Hoch: | Gesundheitliche Beschwerden können verbreitet auftreten. Betroffen sind vor allem Kinder, ältere Menschen und Personen mit bereits bestehenden Lungen- und Herz-Kreislauf-erkrankungen. |
|  | Erheblich: | Gesundheitliche Beschwerden können vermehrt auftreten. Betroffen sind vor allem Kinder, ältere Menschen und Personen mit bereits bestehenden Lungen- und Herz-Kreislauf-erkrankungen. |
|  | Deutlich | Gesundheitliche Beschwerden können auftreten. Betroffen sind vor allem Kinder, ältere Menschen und Personen mit bereits bestehenden Lungen- und Herz-Kreislauf-erkrankungen. |
|  | Mässig: | Es sind kaum Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit zu erwarten. |
|  | Gering: | Es sind keine Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit zu erwarten. |

a) Kategorien-Definitionen siehe Anhang A1

b) Daten des Instituts für angewandte Pflanzenbiologie

c) Daten des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe NABEL

— Keine Messung des Luftschadstoffs

Rot = Werte über dem entsprechenden Grenzwert

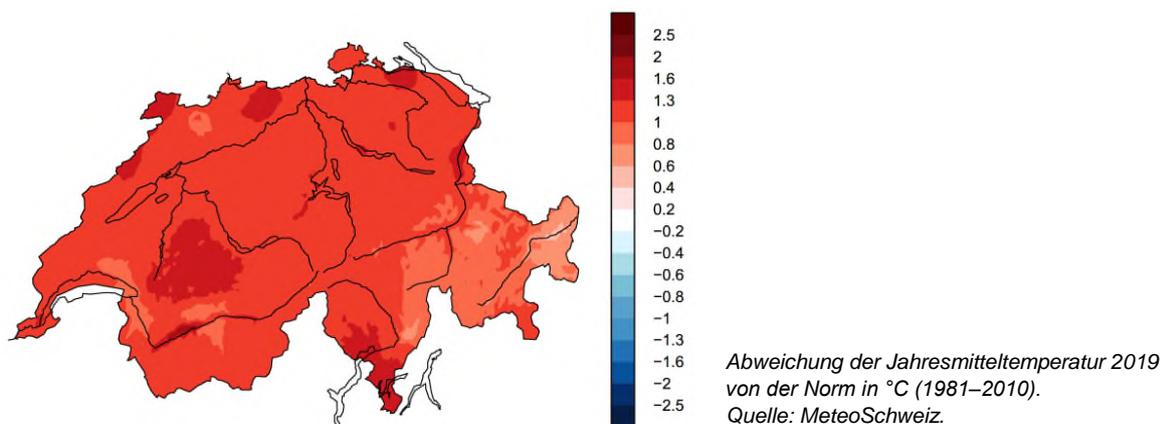
* Unvollständige Messreihe

Für die Angabe des LBI müssen die massgebenden Schadstoffe Stickstoffdioxid, Feinstaub und Ozon gemessen werden.

⁶ Bei der Berechnung des LBI werden die Schadstoffe PM10 und NO₂ seit dem Jahr 2015 anders gewichtet als früher. Die LBI sind daher nicht direkt vergleichbar mit den Angaben in den Jahresberichten vor 2015.

2.3 Das Wetter im Jahr 2019⁷

Die Jahrestemperatur 2019 stieg in den meisten Gebieten der Schweiz 0.8 bis 1.2 Grad Celsius über den Normwert⁸ der Jahre 1981 bis 2010. Im landesweiten Mittel lag sie 1.1 Grad darüber. Damit war das Jahr 2019 das fünftwärmste seit Messbeginn 1864. Im Januar war es in der ganzen Schweiz im Vergleich zum Normwert kälter, in Berglagen der Alpennordseite war es sogar der kälteste Januar seit mehr als 30 Jahren. Die Februartemperatur stieg über die Norm der Jahre 1981 bis 2010, in den Bergen war es einer der mildesten Monate seit 1864. Die Frühlingstemperatur lag im Bereich der Norm. März und April waren etwas milder, im Mai hingegen war es so kühl wie seit 1991 nicht mehr. Der Sommer war der drittwärmste seit Messbeginn, mit einem Wärmeüberschuss von mehr als 2 Grad Celsius und zwei intensiven mehrtägigen Hitzeperioden Ende Juni und Ende Juli. Diese beiden Monate gehörten zu den heissesten in der langjährigen Messreihe. Es folgte ein warmer Herbst, insbesondere dank eines sehr milden Oktobers. Der Dezember gilt mit einer Temperatur von 2.5 Grad über dem Normwert als drittwärmster seit Messbeginn.



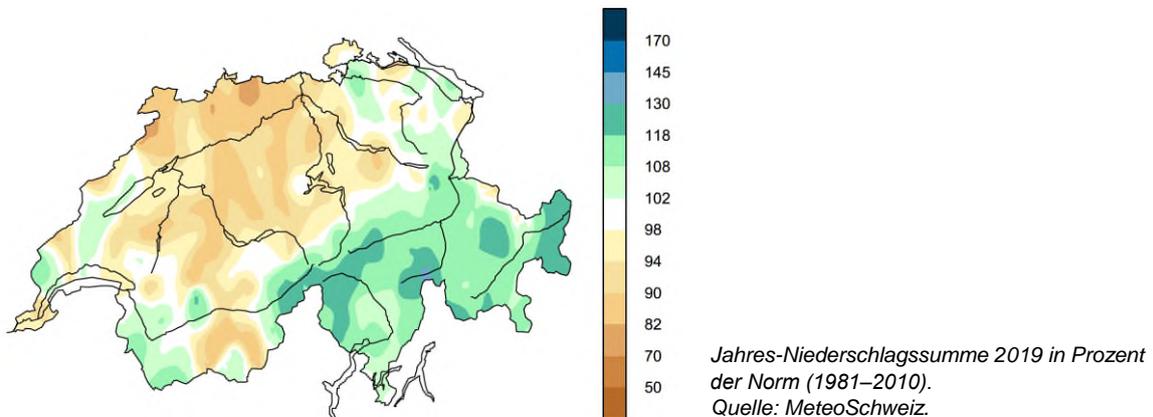
Die Jahresniederschläge erreichten verbreitet 80 bis 100 Prozent des Normwerts der Jahre 1981 bis 2010. Im Winter gab es auf der Alpennordseite und in den Alpen verbreitet überdurchschnittliche Niederschlagsmengen. So fielen im Januar innerhalb von wenigen Tagen Rekordmengen an Schnee, was zu einer grossen Zahl von Lawenniedergängen führte. Die Niederschläge im Frühling lagen in weiten Teilen der Schweiz unter dem Durchschnitt. Regional, vor allem in den Zentral- und Ostalpen fielen hingegen grosse Mengen bis 200 Prozent der Norm. Im Gegensatz zum extrem warmen und extrem trockenen Sommer des Vorjahres erhielten im Sommer 2019 viele Gebiete der Schweiz ausreichend Niederschlag. Die Mengen bewegten sich meist zwischen 80 und

⁷ Quelle: MeteoSchweiz, Klimabulletin Jahr 2019.

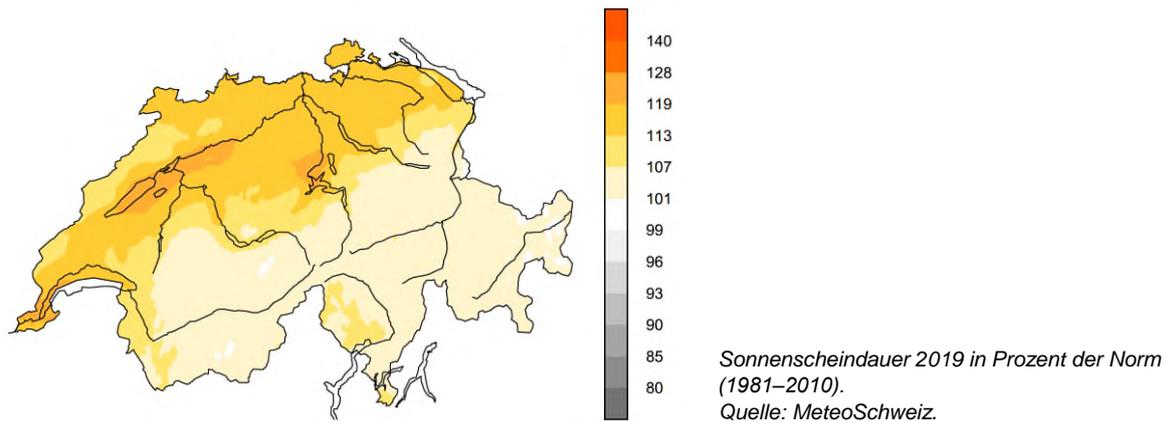
⁸ Zur Beschreibung der mittleren klimatologischen Verhältnisse einer Station werden Mittelwerte (Normwerte) verschiedener Parameter aus einer langjährigen Messperiode benötigt. Die World Meteorological Organisation (WMO) legte zur Bestimmung von klimatologischen Normwerten 30-jährige Standardperioden fest. Normwerte sollten aus vollständigen und möglichst homogenen Messreihen der entsprechenden 30-jährigen Standardperioden (1901-1930, 1931-1960, 1961-1990) berechnet werden. Angesichts der Klimaänderung der letzten Jahrzehnte empfiehlt die WMO, zusätzlich zur gültigen Standardperiode (1961-1990) weitere Normwerte bereitzustellen, deren Periode alle 10 Jahre angepasst wird (Bsp. 1971-2000, 1981-2010). Ab dem 1. Januar 2013 setzt MeteoSchweiz diese Empfehlung um und verwendet die Normperiode 1981-2010 für ihre Aussagen und Produkte. Die Normwerte der WMO Standardperiode bleiben verfügbar (siehe auch <https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klima-der-schweiz/klima-normwerte.html>).

Die Aussagen in diesem Kapitel und die Klimakarten (mit Ausnahme der Globalstrahlung) beziehen sich auf die Normwertperiode 1981-2010, im Gegensatz zu früheren Messberichten von in-Luft, in denen die Ergebnisse mit den Mittelwerten der Standardperiode 1961-1990 verglichen worden waren. Ein direkter Vergleich der Witterungsverhältnisse mit älteren Messberichten vor 2012 ist daher nicht möglich.

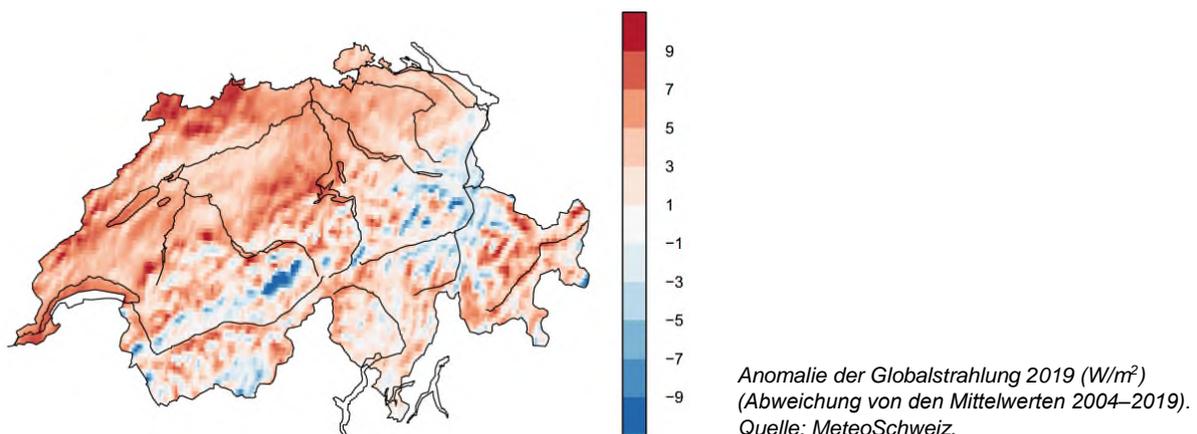
100 Prozent der Norm. Über die ganze Schweiz gemittelt fielen im Herbst etwas überdurchschnittliche Niederschläge, auf der Alpennordseite lagen sie im Normbereich. Während der September niederschlagsarm war, gab es im Oktober überdurchschnittliche Mengen.



Die Sonnenscheindauer bewegte sich nördlich der Alpen zwischen 110 und 120 Prozent der Norm der Jahre 1981 bis 2010. Überdurchschnittlich sonnig waren die Monate Februar, Juni und September.



Die Globalstrahlung lag in den meisten Gebieten der Schweiz über dem Durchschnitt. Die Globalstrahlung wird unter anderem beeinflusst von meteorologischen Faktoren (Bewölkung, atmosphärische Trübung) und ist je nach Tages- und Jahreszeit und geografischer Lage (Höhe ü. M.) unterschiedlich stark. Die Globalstrahlung spielt u.a. eine Rolle bei der Produktion von Ozon aus seinen Vorläuferschadstoffen.



Jahreswerte an ausgewählten Zentralschweizer Messstationen von MeteoSchweiz
(Quelle: MeteoSchweiz)

| Station | Höhe m ü.M. | Temperatur (°C) | | | Sonnenscheindauer (h) | | | Niederschlag (mm) | | |
|-----------|----------------|-----------------|------|------|-----------------------|-------|-------|-------------------|------|-----|
| | | Mittel | Norm | Abw. | Summe | Norm | % | Summe | Norm | % |
| Altdorf | 438 | 11.0 | 9.8 | 1.2 | 1423 | 1319 | 108 | 1183 | 1186 | 100 |
| Andermatt | 1438 | 4.6 | 3.5 | 1.1 | 1567 | k. A. | k. A. | 1523 | 1552 | 98 |
| Engelberg | 1036 | 7.7 | 6.4 | 1.3 | 1438 | 1350 | 106 | 1495 | 1559 | 96 |
| Luzern | 454 | 10.9 | 9.7 | 1.2 | 1789 | 1424 | 126 | 1132 | 1173 | 97 |

Norm Langjähriger Durchschnitt der Jahre 1981 bis 2010 (Normperiode)

Abw. Abweichung der Temperatur zur Norm

% Prozent im Verhältnis zur Norm (Norm = 100 %)

Auf der Homepage von MeteoSchweiz finden sich detaillierte Informationen zu den Witterungs- und Klimaverhältnissen in der Schweiz (www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima.html).

2.3.1 Der Einfluss der Meteorologie auf die Immissionen von Luftschadstoffen

Bei der Interpretation von Immissionsdaten aufgrund der meteorologischen Informationen sind das Winter- und das Sommerhalbjahr zu unterscheiden.

Die dominierenden Schadstoffe im Winterhalbjahr sind Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub PM10. Meteorologisch spielen vor allem Nebel, Kaltluftseen und Inversionslagen einerseits und die Windverhältnisse andererseits eine Rolle. Während längerer stabiler Hochdrucklagen können sich Temperaturinversionen ausbilden, welche einen Anstieg der Immissionen bewirken. Die Luftmassen werden schlecht durchmischt und die Konzentration der Schadstoffe in Bodennähe steigt an. Beim Feinstaub löst die Sonneneinstrahlung sekundäre Bildungsmechanismen aus und erhöht so zusätzlich die Belastung. So können die Feinstaubgrenzwerte je nach Witterung flächendeckend unterhalb der Inversionsgrenze von ca. 1000 m ü. M. überschritten werden. Die NO₂-Belastung nimmt dank Umwandlungs- und Abbauprozessen mit der Distanz von der Emissionsquelle rasch ab. Daher werden die Grenzwerte vorwiegend in der Nähe von stark befahrenen Strassen überschritten.

Im Sommerhalbjahr sind die NO₂- und PM10-Immissionen deutlich tiefer. Einerseits sind die Emissionen kleiner (verminderte Heiztätigkeit), andererseits führen intensive Sonneneinstrahlung und damit verbunden höhere Temperaturen zu einer stärkeren Durchmischung der Luftschichten und zu einer Beschleunigung chemischer Umwandlungsprozesse in der Atmosphäre. Hohe Temperaturen, viel Sonne und eine geringe Quellbewölkung fördern aber auch die Ozonbildung, sodass die Grenzwerte grossräumig überschritten werden können. Der Sommer 2019 war ausserordentlich warm mit zwei intensiven und mehrere Tage andauernden Hitzeperioden Ende Juni und Ende Juli. Unter diesen Voraussetzungen kam es im Sommer 2019 zu sehr häufigen Überschreitungen der Ozongrenzwerte. Durch Verfrachtungen von Saharastaub wurden in diesem Jahr die höchsten Feinstaubkonzentrationen im Sommer, nämlich in der ersten Hitzeperiode im Juni, registriert.

2.4 Messergebnisse

Dieses Kapitel enthält die Standortinformationen zu den einzelnen Messstationen. Die relevanten Jahresmittelwerte für die Schadstoffe Stickstoffdioxid, Feinstaub und Ozon werden tabellarisch dargestellt. Ebenfalls sind die Resultate der Russmessungen aufgeführt. Auch die langjährige Entwicklung der NO₂- und PM₁₀-Belastungen wird aufgezeigt.

2.4.1 Altdorf, Gartenmatt



©2016 Swisstopo

Lage

Östlich der A2 auf freiem Feld

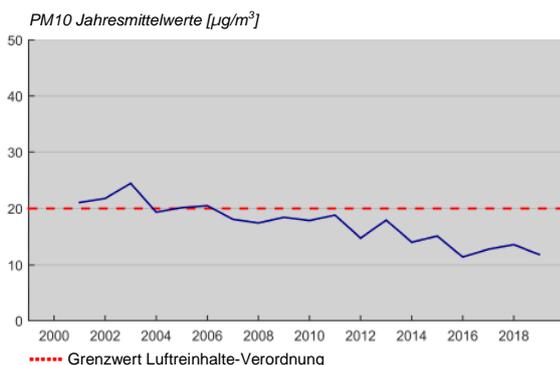
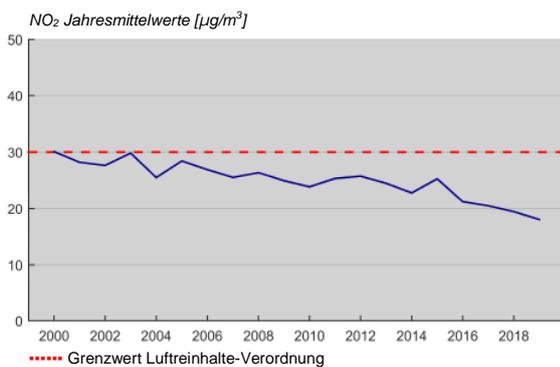
Koordinaten

690.175 / 193.550, Höhe 438 m ü. M.

Strassenabstand

100 m (A2)

Langjähriger Vergleich von NO₂ und PM₁₀



Kategorie gemäss in-luft: **1**
 Kategorie gemäss BAFU: **3 C a**
 Höhentyp: **Mittelland**
 Siedlungsgrösse: **ausserhalb**
 Verkehr, DTV (% LKW): **24 040 (10.5 %)**



| Stickstoffdioxid (NO ₂) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 30 | 18 | ↘ |
| 95-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 100 | 47 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 80 | 55 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 1 | 0 | → |

| Feinstaub (PM ₁₀) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 20 | 12 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 50 | 44 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 3 | 0 | ↘ |

| Ozon (O ₃) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|--|-----------|------------------|----------------------|
| Max. 1h-Mittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 120 | 168 | ↗ |
| Überschreitungen [Std.] | 1 | 230 | ↘ |
| Max. 98-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 100 | 143 | ↗ |
| Überschreitungen [Mt.] | 0 | 6 | ↘ |
| AOT40 (Wald) [ppm·h] | (5)* | 11.5 | ↘ |

* Empfehlung

Die Stickstoffdioxid-Belastung der Messstation Altdorf ist primär durch den Strassenverkehr der A2 beeinflusst, aber auch der lokale Verkehr trägt dazu bei. Im Vergleich mit den Autobahnstandorten A2 Uri und Reiden, welche ebenfalls dem Standorttyp «Ländlich-strassennah» angehören, weist Altdorf tiefere Belastungen für NO₂ auf. Der Grund liegt bei der grösseren Entfernung der Station zur Autobahn. Seit mehreren Jahren ist eine tendenzielle Abnahme der Belastung festzustellen. Die Grenzwerte wurden an diesem Standort eingehalten.

Die in Altdorf dominante Quelle für Feinstaub ist nicht eindeutig eruierbar. Seit mehreren Jahren liegt der Jahresmittelwert unter dem Grenzwert der LRV. Die Belastung nahm nach einer leichten Zunahme in den vorhergehenden Jahren 2019 wieder ab.

Die Ozonbelastung verharrte auf einem hohen Niveau. Alle Grenzwerte wurden überschritten. Die Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwerts nahm gegenüber dem Vorjahr nur geringfügig ab.

2.4.2 A2 Uri



©2016 Swisstopo

Lage

Direkt an der Autobahn A2, ca. 500 m nördlich des Autobahnanschlusses Erstfeld

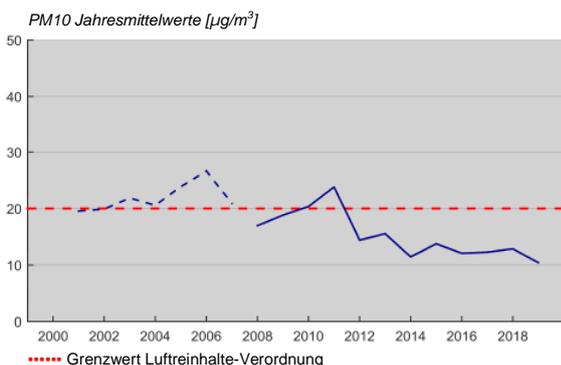
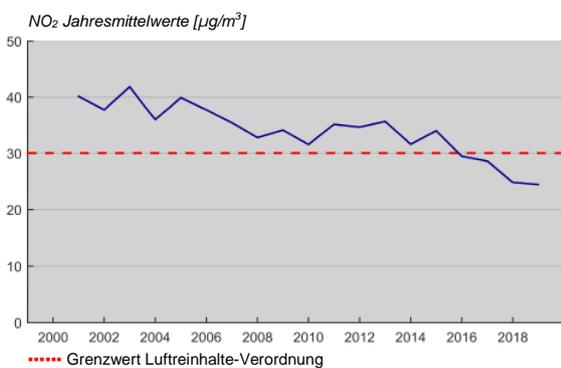
Koordinaten

691.400 / 188.480, Höhe 460 m ü. M.

Strassenabstand

5 m

Langjähriger Vergleich von NO₂ und PM10



Kategorie gemäss in-luft: 1

Kategorie gemäss BAFU: 3 C b

Höhentyp: Mittelland

Siedlungsgrösse: ausserhalb

Verkehr, DTV (% LKW): 24 040 (10.5 %)

1

3 C b

Mittelland

ausserhalb

24 040 (10.5 %)



| Stickstoffdioxid (NO ₂) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 30 | 25 | → |
| 95-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 100 | 59 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 80 | 61 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 1 | 0 | → |

| Feinstaub (PM10) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 20 | 10 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 50 | 44 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 3 | 0 | ↘ |

| EC / Russ | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | (0.1)* | 0.60 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | — | 1.50 | ↘ |

| Ozon (O ₃) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|--|-----------|------------------|----------------------|
| Max. 1h-Mittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 120 | 160 | → |
| Überschreitungen [Std.] | 1 | 186 | ↘ |
| Max. 98-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 100 | 139 | ↘ |
| Überschreitungen [Mt.] | 0 | 6 | ↘ |
| AOT40 (Wald) [ppm·h] | (5)* | 9.6 | ↘ |

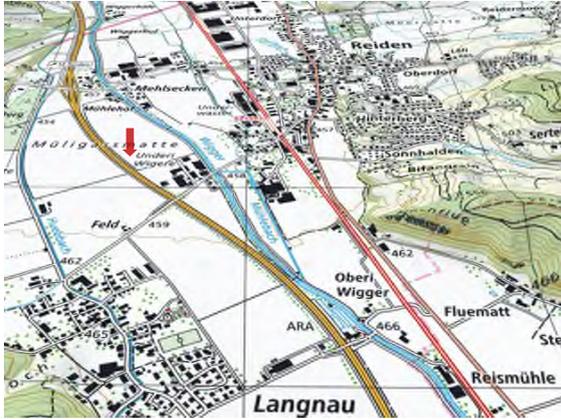
* Empfehlung

Die Messstation A2 Uri wurde vom Bund erstellt, um die Auswirkungen des alpenquerenden Verkehrs in Folge der Bilateralen Verträge zu erfassen (MfM-U). Aufgrund einer Verschiebung der Station 2007 wurden die NO₂-Jahresmittel von 2001 bis 2007 mit speziellen Verfahren homogenisiert. Bei den Daten von 2002, 2003 und 2007 handelt es sich gemäss Messempfehlungen des BAFU um unvollständige Messreihen, da zu viele Einzelwerte fehlen. Wegen Datenlücken bei den Feinstaubmessungen konnte für PM10 keine Homogenisierung vorgenommen werden. Die PM10-Daten vor dem Herbst 2007 lassen sich daher nicht direkt mit den Daten danach vergleichen.

Die NO₂-Belastung blieb im Vergleich zum Vorjahr nahezu konstant (die Abnahme war sehr gering); der Jahresmittelwert lag an diesem vom Verkehr geprägten Standort deutlich unter dem Grenzwert. Die PM10-Belastung verringerte sich und es wurde kein Tagesmittelgrenzwert mehr überschritten. Die Russbelastung nahm im Vergleich zum Vorjahr ab. Das Jahresmittel überschreitet den Richtwert jedoch deutlich.

Die Ozonbelastung blieb hoch, auch wenn sich die Anzahl Stunden mit Grenzwertüberschreitungen um rund 50 Stunden verringerte.

2.4.3 Reiden, Bruggmatte



©2016 Swisstopo

Lage

Direkt an der Autobahn A2, ca. 540 m südlich des Autobahnanschlusses Reiden

Koordinaten

639.560 / 232.110, Höhe 462 m ü. M.

Strassenabstand

7 m (A2) → Sonde zu Rand Normalspur

Kategorie gemäss in-luft: **1**
 Kategorie gemäss BAFU: **3 C a**
 Höhentyp: **Mittelland**
 Siedlungsgrösse: **ausserhalb**
 Verkehr, DTV (% LKW): **53 492 (10.4 %)**



| Stickstoffdioxid (NO ₂) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|-------------------------------------|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [µg/m ³] | 30 | 25 | ↘ |
| 95-Perzentil [µg/m ³] | 100 | 56 | → |
| Höchster TMW [µg/m ³] | 80 | 59 | → |
| Überschreitungen [Tage] | 1 | 0 | → |

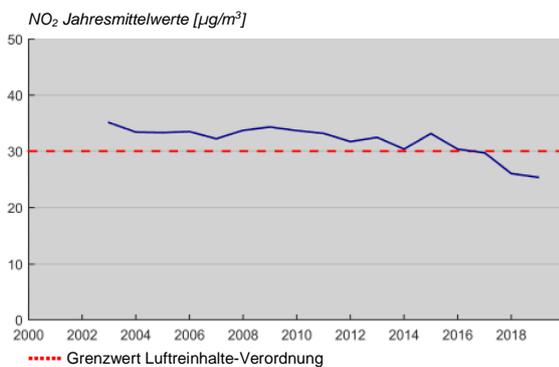
| Feinstaub (PM10) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|-----------------------------------|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [µg/m ³] | 20 | 15 | ↘ |
| Höchster TMW [µg/m ³] | 50 | 44 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 3 | 0 | ↘ |

| EC / Russ | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|-----------------------------------|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [µg/m ³] | (0.1)* | 0.71** | ↘ |
| Höchster TMW [µg/m ³] | — | 2.73** | ↗ |

* Empfehlung

** unvollständige Messreihe

Langjähriger Vergleich von NO₂ und PM10



Die Station Reiden ist wie die Station A2 Uri Bestandteil des MfM-U-Messnetzes. Mit den erhobenen Messdaten soll die durch das bilaterale Landverkehrsabkommen zwischen der Schweiz und der EU (Verlagerung des Schwerverkehrs auf die Schiene) verursachte Veränderung der Luftqualität quantifiziert werden. Verkehrsmengen, Fahrzeugklassen und Lärmimmissionen werden hier zusätzlich erfasst. Die Ozonmessung wurde Ende 2006 aufgrund des geänderten MfM-U-Messkonzeptes eingestellt.

Die Verkehrsemissionen der unmittelbar angrenzenden Autobahn sind an diesem Standort dominant.

Die NO₂-Belastung blieb im Vergleich zum Vorjahr nahezu konstant, der Jahresmittelwert nahm um 1 µg/m³ ab und lag wie im Vorjahr lag an diesem vom Verkehr geprägten Standort deutlich unter dem Grenzwert.

Die PM10-Belastung verringerte sich und es wurde kein Tagesmittelgrenzwert mehr überschritten (2018: 2 Überschreitungen). Die Russbelastung verharrte auf einem hohem Niveau. Der Richtwert für das Jahresmittel wurde deutlich überschritten.

2.4.4 Ebikon, Sedel Hügelkuppe



©2016 Swisstopo

Lage

Nördlich der Stadt Luzern, Hügelkuppe, 250 m von der A14 entfernt

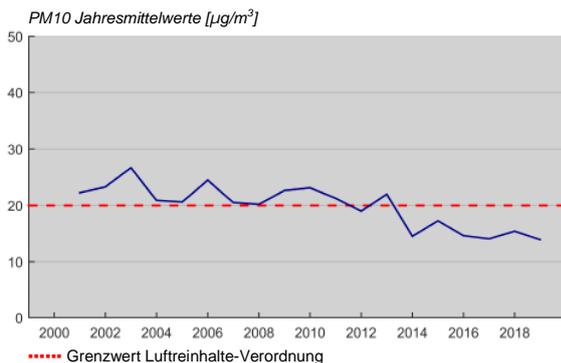
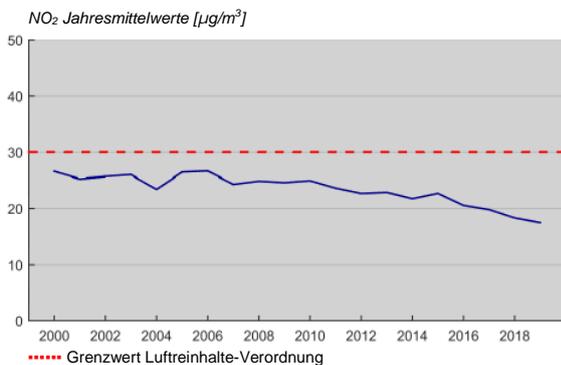
Koordinaten

665.480 / 213.325, Höhe 484 m ü. M.

Strassenabstand

250 m (Kantonsstrasse)
300 m (Autobahnverzweigung)

Langjähriger Vergleich von NO₂ und PM10



Kategorie gemäss in-luft:
Kategorie gemäss BAFU:
Höhentyp:
Siedlungsgrösse:
Verkehr, DTV (% LKW):

1
6 D a
Mittelland
ausserhalb
85 020 (6.1 %)



| Stickstoffdioxid (NO ₂) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 30 | 17 | ↘ |
| 95-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 100 | 45 | ↗ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 80 | 48 | → |
| Überschreitungen [Tage] | 1 | 0 | → |

| Feinstaub (PM10) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 20 | 14 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 50 | 46 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 3 | 0 | ↘ |

| EC / Russ | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | (0.1)* | 0.50 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | — | 2.18 | ↗ |

| Ozon (O ₃) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|--|-----------|------------------|----------------------|
| Max. 1h-Mittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 120 | 189 | ↗ |
| Überschreitungen [Std.] | 1 | 336 | ↘ |
| Max. 98-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 100 | 162 | ↘ |
| Überschreitungen [Mt.] | 0 | 7 | ↗ |
| AOT40 (Wald) [ppm·h] | (5)* | 14.9 | ↘ |

* Empfehlung

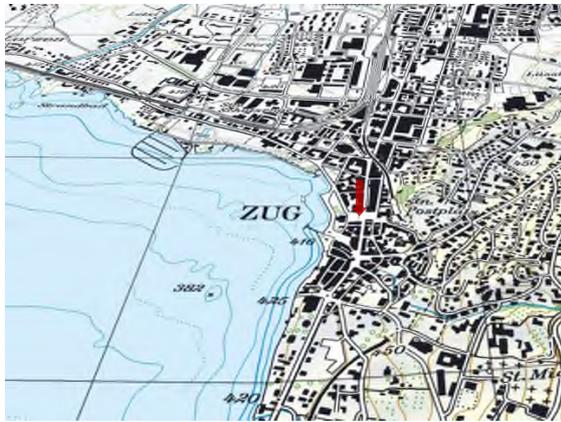
Euroairnet Messstation (<http://acm.eionet.europa.eu/>)

Die Messstation Sedel besteht seit 1988 und gibt einen Überblick über die Luftschadstoffbelastung an der Peripherie der Stadt Luzern und der nördlichen Agglomeration. Je nach Wetterlage wird dieser Standort durch die Verkehrsemissionen der Autobahnverzweigung A2 / A14 beeinflusst. Die Daten der Station Ebikon werden zusätzlich im Rahmen des europäischen Immissionsüberblicks der EEA (European Environment Agency) veröffentlicht.

Die NO₂- und PM10-Grenzwerte wurden eingehalten. Die NO₂-Belastung veränderte sich nur geringfügig. Der Jahresmittelgrenzwert nahm um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ab. Diese kleine, aber kontinuierliche Abnahme liegt im langjährigen Trend. Auch die PM10-Belastung ging leicht zurück. Der Jahresmittelwert sank um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Es kam zu keinen Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwerts mehr. Die durchschnittliche Belastung mit Russ nahm geringfügig ab, der höchste Tagesmittelwert jedoch deutlich zu. Der Richtwert für das Jahresmittel wurde überschritten.

Die Ozonbelastung blieb hoch. Sämtliche Grenzwerte wurden deutlich überschritten, auch wenn die Anzahl der Stundenmittelgrenzwert-Überschreitungen um 20 % abnahm.

2.4.5 Zug, Postplatz



©2016 Swisstopo

Lage

Stadtzentrum, vom nahen See beeinflusst

Koordinaten

681.625 / 224.641, Höhe 420 m ü. M.

Strassenabstand

24 m

Kategorie gemäss in-luft: **3**
 Kategorie gemäss BAFU: **1 B c**
 Höhentyp: **Mittelland**
 Siedlungsgrösse: **30 000 Einw.**
 Verkehr, DTV (% LKW): **16 000 (10 %)**

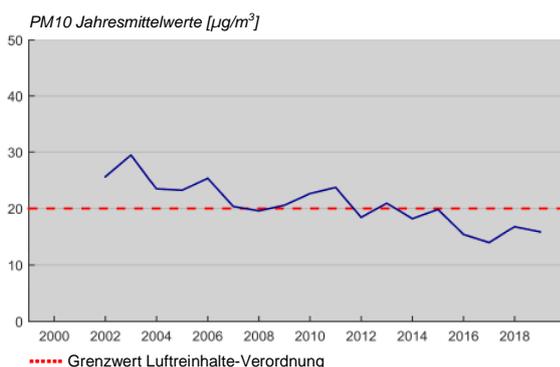
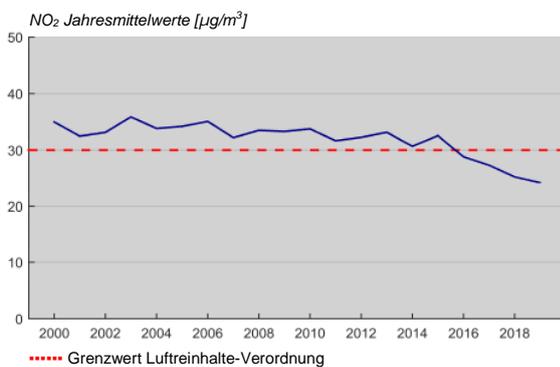


| Stickstoffdioxid (NO ₂) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|-------------------------------------|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [µg/m ³] | 30 | 24* | ↘ |
| 95-Perzentil [µg/m ³] | 100 | 52* | → |
| Höchster TMW [µg/m ³] | 80 | 49* | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 1 | 0* | → |

| Feinstaub (PM ₁₀) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|-----------------------------------|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [µg/m ³] | 20 | 16 | ↘ |
| Höchster TMW [µg/m ³] | 50 | 55 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 3 | 1 | ↘ |

* Unvollständige Messreihe.

Langjähriger Vergleich von NO₂ und PM₁₀



Die Stickoxid- und PM₁₀-Emissionen, die für diesen Standort dominant sind, stammen hauptsächlich vom Strassenverkehr.

Obwohl wegen der nicht genügenden Anzahl NO₂-Messdaten kein gültiger Jahresmittelwert gebildet werden konnte, lässt der plausible Konzentrationsverlauf dennoch darauf schliessen, dass die durchschnittliche NO₂-Belastung ähnlich war wie im Vorjahr oder sich sogar noch etwas verringerte. Die Langzeitbelastung an diesem Standort lag in der Vergangenheit in einem Bereich zwischen dem Grenzwert (30 µg/m³) und 35 µg/m³. Der Jahresmittelgrenzwert wurde jedoch seit 2016 nicht mehr überschritten.

Die PM₁₀-Belastung nahm an diesem Standort ab. Der PM₁₀-Jahresmittelwert verringerte sich um 1 µg/m³. Der Tagesmittelgrenzwert wurde an diesem städtischen Standort an einem Tag überschritten, zwei weniger als im Vorjahr. Gemäss geänderter LRV sind 3 Überschreitungen pro Jahr erlaubt.

2.4.6 Luzern, Moosstrasse



©2016 Swisstopo

Lage

Hauptverkehrsachse, Wohn- und Geschäftsquartier

Koordinaten

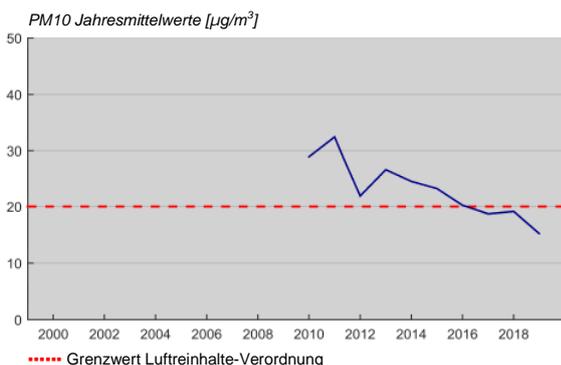
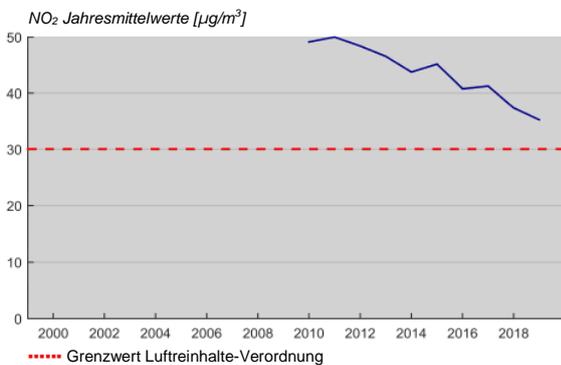
665.789 / 210.898, Höhe 441 m ü. M.

Strassenabstand

5 m (Moosstrasse)

15 m (Obergrundstrasse)

Langjähriger Vergleich von NO₂ und PM₁₀



Kategorie gemäss in-luft: **3**

Kategorie gemäss BAFU: **1 C c**

Höhentyp:

Siedlungsgrösse:

Verkehr, DTV (% LKW):

3

1 C c

Mittelland

84 581 Einw.

40 000 (7 %)



| Stickstoffdioxid (NO ₂) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 30 | 35 | ↘ |
| 95-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 100 | 68 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 80 | 69 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 1 | 0 | ↘ |

| Feinstaub (PM ₁₀) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 20 | 15 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 50 | 48 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 3 | 0 | ↘ |

| Feinstaub (PM _{2.5}) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 10 | 12 | — |

| EC / Russ | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | (0.1)* | 0.75 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | — | 2.30 | ↗ |

* Empfehlung

Die Station Moosstrasse ist repräsentativ für städtische, zentrumsnahe, stark verkehrsexponierte Gebiete. Die erhöhte Konzentration von Stickstoffdioxid und Feinstaub ist die Folge von insgesamt hohen Emissionen aus dem Verkehr und den Feuerungen. Die räumliche Situation (Strassenschluchten) bewirkt zudem eine schlechte Durchmischung der Luftschichten.

Der Standort Luzern Moosstrasse wies die höchste Belastung mit NO₂ aller Stationen auf dem Messgebiet auf. Die durchschnittliche Belastung liegt seit Messbeginn im Jahr 2010 deutlich über dem Jahresmittelgrenzwert. Allerdings nahm die Belastung seither ab. Die Abnahme des Jahresmittels betrug 2019 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Tagesmittelgrenzwert wurde an diesem Standort nicht mehr überschritten (Vorjahr: 1 Überschreitung).

Der PM₁₀-Belastung erfuhr eine markante Reduktion. Der Jahresmittelwert sank um 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und lag erstmals deutlich unter dem Grenzwert von 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Auch der Tagesmittelgrenzwert wurde nicht mehr überschritten (Vorjahr: 3 Überschreitungen). Allerdings überschreitet die erstmalig gemessene Feinstaubfraktion PM_{2.5} den Jahresmittelgrenzwert von 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Russbelastung blieb an diesem Standort hoch und das Jahresmittel überschreitet den empfohlenen Richtwert deutlich.

2.4.7 Luzern, Bahnhofplatz (Kurzzeitmessung)

Kategorie gemäss in-luft: **3**
 Kategorie gemäss BAFU: **1 C b**
 Höhentyp: **Mittelland**
 Siedlungsgrösse: **77 500 Einw.**
 Verkehr, DTV (% LKW): **40 000 (7 %)**



©2000 Swisstopo

Lage

Hauptverkehrsachse, Bahnhofplatz

Koordinaten

666.183 / 211.419, Höhe 435 m ü. M.

Strassenabstand

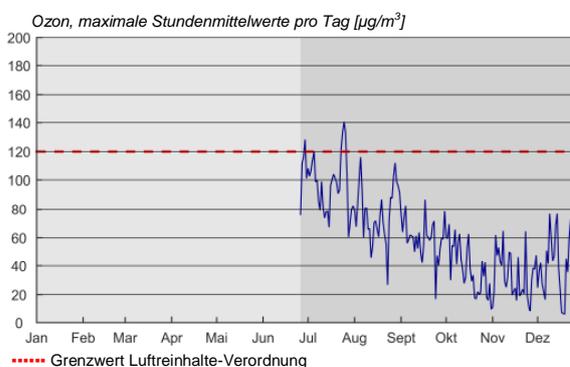
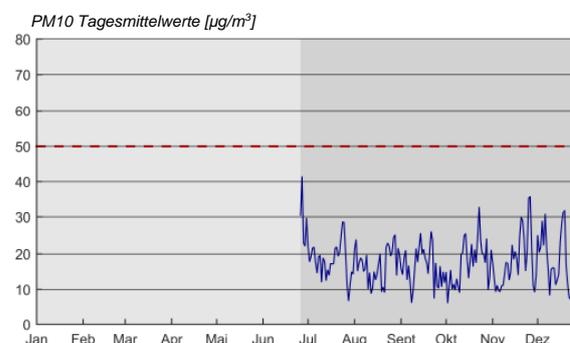
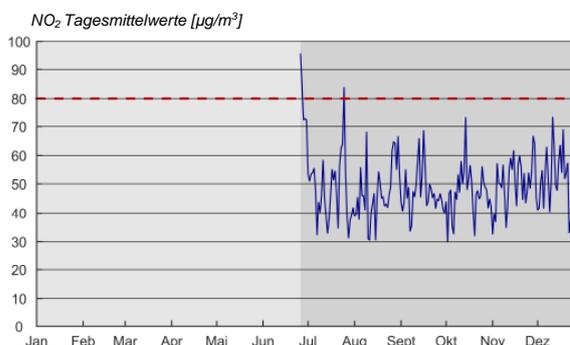
1 m

Der Messort ist städtisch, zentral gelegen und sehr stark verkehrsexponiert. Erhöhte Stickoxidwerte sind die unmittelbare Folge des Verkehrs mit einem hohen Anteil an Dieselfahrzeugen.

Im Zeitraum von Juli bis Dezember wurde der Tagesmittelgrenzwert für NO₂ (80 µg/m³) einmal überschritten, der für Feinstaub PM10 (50 µg/m³) gar nie. Der Stundenmittelgrenzwert für Ozon von 120 µg/m³ wurde im August 14 Mal überschritten.

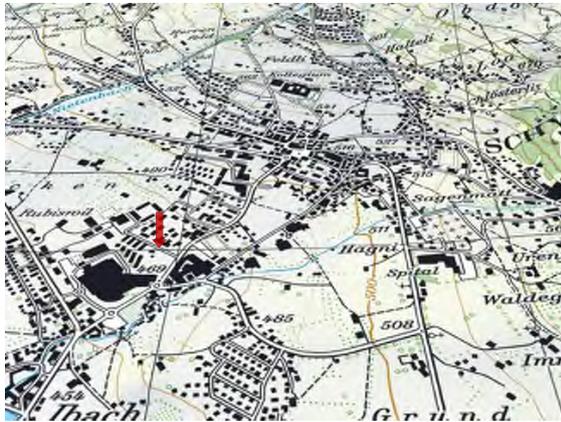
Der Airpointer wird im in-luft-Messnetz seit 2012 als mobile Messeinrichtung, unter anderem an Orten mit erhöhter Luftbelastung, eingesetzt. Die Messungen dienen auch dazu, die Qualität der Immissionsmodellierung zu überprüfen.

Schadstoffverläufe von NO₂, PM10 und Ozon



| | Stickstoffdioxid (NO ₂) | | | Feinstaub (PM10) | | | Ozon (O ₃) | |
|------|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------|
| | Mittelwert | max. TMW | Tage > 80 µg/m ³ | Mittelwert | max. TMW | Tage > 50 µg/m ³ | max. 1h-Mittel | h > 120 µg/m ³ |
| Jul. | 48 µg/m ³ | 84 µg/m ³ | 1 | 18 µg/m ³ | 29 µg/m ³ | 0 | 141 µg/m ³ | 14 |
| Aug. | 47 µg/m ³ | 68 µg/m ³ | 0 | 17 µg/m ³ | 25 µg/m ³ | 0 | 116 µg/m ³ | 0 |
| Sep. | 47 µg/m ³ | 69 µg/m ³ | 0 | 16 µg/m ³ | 26 µg/m ³ | 0 | 87 µg/m ³ | 0 |
| Okt. | 47 µg/m ³ | 73 µg/m ³ | 0 | 17 µg/m ³ | 33 µg/m ³ | 0 | 69 µg/m ³ | 0 |
| Nov. | 50 µg/m ³ | 67 µg/m ³ | 0 | 18 µg/m ³ | 36 µg/m ³ | 0 | 65 µg/m ³ | 0 |
| Dez. | 49 µg/m ³ | 73 µg/m ³ | 0 | 18 µg/m ³ | 32 µg/m ³ | 0 | 76 µg/m ³ | 0 |

2.4.8 Schwyz, Rubiswilstrasse



©2016 Swisstopo

Lage

Nähe Einkaufszentrum, offene Bebauung

Koordinaten

691.911 / 208.039, Höhe 470 m ü. M.

Strassenabstand

100 m (Kantonsstrasse)

Kategorie gemäss in-luft: **4**

Kategorie gemäss BAFU: **6 B c**

Höhentyp: **Mittelland**

Siedlungsgrösse: **14 892 Einw.**

Verkehr, DTV (% LKW): **13 900 (4.5 %)**

4

6 B c

Mittelland

14 892 Einw.

13 900 (4.5 %)

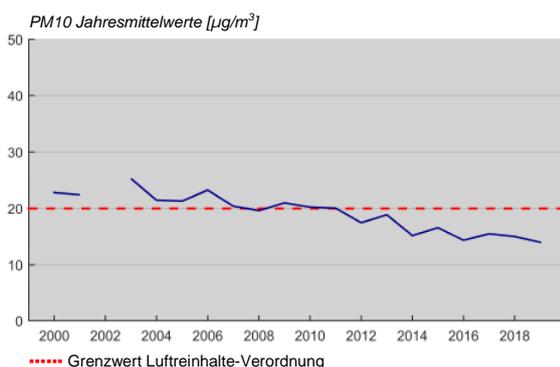
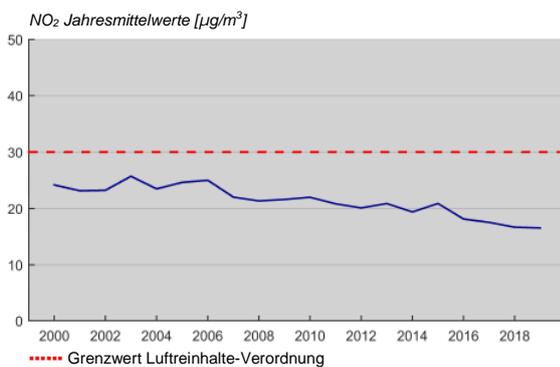


| Stickstoffdioxid (NO ₂) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|-------------------------------------|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [µg/m ³] | 30 | 17 | → |
| 95-Perzentil [µg/m ³] | 100 | 42 | ↗ |
| Höchster TMW [µg/m ³] | 80 | 44 | ↗ |
| Überschreitungen [Tage] | 1 | 0 | → |

| Feinstaub (PM ₁₀) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|-----------------------------------|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [µg/m ³] | 20 | 14 | ↘ |
| Höchster TMW [µg/m ³] | 50 | 46 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 3 | 0 | ↘ |

| Feinstaub (PM _{2.5}) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|-----------------------------------|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [µg/m ³] | 10 | 9 | — |

Langjähriger Vergleich von NO₂ und PM₁₀



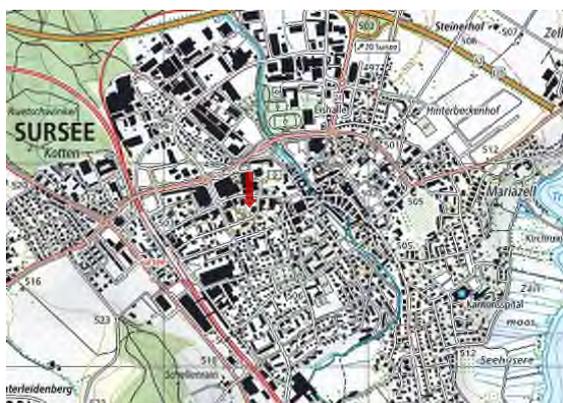
Die Stickstoffdioxid- und Feinstaubkonzentrationen werden an diesem Standort zu einem grossen Teil von den regionalen Immissionen (Hintergrundbelastung) beeinflusst. Der Rest ist lokaler Natur und stammt von den Emissionen des Talkessels von Schwyz.

Die NO₂-Immissionen bewegten sich auf einem ähnlichen Niveau wie im Jahr zuvor. Sie lagen nach wie vor deutlich unter den Grenzwerten der LRV.

Seit einigen Jahren ist an diesem Standort eine abnehmende PM₁₀-Belastung festzustellen. Dieser Trend setzte sich auch 2019 fort. Der Jahresmittelgrenzwert wurde seit mehreren Jahren nicht mehr überschritten und verringerte sich nochmals um 1 µg/m³. Der Tagesmittelgrenzwert wurde nicht mehr überschritten (Vorjahr: 1 Überschreitung). Die Konzentration der Feinstaubfraktion PM_{2.5}, die 2019 erstmals gemessen wurde, lag unter dem Grenzwert von 10 µg/m³.

2.4.9 Sursee (Kurzzeitmessung)

Kategorie gemäss in-luft: **4**
 Kategorie gemäss BAFU: **6 A b**
 Höhentyp: **Mittelland**
 Siedlungsgrösse: **10 000 Einw.**
 Verkehr, DTV (% LKW): **-**



©2019 Swisstopo

Lage

Am Rand eines Grünparks, Wohn- und Geschäftsquartier

Koordinaten

650.409 / 224.779, Höhe 500 m ü. M.

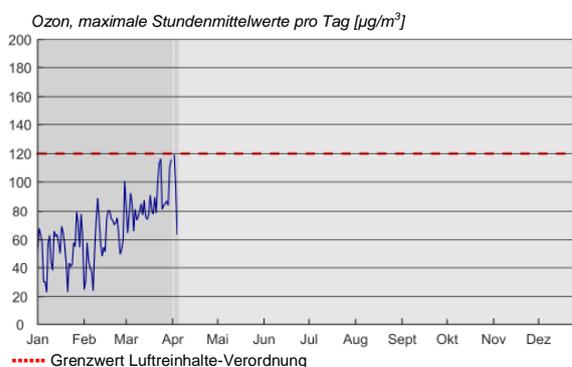
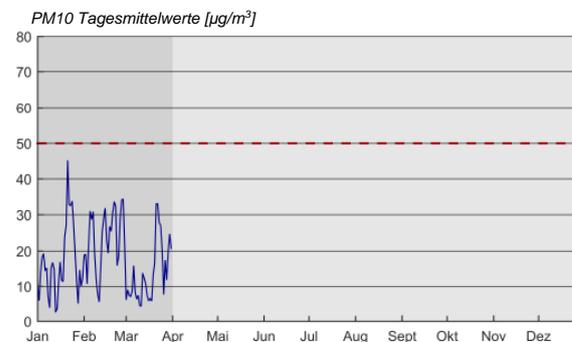
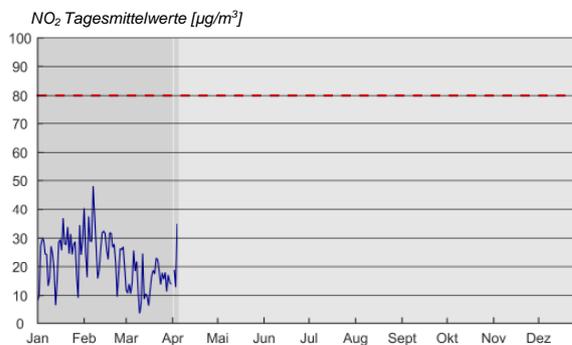
Strassenabstand

45 m

Die Station Sursee steht repräsentativ für die städtische Hintergrundbelastung in dieser Ortschaft. Der Messstandort liegt abseits viel befahrener Verkehrsachsen. Beim Stickstoffdioxid und Feinstaub wurden keine Grenzwerte überschritten. Auch beim Ozon traten keine Überschreitungen des Stundenmittelwerts auf. In den Wintermonaten sind Überschreitungen der Ozonegrenzwerte allerdings auch nicht zu erwarten.

Der Airpointer wird im in-luft-Messnetz seit 2012 als mobile Messeinrichtung, unter anderem an Orten mit erhöhter Luftbelastung, eingesetzt. Die Messungen dienen auch dazu, die Qualität der Immissionsmodellierung zu überprüfen.

Schadstoffverläufe von NO₂, PM10 und Ozon



| | Stickstoffdioxid (NO ₂) | | | Feinstaub (PM10) | | | Ozon (O ₃) | |
|------|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| | Mittelwert | max. TMW | Tage > 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Mittelwert | max. TMW | Tage > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | max. 1h-Mittel | h > 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Jan. | 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 |
| Feb. | 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 101 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 |
| Mär. | 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 | 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 0 |

2.4.10 Zugerberg



©2016 Swisstopo

Lage

Nördlicher Rand der Hochebene Eigenried

Koordinaten

683.000 / 220.500, Höhe 990 m ü. M.

Strassenabstand

-

Kategorie gemäss in-luft:
Kategorie gemäss BAFU:
Höhentyp:
Siedlungsgrösse:
Verkehr, DTV (% LKW):

6b
7 A a
Voralpin
ausserhalb
-



| Ozon (O ₃) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|--|-----------|------------------|----------------------|
| Max. 1h-Mittel [µg/m ³] | 120 | 195 | ↗ |
| Überschreitungen [Std.] | 1 | 524 | ↘ |
| Max. 98-Perzentil [µg/m ³] | 100 | 166 | ↘ |
| Überschreitungen [Mt.] | 0 | 8 | → |
| AOT40 (Wald) [ppm·h] | (5)* | 11.0 | ↘ |

Unbereinigte Daten

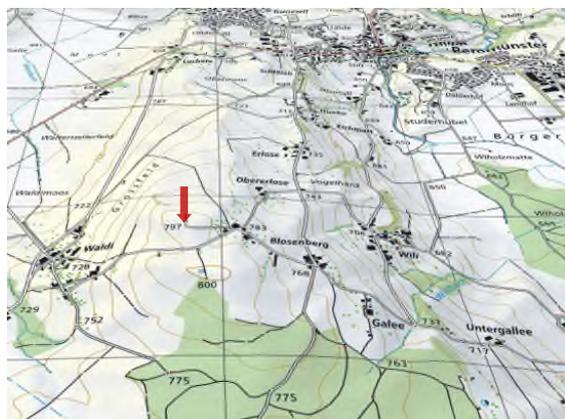
* Empfehlung

Die Station Zugerberg befindet sich auf der Hochebene Eigenried, ungefähr 5 km südöstlich der Stadt Zug. Die Umgebung ist voralpin geprägt, Weideland und Waldpartien wechseln sich ab. Die Messstation wird betrieben vom Institut für angewandte Pflanzenbiologie (IAP).

Die Ozonbelastung ist vergleichbar mit jener der Stationen Rigi-Seebodenalp und Beromünster. Es sind wenige anthropogene Schadstoffemissionen vorhanden. Das regional gebildete Ozon wird daher kaum abgebaut und so resultiert eine sehr hohe Ozonbelastung an diesem Standort.

Der Stundenmittelgrenzwert von 120 µg/m³ wurde an 56 Tagen während 524 Stunden überschritten. Das sind nicht mehr so viele Überschreitungen wie im Jahr zuvor. Trotzdem ist die Ozonbelastung an diesem Standort nach wie vor sehr hoch.

2.4.11 Beromünster (NABEL Station)



©2016 Swisstopo

Lage

An der Basis des stillgelegten Sendemastens des ehemaligen Landessenders, zuoberst auf dem Blosenberg

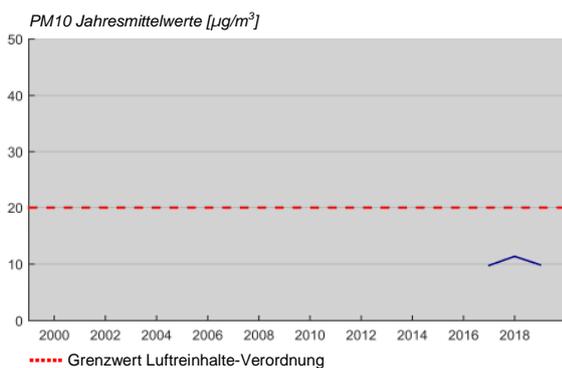
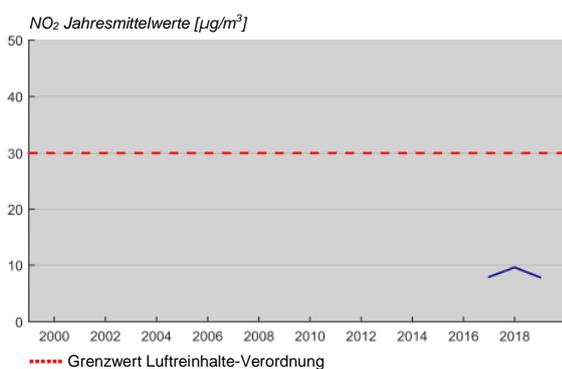
Koordinaten

655.840 / 226.780, Höhe 797 m ü. M.

Strassenabstand

-

Langjähriger Vergleich von NO₂ und PM₁₀



Kategorie gemäss in-luft:
Kategorie gemäss BAFU:
Höhentyp:
Siedlungsgrösse:
Verkehr, DTV (% LKW):

6b
7 A a
Mittelland
ausserhalb
-



| Stickstoffdioxid (NO ₂) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 30 | 8 | ↘ |
| 95-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 100 | 19 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 80 | 34 | ↗ |
| Überschreitungen [Tage] | 1 | 0 | → |

| Feinstaub (PM ₁₀) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 20 | 10 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 50 | 39 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 3 | 0 | → |

| Feinstaub (PM _{2.5}) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 10 | 7 | — |

| Ozon (O ₃) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|--|-----------|------------------|----------------------|
| Max. 1h-Mittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 120 | 273 | ↗ |
| Überschreitungen [Std.] | 1 | 515 | ↘ |
| Max. 98-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 100 | 174 | ↗ |
| Überschreitungen [Mt.] | 0 | 9 | ↗ |
| AOT40 (Wald) [ppm·h] | (5)* | 18.4 | ↘ |

* Empfehlung

Die Station Beromünster ist Bestandteil des [NABEL](#). Sie befindet sich an der Basis des stillgelegten Landessenders auf einer unbewaldeten Kuppe in landwirtschaftlich geprägter Umgebung. Der Standort ist aus allen Richtungen frei anströmbar und wird nicht unmittelbar durch Emissionen von Strassen oder Industrieanlagen beeinflusst. Die Station repräsentiert die Belastungssituation an einem erhöhten Standort im Mittelland.

Die Schadstoffbelastungen sind vergleichbar mit denjenigen der Stationen Rigi Seebodenalp und Zugerberg, die ebenfalls ländlich und höher gelegen sind und nicht direkt von anthropogenen Schadstoffemissionen beeinflusst werden.

Die Belastung mit NO₂ und PM₁₀ war tief und verminderte sich noch geringfügig. Die Grenzwerte wurden eingehalten.

Sämtliche Grenzwerte für Ozon wurden ausserordentlich häufig bzw. deutlich überschritten. An 53 Tagen wurde der Stundenmittelgrenzwert während mehr als 500 Stunden überschritten. Das sind etwas weniger Überschreitungen als im Vorjahr mit ebenfalls sehr hohen Ozonkonzentrationen. Die maximale Ozonkonzentration war mit 273 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ um fast 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als 2018.

2.4.12 Rigi, Seebodenalp (NABEL-Station)



©2016 Swisstopo

Lage

Südwestlich der Bergstation der Seebodenalpbahn, auf der Krete der Mülmannsegg

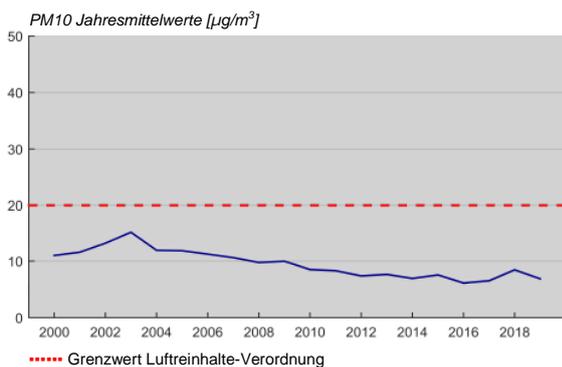
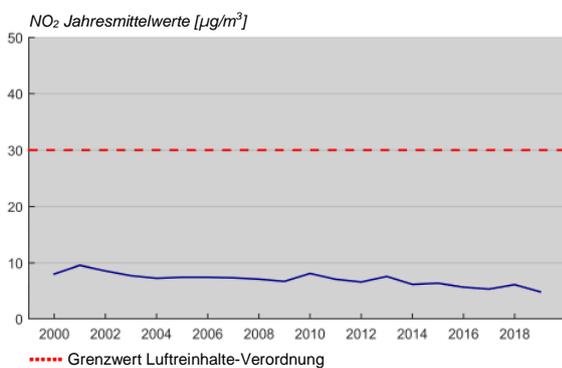
Koordinaten

677.835 / 213.440, Höhe 1031 m ü. M.

Strassenabstand

-

Langjähriger Vergleich von NO₂ und PM₁₀



Kategorie gemäss in-luft:
Kategorie gemäss BAFU:
Höhentyp:
Siedlungsgrösse:
Verkehr, DTV (% LKW):

6c
8 A a
Voralpin
ausserhalb
-



| Stickstoffdioxid (NO ₂) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 30 | 5 | ↘ |
| 95-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 100 | 13 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 80 | 27 | ↘ |
| Überschreitungen [Tage] | 1 | 0 | → |

| Feinstaub (PM ₁₀) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 20 | 7 | ↘ |
| Höchster TMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 50 | 37 | ↗ |
| Überschreitungen [Tage] | 3 | 0 | → |

| Feinstaub (PM _{2.5}) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|---|-----------|------------------|----------------------|
| Jahresmittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 10 | 5 | — |

| Ozon (O ₃) | Grenzwert | Messwert 2019 | Vergleich Vorjahr |
|--|-----------|------------------|----------------------|
| Max. 1h-Mittel [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 120 | 197 | ↗ |
| Überschreitungen [Std.] | 1 | 623 | ↘ |
| Max. 98-Perzentil [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 100 | 165 | ↘ |
| Überschreitungen [Mt.] | 0 | 8 | → |
| AOT40 (Wald) [ppm·h] | (5)* | 22.1 | ↘ |

* Empfehlung

Die Station Rigi Seebodenalp ist Bestandteil des [NABEL](#). Die Station liegt zwischen den beiden Städten Luzern und Zug (Entfernung je 12 km).

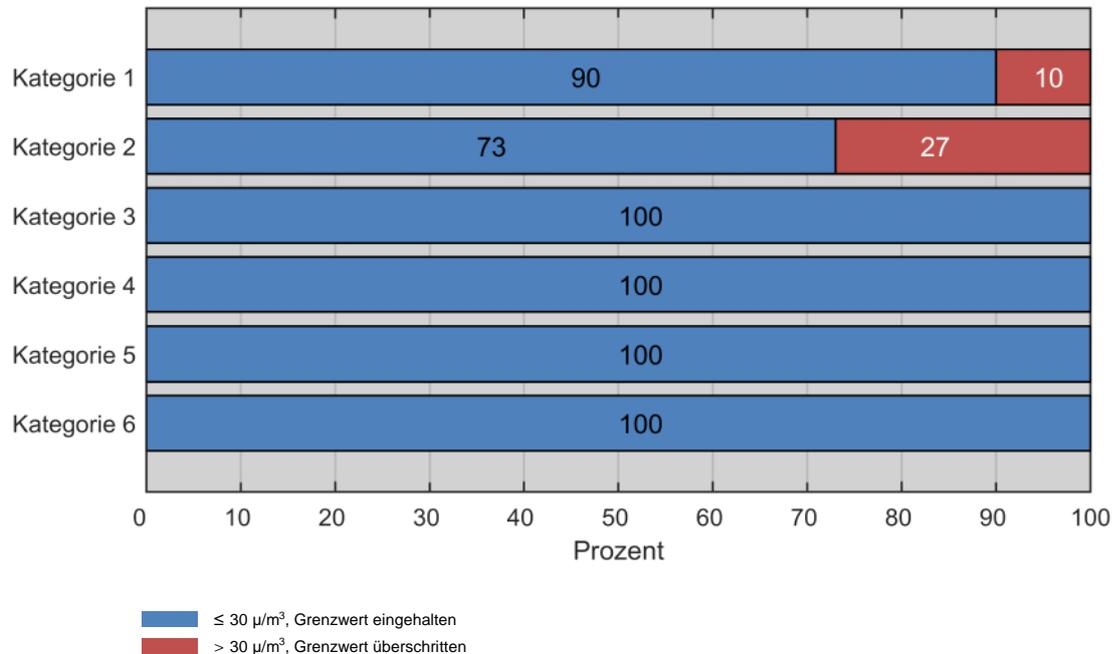
Aufgrund des ländlichen, voralpinen Charakters ist die Primärschadstoffbelastung an diesem Standort äusserst gering. Es sind kaum anthropogene Schadstoffemissionen vorhanden. Die Luftschadstoffe werden aus den besiedelten Gebieten über weite Strecken herantransportiert und dabei verdünnt. Das regional gebildete Ozon wird deshalb kaum abgebaut.

Die NO₂- und PM₁₀-Belastung lag auf einem tiefen Niveau, vergleichbar mit den früheren Jahren.

Die Station Rigi weist ähnlich hohe Ozonbelastungen auf wie die Stationen Zugerberg und Beromünster. Sie sind mit Abstand am höchsten im in-luft-Messgebiet. Sämtliche Grenzwerte wurden sehr deutlich überschritten. Der Grenzwert für das Stundenmittel wurde an 62 Tagen während mehr als 600 Stunden überschritten. Im Vergleich zum Vorjahr mit ebenfalls sehr hohen Ozonkonzentrationen ist das ein Rückgang auf sehr hohem Belastungsniveau.

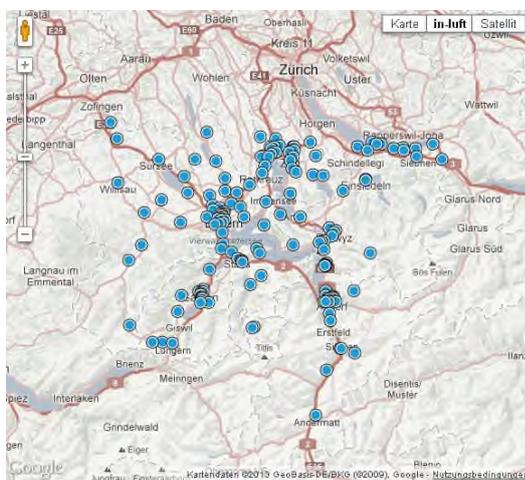
2.5 NO₂-Passivsammler-Messungen 2019

Um eine optimale, flächendeckende Aussage zur Stickstoffdioxid-Belastung zu ermöglichen, werden (zusätzlich zu den kontinuierlich messenden Stationen) an 98 Standorten Messungen mit Passivsammlern durchgeführt. Grenzwertüberschreitungen wurden 2019 an verkehrsnahen Standorten (Kategorien 1 und 2) registriert.



Die folgenden Tabellen enthalten die im Jahr 2019 mittels Passivsammlern gemessenen Jahresmittelwerte, sortiert nach Kantonen (Kap. →2.5.1) bzw. Kategorien (Kap. →2.5.2).

Auf der Webseite www.in-luft.ch (> Luftqualität > NO₂-Passivsammler) werden die Resultate sämtlicher Passivsammler-Messungen seit 1999 publiziert (stillgelegte und aktuelle Standorte). Die geografische Verteilung der Standorte wird in einer interaktiven Karte dargestellt, und jeder Standort ist mit Detailinformationen und Fotos dokumentiert.



Interaktive Karte mit den Passivsammler-Standorten.

2.5.1 Resultate 2019 sortiert nach Kantonen

| Kanton | Standort | Ost-Koord. | Nord-Koord. | Höhe m ü. M. | in-luft-Kat. | Jahresmittel 2019 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Jahresmittel 2018 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|--------|--------------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|--|--|
| LU | Emmen, Waldibrücke | 666.749 | 217.328 | 420 | 1 | 20 | 20 |
| LU | Dierikon, Pilatusstrasse | 670.046 | 216.280 | 420 | 2 | 26 | 27 |
| LU | Horw, Bahnhofstrasse | 666.315 | 207.870 | 440 | 2 | 21 | 22 |
| LU | Luzern, Bahnhofplatz (526) | 666.315 | 211.415 | 436 | 2 | 36 | 37 |
| LU | Rothenburg, Flecken | 663.255 | 216.195 | 490 | 2 | 27 | 27 |
| LU | Littau, Reussbühl | 664.109 | 213.050 | 435 | 3 | 20 | 20 |
| LU | Luzern, Kasimir Pfyfferstr. 26 (570) | 665.475 | 211.145 | 440 | 3 | 19 | 19 |
| LU | Luzern, Museggstrasse | 666.175 | 211.975 | 445 | 3 | 25 | 25 |
| LU | Luzern, Neustadt Bleicherpark | 665.955 | 210.700 | 440 | 3 | 24 | 22 |
| LU | Luzern, Sternmatt (534) | 666.440 | 210.075 | 490 | 3 | 19 | 19 |
| LU | Luzern, Tribtschen (VBL) | 666.895 | 210.715 | 440 | 3 | 18 | 18 |
| LU | Luzern, Wesemlin Kloster (585) | 666.540 | 212.580 | 485 | 3 | 15 | 15 |
| LU | Emmen, Herdschwand | 663.880 | 214.080 | 450 | 4 | 18 | 18 |
| LU | Kriens, Schulhaus Brunnmatt | 664.615 | 209.575 | 470 | 4 | 18 | 18 |
| LU | Buchrain, Leisibachstrasse | 669.450 | 216.915 | 460 | 5 | 18 | 18 |
| LU | Sempach, Feldweg | 657.240 | 220.545 | 520 | 5 | 18 | 19 |
| LU | Willisau-Stadt, Bahnhofstr. | 642.090 | 219.090 | 595 | 6a | 13 | 13 |
| LU | Neudorf, Bromen | 659.705 | 224.500 | 735 | 6b | 6 | 7 |
| LU | Schüpfheim, Landw. Schule | 644.720 | 201.100 | 725 | 6b | 8 | 8 |
| NW | Hergiswil, Dorf | 666.190 | 203.950 | 460 | 2 | 27 | 31 |
| NW | Stans, Post | 670.700 | 201.260 | 450 | 2 | – | – |
| NW | Buochs, Gemeindehaus | 674.875 | 203.060 | 438 | 5 | – | – |
| NW | Stans, Pestalozzi | 670.840 | 201.235 | 438 | 5 | – | – |
| NW | Hergiswil, Matt | 666.425 | 205.050 | 450 | 6a | 17 | 17 |
| NW | Niederrickenbach | 675.250 | 197.825 | 1162 | 6c | – | – |
| OW | Sarnen, Büntenstrasse | 662.003 | 194.565 | 469 | 4 | 14 | 15 |
| OW | Engelberg, Elektrizitätswerk | 673.495 | 185.670 | 1001 | 5 | 18 | 19 |
| OW | Lungern, Brünigstrasse 87 | 655.069 | 181.901 | 712 | 6a | 14 | 15 |
| SZ | Brunnen, Bahnhofstrasse | 689.040 | 205.980 | 440 | 2 | 24 | 25 |
| SZ | Einsiedeln, Restaurant Waldstatt | 699.060 | 220.450 | 880 | 2 | 26 | 27 |
| SZ | Küssnacht, Hauptplatz | 676.160 | 215.010 | 440 | 2 | 52 | 54 |
| SZ | Lachen, Oberdorfstrasse | 707.720 | 227.260 | 430 | 2 | 27 | 27 |
| SZ | Pfäffikon, Schindellegistrasse | 701.450 | 228.660 | 415 | 2 | 28 | 29 |
| SZ | Pfäffikon, Strassenverkehrsamt | 702.380 | 228.740 | 420 | 2 | 25 | 26 |
| SZ | Rothenthurm, Hauptstrasse | 693.910 | 217.790 | 925 | 2 | 22 | 23 |

| Kanton | Standort | Ost-Koord. | Nord-Koord. | Höhe m ü. M. | in-luft-Kat. | Jahresmittel 2019 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Jahresmittel 2018 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|--------|----------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|--|--|
| SZ | Schwyz, Herrengasse | 692.270 | 208.550 | 520 | 2 | 31 | 31 |
| SZ | Siebnen, Glarnerstrasse | 710.580 | 225.870 | 445 | 2 | 28 | 28 |
| SZ | Wollerau, Dorfplatz | 697.050 | 228.007 | 518 | 2 | 22 | 22 |
| SZ | Goldau, Bahnhofstrasse | 684.215 | 211.525 | 510 | 4 | 23 | 22 |
| SZ | Muotathal, Gemeindekanzlei | 700.340 | 203.420 | 610 | 5 | 17 | 16 |
| SZ | Tuggen | 714.310 | 228.845 | 408 | 6a | 12 | 12 |
| SZ | Morschach, Husmattegg | 689.700 | 204.140 | 655 | 6b | 7 | 7 |
| UR | Altdorf, Bärenmatt | 690.620 | 192.640 | 445 | 1 | 17 | 17 |
| UR | Altdorf, Gartenmatt | 690.175 | 193.550 | 440 | 1 | 19 | 19 |
| UR | Altdorf, Gross Ei | 690.540 | 192.340 | 444 | 1 | 37 | 38 |
| UR | Amsteg, Grund 2 | 693.930 | 181.300 | 510 | 1 | 14 | 14 |
| UR | Erstfeld, Pumpwerk | 691.320 | 189.340 | 454 | 1 | 17 | 18 |
| UR | Flüelen, Werkhof A2/A4 | 690.200 | 194.470 | 436 | 1 | 20 | 20 |
| UR | Gurtellen, Wiler | 690.700 | 176.065 | 743 | 1 | 23 | 24 |
| UR | Wassen, Schule | 688.747 | 173.366 | 915 | 1 | 13 | 13 |
| UR | Wassen, Autobahn | 688.871 | 173.321 | 876 | 1 | 19 | 21 |
| UR | Wassen, EWA Mast | 688.813 | 173.372 | 916 | 1 | 13 | 13 |
| UR | Altdorf, von Roll-Haus | 691.825 | 193.000 | 464 | 2 | 31 | 32 |
| UR | Schattdorf, Adlergarten | 692.237 | 191.103 | 481 | 2 | 24 | 25 |
| UR | Sisikon, EWA Häuschen | 690.070 | 200.467 | 455 | 2 | 11 | 12 |
| UR | Sisikon, Haus Kantonsstrasse | 690.107 | 200.487 | 460 | 2 | 12 | 14 |
| UR | Sisikon, Schulhaus Sportplatz | 690.045 | 200.600 | 440 | 2 | 9 | 10 |
| UR | Sisikon, Schulhaus Strassenlampe | 690.065 | 200.601 | 455 | 2 | 14 | 16 |
| UR | Altdorf, Allenwinden | 691.690 | 192.220 | 464 | 5 | 12 | 13 |
| UR | Altdorf, Grossmatt | 691.220 | 192.100 | 460 | 5 | 14 | 14 |
| UR | Altdorf, Kapuzinerkloster | 691.900 | 193.300 | 514 | 5 | 7 | 7 |
| UR | Altdorf, Spital | 691.404 | 192.956 | 449 | 5 | 14 | 14 |
| UR | Andermatt, Bahnhof | 688.425 | 165.675 | 1436 | 6a | 11 | 11 |
| UR | Andermatt, Gotthardstrasse | 688.534 | 165.289 | 1441 | 6a | 12 | 12 |
| UR | Bürglen, Brickermatte | 692.540 | 192.135 | 496 | 6a | 10 | 11 |
| UR | Göschenen, Gotthardstrasse | 687.972 | 168.974 | 1113 | 6a | 7 | 7 |
| UR | Sisikon, Ob den Dächern | 690.132 | 200.500 | 470 | 6a | 8 | 9 |
| UR | Sisikon, Unterdorf | 689.927 | 200.352 | 450 | 6a | 11 | 11 |
| UR | Attinghausen, Eielen | 689.860 | 192.036 | 451 | 6b | 10 | 10 |
| UR | Attinghausen, Schachli | 690.340 | 192.020 | 446 | 6b | 11 | 12 |
| UR | Silenen, Dägerlohn | 693.944 | 183.107 | 516 | 6b | 14 | 14 |
| UR | Sisikon, Doppelmast beim Bergweg | 690.205 | 200.510 | 485 | 6b | 6 | 7 |

| Kanton | Standort | Ost-Koord. | Nord-Koord. | Höhe m ü. M. | in-luft-Kat. | Jahresmittel 2019 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Jahresmittel 2018 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|--------|------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|--|--|
| UR | Sisikon, Hochspannungsmast | 690.358 | 200.924 | 640 | 6b | 5 | 6 |
| UR | Biel, Bergstation | 696.800 | 194.575 | 1625 | 6c | 2 | 2 |
| UR | Göschenen, Eidgenössisch | 688.222 | 168.867 | 1106 | 6c | 9 | 9 |
| UR | Göschenen, Schöllenen | 687.858 | 168.470 | 1136 | 6c | 10 | 10 |
| ZG | Baar, Herti | 681.426 | 226.453 | 424 | 1 | 18 | 18 |
| ZG | Baar, TZB Inwilerriedstrasse | 682.676 | 226.548 | 433 | 1 | 20 | 20 |
| ZG | Baar, TZB Rigistrasse | 682.765 | 227.330 | 445 | 1 | 19 | 20 |
| ZG | Baar, Zugerstrasse | 682.057 | 226.941 | 435 | 1 | 21 | 21 |
| ZG | Cham, Baregg | 677.878 | 227.712 | 420 | 1 | 19 | 21 |
| ZG | Cham, Bibersee | 678.231 | 229.480 | 445 | 1 | 42 | 43 |
| ZG | Cham, Eizmoos | 677.146 | 227.748 | 440 | 1 | 21 | 22 |
| ZG | Cham, UCH Cham Nord | 677.172 | 227.222 | 432 | 1 | 19 | 19 |
| ZG | Hünenberg, Langrütistrasse | 675.420 | 225.540 | 465 | 1 | – | 24 |
| ZG | Hünenberg, Fildernweg | 675.702 | 226.170 | 455 | 1 | 26 | – |
| ZG | Baar, TZB Ägeristrasse | 683.300 | 227.243 | 479 | 2 | 16 | 18 |
| ZG | Cham, UCH Luzernerstrasse | 677.320 | 225.967 | 421 | 2 | 37 | 36 |
| ZG | Cham, UCH Zugerstrasse | 678.350 | 226.446 | 417 | 2 | 26 | 25 |
| ZG | Cham, UCH Zythus | 676.635 | 225.286 | 421 | 2 | 20 | 20 |
| ZG | Rotkreuz, Holzhäusern | 675.850 | 223.250 | 443 | 2 | 30 | 31 |
| ZG | Rotkreuz, Kreisel Forren | 675.507 | 222.391 | 443 | 2 | 30 | 31 |
| ZG | Unterägeri, Zugerstrasse | 686.639 | 221.367 | 734 | 2 | 26 | 27 |
| ZG | Zug, Neugasse | 681.675 | 224.615 | 420 | 2 | 36 | 38 |
| ZG | Zug, TZB Ägeristrasse | 682.831 | 225.093 | 500 | 2 | 27 | 28 |
| ZG | Baar, Poststrasse | 682.347 | 227.663 | 445 | 4 | 19 | 19 |
| ZG | Cham, Duggelimatt | 678.250 | 226.380 | 420 | 4 | 18 | 19 |
| ZG | Rotkreuz, Gemeindehaus | 675.320 | 221.640 | 429 | 4 | 18 | 17 |
| ZG | Unterägeri, Lorzenstrasse | 686.860 | 221.270 | 725 | 5 | 12 | 12 |
| ZG | Walchwil, Bahnhofplatz | 681.875 | 216.940 | 449 | 6a | 12 | 12 |
| ZG | Baar, Inwil | 682.550 | 226.900 | 440 | 6b | 13 | 13 |
| ZG | Baar, TZB Tennisplatz | 682.335 | 226.672 | 432 | 6b | 14 | 14 |
| ZG | Cham, Frauental | 674.710 | 229.850 | 393 | 6b | 10 | 10 |

Fett = Wert über dem LRV-Grenzwert von 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.5.2 Resultate 2019 sortiert nach Kategorien

| Kanton | Standort | Ost-Koord. | Nord-Koord. | Höhe m ü. M. | in-luft-Kat. | Jahresmittel 2019 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Jahresmittel 2018 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|--------|----------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|--|--|
| LU | Emmen, Waldibrücke | 666.749 | 217.328 | 420 | 1 | 20 | 20 |
| UR | Altdorf, Bärenmatt | 690.620 | 192.640 | 445 | 1 | 17 | 17 |
| UR | Altdorf, Gartenmatt | 690.175 | 193.550 | 440 | 1 | 19 | 19 |
| UR | Altdorf, Gross Ei | 690.540 | 192.340 | 444 | 1 | 37 | 38 |
| UR | Amsteg, Grund 2 | 693.930 | 181.300 | 510 | 1 | 14 | 14 |
| UR | Erstfeld, Pumpwerk | 691.320 | 189.340 | 454 | 1 | 17 | 18 |
| UR | Flüelen, Werkhof A2/A4 | 690.200 | 194.470 | 436 | 1 | 20 | 20 |
| UR | Gurtellen, Wiler | 690.700 | 176.065 | 743 | 1 | 23 | 24 |
| UR | Wassen, Autobahn | 688.871 | 173.321 | 876 | 1 | 19 | 21 |
| UR | Wassen, EWA Mast | 688.813 | 173.372 | 916 | 1 | 13 | 13 |
| UR | Wassen, Schule | 688.747 | 173.366 | 915 | 1 | 13 | 13 |
| ZG | Baar, Herti | 681.426 | 226.453 | 424 | 1 | 18 | 18 |
| ZG | Baar, TZB Inwilriedstrasse | 682.676 | 226.548 | 433 | 1 | 20 | 20 |
| ZG | Baar, TZB Rigistrasse | 682.765 | 227.330 | 445 | 1 | 19 | 20 |
| ZG | Baar, Zugerstrasse | 682.057 | 226.941 | 435 | 1 | 21 | 21 |
| ZG | Cham, Baregg | 677.878 | 227.712 | 420 | 1 | 19 | 21 |
| ZG | Cham, Bibersee | 678.231 | 229.480 | 445 | 1 | 42 | 43 |
| ZG | Cham, Eizmoos | 677.146 | 227.748 | 440 | 1 | 21 | 22 |
| ZG | Cham, UCH Cham Nord | 677.172 | 227.222 | 432 | 1 | 19 | 19 |
| ZG | Hünenberg, Langrütistrasse | 675.420 | 225.540 | 465 | 1 | – | 24 |
| ZG | Hünenberg, Fildernweg | 675.702 | 226.170 | 455 | 1 | 26 | – |
| LU | Dierikon, Pilatusstrasse | 670.046 | 216.280 | 420 | 2 | 26 | 27 |
| LU | Horw, Bahnhofstrasse | 666.315 | 207.870 | 440 | 2 | 21 | 22 |
| LU | Luzern, Bahnhofplatz (526) | 666.315 | 211.415 | 436 | 2 | 36 | 37 |
| LU | Rothenburg, Flecken | 663.255 | 216.195 | 490 | 2 | 27 | 27 |
| NW | Hergiswil, Dorf | 666.190 | 203.950 | 460 | 2 | 27 | 31 |
| NW | Stans, Post | 670.700 | 201.260 | 450 | 2 | – | – |
| SZ | Brunnen, Bahnhofstrasse | 689.040 | 205.980 | 440 | 2 | 24 | 25 |
| SZ | Einsiedeln, Restaurant Waldstatt | 699.060 | 220.450 | 880 | 2 | 26 | 27 |
| SZ | Küssnacht, Hauptplatz | 676.160 | 215.010 | 440 | 2 | 52 | 54 |
| SZ | Lachen, Oberdorfstrasse | 707.720 | 227.260 | 430 | 2 | 27 | 27 |
| SZ | Pfäffikon, Schindellegistrasse | 701.450 | 228.660 | 415 | 2 | 28 | 29 |
| SZ | Pfäffikon, Strassenverkehrsamt | 702.380 | 228.740 | 420 | 2 | 25 | 26 |
| SZ | Rothenthurm, Hauptstrasse | 693.910 | 217.790 | 925 | 2 | 22 | 23 |
| SZ | Schwyz, Herrengasse | 692.270 | 208.550 | 520 | 2 | 31 | 31 |

| Kanton | Standort | Ost-Koord. | Nord-Koord. | Höhe m ü. M. | in-luft-Kat. | Jahresmittel 2019 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Jahresmittel 2018 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|--------|--------------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|--|--|
| SZ | Siebnen, Glarnerstrasse | 710.580 | 225.870 | 445 | 2 | 28 | 28 |
| SZ | Wollerau, Dorfplatz | 697.050 | 228.007 | 518 | 2 | 22 | 22 |
| UR | Altdorf, von Roll-Haus | 691.825 | 193.000 | 464 | 2 | 31 | 32 |
| UR | Schattdorf, Adlergarten | 692.237 | 191.103 | 481 | 2 | 24 | 25 |
| UR | Sisikon, EWA Häuschen | 690.070 | 200.467 | 455 | 2 | 11 | 12 |
| UR | Sisikon, Haus Kantonsstrasse | 690.107 | 200.487 | 460 | 2 | 12 | 14 |
| UR | Sisikon, Schulhaus Sportplatz | 690.045 | 200.600 | 440 | 2 | 9 | 10 |
| UR | Sisikon, Schulhaus Strassenlampe | 690.065 | 200.601 | 455 | 2 | 14 | 16 |
| ZG | Baar, TZB Ägeristrasse | 683.300 | 227.243 | 479 | 2 | 16 | 18 |
| ZG | Cham, UCH Luzernerstrasse | 677.320 | 225.967 | 421 | 2 | 37 | 36 |
| ZG | Cham, UCH Zugerstrasse | 678.350 | 226.446 | 417 | 2 | 26 | 25 |
| ZG | Cham, UCH Zythus | 676.635 | 225.286 | 421 | 2 | 20 | 20 |
| ZG | Rotkreuz, Holzhäusern | 675.850 | 223.250 | 443 | 2 | 30 | 30 |
| ZG | Rotkreuz, Kreisel Forren | 675.507 | 222.391 | 443 | 2 | 30 | 30 |
| ZG | Unterägeri, Zugerstrasse | 686.639 | 221.367 | 734 | 2 | 26 | 27 |
| ZG | Zug, Neugasse | 681.675 | 224.615 | 420 | 2 | 36 | 38 |
| ZG | Zug, TZB Ägeristrasse | 682.831 | 225.093 | 500 | 2 | 27 | 28 |
| LU | Littau, Reussbühl | 664.109 | 213.050 | 435 | 3 | 20 | 20 |
| LU | Luzern, Kasimir Pfyfferstr. 26 (570) | 665.475 | 211.145 | 440 | 3 | 19 | 19 |
| LU | Luzern, Museggstrasse | 666.175 | 211.975 | 445 | 3 | 25 | 25 |
| LU | Luzern, Neustadt Bleicherpark | 665.955 | 210.700 | 440 | 3 | 24 | 22 |
| LU | Luzern, Sternmatt (534) | 666.440 | 210.075 | 490 | 3 | 19 | 19 |
| LU | Luzern, Tribschen (VBL) | 666.895 | 210.715 | 440 | 3 | 18 | 18 |
| LU | Luzern, Wesemlin Kloster (585) | 666.540 | 212.580 | 485 | 3 | 15 | 15 |
| LU | Emmen, Herdschwand | 663.880 | 214.080 | 450 | 4 | 18 | 18 |
| LU | Kriens, Schulhaus Brunnmatt | 664.615 | 209.575 | 470 | 4 | 18 | 18 |
| OW | Sarnen, Büntenstrasse | 662.003 | 194.565 | 469 | 4 | 14 | 15 |
| SZ | Goldau, Bahnhofstrasse | 684.215 | 211.525 | 510 | 4 | 23 | 22 |
| ZG | Baar, Poststrasse | 682.347 | 227.663 | 445 | 4 | 19 | 19 |
| ZG | Cham, Duggelimatt | 678.250 | 226.380 | 420 | 4 | 18 | 19 |
| ZG | Rotkreuz, Gemeindehaus | 675.320 | 221.640 | 429 | 4 | 18 | 17 |
| LU | Buchrain, Leisibachstrasse | 669.450 | 216.915 | 460 | 5 | 18 | 18 |
| LU | Sempach, Feldweg | 657.240 | 220.545 | 520 | 5 | 18 | 19 |
| NW | Buochs, Gemeindehaus | 674.875 | 203.060 | 438 | 5 | – | – |
| NW | Stans, Pestalozzi | 670.840 | 201.235 | 438 | 5 | – | – |
| OW | Engelberg, Elektrizitätswerk | 673.495 | 185.670 | 1001 | 5 | 18 | 19 |
| SZ | Muotathal, Gemeindekanzlei | 700.340 | 203.420 | 610 | 5 | 17 | 16 |

| Kanton | Standort | Ost-Koord. | Nord-Koord. | Höhe m ü. M. | in-luft-Kat. | Jahresmittel 2019 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Jahresmittel 2018 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|--------|----------------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|--|--|
| UR | Altdorf, Allenwinden | 691.690 | 192.220 | 464 | 5 | 12 | 13 |
| UR | Altdorf, Grossmatt | 691.220 | 192.100 | 460 | 5 | 14 | 14 |
| UR | Altdorf, Kapuzinerkloster | 691.900 | 193.300 | 514 | 5 | 7 | 7 |
| UR | Altdorf, Spital | 691.404 | 192.956 | 449 | 5 | 14 | 14 |
| ZG | Unterägeri, Lorzenstrasse | 686.860 | 221.270 | 725 | 5 | 12 | 12 |
| LU | Willisau-Stadt, Bahnhofstr. | 642.090 | 219.090 | 595 | 6a | 13 | 13 |
| NW | Hergiswil, Matt | 666.425 | 205.050 | 450 | 6a | 17 | 17 |
| OW | Lungern, Brünigstrasse 87 | 655.069 | 181.901 | 712 | 6a | 14 | 15 |
| SZ | Tuggen | 714.310 | 228.845 | 408 | 6a | 12 | 12 |
| UR | Andermatt, Bahnhof | 688.425 | 165.675 | 1436 | 6a | 11 | 11 |
| UR | Andermatt, Gotthardstrasse | 688.534 | 165.289 | 1441 | 6a | 12 | 12 |
| UR | Bürglen, Brickermatte | 692.540 | 192.135 | 496 | 6a | 10 | 11 |
| UR | Göschenen, Gotthardstrasse | 687.972 | 168.974 | 1113 | 6a | 7 | 7 |
| UR | Sisikon, Ob den Dächern | 690.132 | 200.500 | 470 | 6a | 8 | 9 |
| UR | Sisikon, Unterdorf | 689.927 | 200.352 | 450 | 6a | 11 | 11 |
| ZG | Walchwil, Bahnhofplatz | 681.875 | 216.940 | 449 | 6a | 12 | 12 |
| LU | Neudorf, Bromen | 659.705 | 224.500 | 735 | 6b | 6 | 7 |
| LU | Schüpfheim, Landw. Schule | 644.720 | 201.100 | 725 | 6b | 8 | 8 |
| SZ | Morschach, Husmattegg | 689.700 | 204.140 | 655 | 6b | 7 | 7 |
| UR | Attinghausen, Eielen | 689.860 | 192.036 | 451 | 6b | 10 | 10 |
| UR | Attinghausen, Schachli | 690.340 | 192.020 | 446 | 6b | 11 | 12 |
| UR | Silenen, Dägerlohn | 693.944 | 183.107 | 516 | 6b | 14 | 14 |
| UR | Sisikon, Doppelmast beim Bergweg | 690.205 | 200.510 | 485 | 6b | 6 | 7 |
| UR | Sisikon, Hochspannungsmast | 690.358 | 200.924 | 640 | 6b | 5 | 6 |
| ZG | Baar, Inwil | 682.550 | 226.900 | 440 | 6b | 13 | 13 |
| ZG | Baar, TZB Tennisplatz | 682.335 | 226.672 | 432 | 6b | 14 | 14 |
| ZG | Cham, Frauental | 674.710 | 229.850 | 393 | 6b | 10 | 10 |
| NW | Niederrickenbach | 675.250 | 197.825 | 1162 | 6c | – | – |
| UR | Biel, Bergstation | 696.800 | 194.575 | 1625 | 6c | 2 | 2 |
| UR | Göschenen, Eidgenössisch | 688.222 | 168.867 | 1106 | 6c | 9 | 9 |
| UR | Göschenen, Schöllenen | 687.858 | 168.470 | 1136 | 6c | 10 | 10 |

Fett = Wert über dem LRV-Grenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.6 Detaillierte Auswertung der Immissionsmessungen 2019

Beilagen: BAFU-Auswertungen

Erläuterungen

- 1) Die Standortcharakteristika folgen Anhang 5 der Empfehlung zur Immissionsmessung von Luftfremdstoffen vom 1. Januar 2004.
- 2) Ergebnisse unvollständiger Messreihen sind mit * zu kennzeichnen. Für Messwerte bis zum 31.12.2003 gilt die Empfehlung über die Immissionsmessung von Luftfremdstoffen vom 15. Januar 1990, für Daten seit dem 1.1.2004 die Empfehlungen zur Immissionsmessung von Luftfremdstoffen vom 1. Januar 2004.
- 3) Die Bezugsbedingungen für Stationen unterhalb 1500 m sind 20°C und 1013 hPa gemäss Immissionsmessempfehlung vom 1. Januar 2004.
Für Stationen oberhalb 1500 m sind die langjährigen Mittel von Temperatur und Druck der jeweiligen Station zu nehmen.
- 4) AOT40f: Die Berechnung der AOT40f Werte erfolgt gemäss Anhang 4 der Immissionsmessempfehlung vom 1. Januar 2004.
Die Ozonbelastung für Waldbäume wird für die Periode vom 1. April bis 30. September bestimmt. Dabei sind nur Stunden mit einer Globalstrahlung > 50 W/m² zu berücksichtigen; falls keine Strahlungsdaten vorliegen, sind die Stundenwerte zwischen 08:00 h und 20:00 h MEZ zu nehmen.
- 5) Alle Grössen sind in den angegebenen Einheiten einzutragen.
- 6) Die Felder nicht gemessener Grössen bleiben leer.
- 7) Alle Messwerte werden mit mindestens zwei gültigen Ziffern angegeben.

A1 Das Messnetz von in-luft

Kategorisierung der Messstandorte gemäss in-luft

Der geografische Raum Zentralschweiz ist sehr vielfältig. Um dieser Vielfalt gerecht zu werden und dennoch repräsentative Aussagen für ähnlich strukturierte Gebiete zu erzielen, wurden Kategorien von Messstandorten geschaffen. So können die Messresultate einer einzelnen Messstation auf andere, ähnlich strukturierte Gebiete übertragen werden.

Für das Luftmessnetz in-luft wurden sechs Kategorien geschaffen; zentrale Kriterien waren die Verkehrsexposition und die Siedlungsgrösse. Die flächenmässig grösste Kategorie 6 wurde in drei Unterkategorien (a-c) aufgeteilt. Jeder Kategorie ist ein Piktogramm zugeordnet.

| Kategorie | Piktogramm | Definition |
|-----------|---|---|
| 1 |  | Standort liegt näher als 300 m an einer stark befahrenen Strasse ausserorts mit mehr als 15 000 Fahrzeugen pro Tag. |
| 2 |  | Standort liegt näher als 50 m an einer stark befahrenen Strasse innerorts mit mehr als 5000 Fahrzeugen pro Tag. |
| 3 |  | Städte mit mehr als 25 000 Einwohnern; der Standort liegt an einer stark befahrenen Strasse. |
| 4 |  | Städte / Regionalzentren mit 10 000 bis 25 000 Einwohnern. |
| 5 |  | Ortschaften mit 5000 bis 10 000 Einwohnern. |
| 6a |  | Ortschaften mit 500 bis 5000 Einwohnern. |
| 6b |  | Ländliche Gebiete unter 1000 m ü. M. |
| 6c |  | Nicht-Siedlungsgebiete über 1000 m ü. M. |

Kategorisierung der Messstandorte gemäss Messempfehlung des BAFU

Die Klassifizierung von Messstandorten gemäss der Messempfehlung «[Immissionsmessung von Luftfremdstoffen](#)» (BAFU, 2004) orientiert sich an den Bestimmungen der Europäischen Union (Entscheidung 97/101/EG des Rates sowie Entscheidung 2001/752/EG der Kommission).

Die Einteilung klassifiziert die Standorte nach deren räumlicher Charakterisierung (Standortcharakter / Standorttypen), dem Grad der Verkehrsbelastung und nach Bebauungstyp. Die Standortcharakterisierung unterscheidet zwischen den strassennahen städtischen, ländlichen und Agglomerationsgebieten. Weitere Kategorien sind die Industriezone, Stadt-Hintergrund und Agglomeration-Hintergrund. Bei den nicht strassennahen ländlichen Gebieten wird unterschieden zwischen Standorten unter- bzw. oberhalb 1000 m ü. M. und dem Hochgebirge. Dadurch entstehen insgesamt neun Kategorien (1-9), welche mit den Angaben über die Verkehrsbelastung und dem Bebauungstyp ergänzt werden. Sowohl bei der Verkehrsbelastung wie auch bei der Bebauung werden Stufen unterschieden (A bis D bzw. a bis d). Diese Einteilung ergibt für jeden Messstandort einen dreistelligen alphanumerischen Code, durch den die Standorteigenschaften definiert sind.

Standorttypen

| Nr. | Standortcharakterisierung | Grössenordnung der Einwohnerzahl |
|-----|---|----------------------------------|
| 1 | Stadt - strassennah | > 25 000 |
| 2 | Agglomeration - strassennah | 5000 - 25 000 |
| 3 | Ländlich - strassennah | 0 - 5000 |
| 4 | Industriezone | |
| 5 | Stadt - Hintergrund | > 25 000 |
| 6 | Agglomeration - Hintergrund | 5000 - 25 000 |
| 7 | Ländlich, unterhalb 1000 m ü. M.* - Hintergrund | 0 - 5000 |
| 8 | Ländlich, oberhalb 1000 m ü. M.* - Hintergrund | 0 - 5000 |
| 9 | Hochgebirge | |

* Inversionslage

Dabei bedeutet:

Strassennah Strassen als Hauptemissionsquelle

Industriezone Industrieanlagen als Hauptemissionsquellen

Hintergrund weder durch Strassen noch durch Industrieanlagen dominierte Immissionsituation

Die Verkehrsbelastung und die Bebauung bei der Messstation werden zusätzlich in folgende Klassen eingeteilt:

Verkehrsbelastung

| | Verkehrsbelastung | DTV |
|---|-------------------|-----------------|
| A | Gering | < 5000 |
| B | Mittel | 5000 - 20 000 |
| C | Hoch | 20 001 - 50 000 |
| D | Sehr hoch | > 50 000 |

Bebauung

| | Bebauung |
|---|-----------------|
| a | Keine |
| b | Offen |
| c | Einseitig offen |
| d | Geschlossen |

Messstandorte und ihre Kategorisierung gemäss in-luft bzw. BAFU

| Messstandort | in-luft-Kategorie | BAFU-Kategorie | Bemerkungen |
|-------------------------|-------------------|----------------|---|
| Altdorf, Gartenmatt | 1 | 3 C a | |
| A2 Uri | 1 | 3 C b | Bestandteil des MfM-U-Messnetzes |
| Reiden, Bruggmatte | 1 | 3 C a | Bestandteil des MfM-U-Messnetzes |
| Ebikon, Sedel | 1 | 6 D a | |
| Zug, Postplatz | 3 | 1 B c | |
| Luzern, Bahnhofplatz | 3 | 1 C b | Kurzzeitmessung 2019, 2013/2014 |
| Luzern, Moosstrasse | 3 | 1 C c | |
| Schwyz, Rubiswilstrasse | 4 | 6 B c | |
| Sursee | 4 | 6 A b | Kurzzeitmessung 2018/2019 |
| Zugerberg | 6b | 7 A a | Ozonmessstation des Instituts für angewandte Pflanzenbiologie (IAP) |
| Beromünster | 6b | 7 A a | Bestandteil des NABEL-Messnetzes |
| Rigi, Seebodenalp | 6c | 8 A a | Bestandteil des NABEL-Messnetzes |

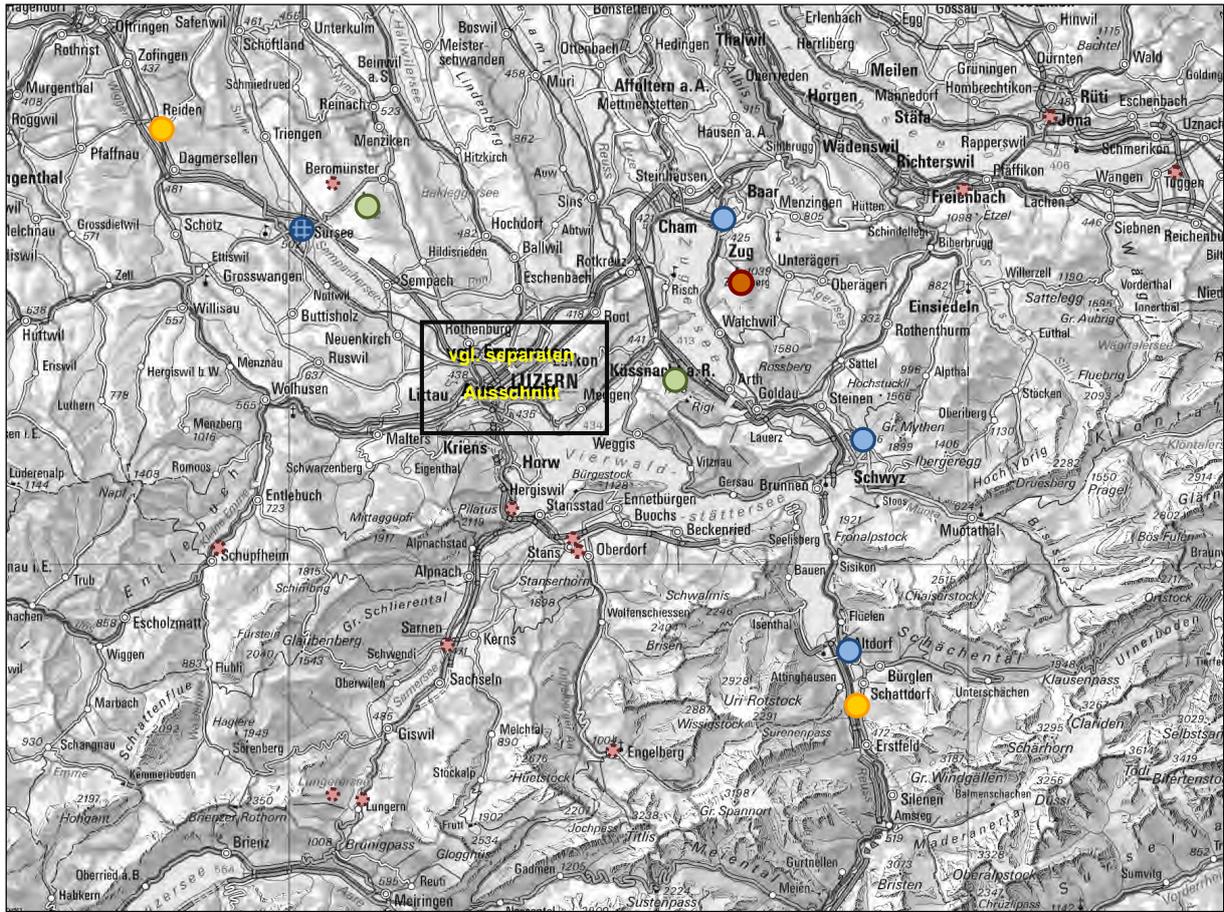
Messstationen ausser Betrieb

| Messstandort | in-luft-Kategorie | BAFU-Kategorie | Bemerkungen |
|---------------------------|-------------------|----------------|---|
| Rapperswil, Tüchelweiher | 2 | 1 B b | Jährlich alternierender Betrieb mit Tuggen; ab 2014 nicht mehr in Betrieb |
| Lungern, Brünigstrasse | 2 | 3 B b | Kurzzeitmessung 2012/2013 |
| Hergiswil | 2 | 2 D c | Kurzzeitmessung 2016/2017 |
| Luzern, Museggstrasse | 3 | 1 C d | Ab 2011 nicht mehr in Betrieb |
| Stans, Engelbergerstrasse | 5 | 6 B c | Ab 2006 nicht mehr in Betrieb |
| Stans, Pestalozzi | 5 | 6 B c | Bis 2011 jährlich alternierender Betrieb mit Engelberg; Kurzzeitmessung 2015/2016 |
| Engelberg, Unterwerk EWO | 5 | 8 B b | Jährlich alternierender Betrieb mit Stans; ab 2012 nicht mehr in Betrieb |
| Tuggen, Mehrzweckhalle | 5 | 3 A b | Jährlich alternierender Betrieb mit Rapperswil; ab 2014 nicht mehr in Betrieb |
| Sarnen, Bahnhofstrasse | 5 | 2 A c | Kurzzeitmessung 2014/2015 |
| Feusisberg, Schulhaus | 6a | 7 A c | Ab 2008 nicht mehr in Betrieb |
| Schüpfheim, Chlosterbüel | 6b | 7 A b | Ab 2008 nicht mehr in Betrieb |
| Rickenbach | 6 b | 7 A a | Kurzzeitmessungen 2011/2012/2013 |
| Lungern-Schönbüel, Turren | 6c | 8 A a | Ab 2008 nicht mehr in Betrieb |

Zwischen 2000 und 2011 gehörten auch die Stationen des Kantons Aargau zum in-luft-Messnetz.

| Messstandort | in-luft-Kategorie | BAFU-Kategorie | Bemerkungen |
|------------------------------|-------------------|----------------|--|
| Suhr, Bärenmatte | 2 | 2 C b | Bestandteil des in-luft-Messnetzes von 2000-2011 |
| Baden, Schönaustrasse | 4 | 5 B b | Bestandteil des in-luft-Messnetzes von 2000-2011 |
| Sisseln, Areal der Firma DSM | 6b | 4 B b | Bestandteil des in-luft-Messnetzes von 2000-2011 |

Messtandorte von in-luft, NABEL, MfM-U und IAP



- in-luft Messtandorte
- MfM-U Messtandorte
- NABEL Messtandorte
- IAP Messtandort
- ⊕ in-luft Messtandorte, Kurzzeitmessungen
- ⚙ in-luft Messtandorte, ausser Betrieb

A2 Messverfahren und Datenverarbeitung

Die Datenerhebung und die Datenverarbeitung im in-luft-Messnetz erfolgen nach den Vorgaben der BAFU-Messempfehlungen «Immissionsmessung von Luftfremdstoffen» vom 1. Januar 2004.

Messverfahren

Für die Messung von Luftschadstoffen geben die Empfehlungen sogenannte Referenzverfahren vor. Anstelle der Referenzverfahren können äquivalente Messverfahren angewendet werden. Als solche gelten Verfahren, welche gleichwertige Messergebnisse liefern wie das Referenzverfahren. Die Gleichwertigkeit anderer Messverfahren muss über den relevanten Konzentrationsbereich nachgewiesen werden.

Die Referenzverfahren der im in-luft-Messnetz gemessenen Schadstoffe Stickoxide, Ozon, Feinstaub und Russ sind folgende:

- Stickoxide: Referenzverfahren für die Messung von Stickoxiden (NO, NO₂) ist das Chemilumineszenzverfahren nach der Norm EN14211.
- Ozon: Referenzverfahren für die Messung von Ozon (O₃) ist das direkte UV-photometrische Verfahren nach der Norm EN14625.
- Feinstaub: Referenzverfahren für die Messung von Feinstaub (PM10 und PM2.5) sind gravimetrische Verfahren nach der Norm EN12341.
- Russ: Referenzverfahren für die Messung von Russ ist das thermo-optische Verfahren nach der Norm EN16909.

Die folgende Tabelle zeigt die im in-luft-Messnetz eingesetzten Verfahren für die Messung der Luftschadstoffe und der Meteoparameter.

| Schadstoff | Messverfahren | Messgerät (Hersteller) |
|---|---|---|
| Stickoxide (NO _x , NO, NO ₂) | <i>Chemilumineszenzverfahren</i> Mit Hilfe der Chemilumineszenz misst das Messgerät den Anteil von Stickoxiden in der Umgebungsluft im Bereich von kleinsten ppb-Konzentrationen bis hin zu 5000 ppm. Das über eine einzelne Kammer und einen einzelnen Photomultiplier verfügende Gerät wechselt zwischen NO- und NO _x -Modus hin und her. Die Differenz entspricht dem NO ₂ -Wert. Es handelt sich um ein kontinuierliches Messverfahren. | Stickstoff-Analyser Thermo 42i (Thermo Scientific) Stickstoff-Analyser APNA – 370 (Horiba) |
| Ozon (O ₃) | <i>UV-photometrisches Verfahren</i> Ultraviolett (UV) Photometer, welches die UV-Absorption der gemessenen Luft misst und daraus den Ozonanteil berechnet (in ppb). Es handelt sich um ein kontinuierliches Messverfahren. | Ozon-Analyser ML 9810 (Monitor Labs) Ozon-Analyser Thermo 49i-O ₃ (Thermo Scientific) |

| | | |
|--|---|--|
| <p>Feinstaub (PM2.5, PM10)</p> | <p><i>Optische Partikelzählung</i></p> <p>Das Fidas200 verwendet die anerkannte Messtechnik der optischen Lichtstreuung am Einzelpartikel. Aus Partikelgrösse und -anzahl wird die Feinstaubmasse bestimmt. Es handelt sich um ein kontinuierliches Messverfahren.</p> | <p>FIDAS 200 (Palas)</p> |
| | <p><i>Kombination von Nephelometrie und Radiometrie</i></p> <p>Mit dem Nephelometer wird die Streuung eines Lichtstrahls gemessen, welche proportional zur Partikelkonzentration ist. Das Betameter misst die radiometrische Abschwächung eines C14-Strahlers, welche durch den Feinstaub auf einem Glasfaserfilterband verursacht wird. Die beiden Messsignale werden miteinander verrechnet.</p> <p>Es handelt sich um ein kontinuierliches Verfahren.</p> | <p>Sharp 5030 (Thermo Scientific)</p> |
| | <p><i>Gravimetrisches Verfahren</i></p> <p>Bei diesem Verfahren werden grosse Luftvolumenströme von 100 bis 1000 Litern pro Minute gefiltert. Staub und Aerosolteilchen werden auf einem Filter gesammelt, später ausgewogen und bei Bedarf analysiert.</p> <p>Wegen der zeitlichen Trennung der Probenahme und der Ermittlung des Messergebnisses handelt es sich um ein nicht-kontinuierliches Messverfahren.</p> | <p>High-Volume Sampler (HVS) (Digitel)</p> |
| <p>Stickstoffdioxid (NO₂)</p> | <p><i>Passivsammler</i></p> <p>Passivsammler sind einfache und kostengünstige Messinstrumente in der Form eines einseitig offenen Röhrchens, welches durch physikalische und chemische Abläufe Schadstoffe über eine bestimmte Zeit (Expositionszeit) sammelt. Durch spätere Laboranalyse kann die mittlere Schadstoffkonzentration während der Expositionszeit (einige Tage bis ca. ein Monat) ermittelt werden.</p> <p>Passivsammlermessungen, für die der Nachweis der Gleichwertigkeit zu einem Referenzverfahren fehlt, werden als orientierende Messungen bezeichnet (CEN 13528 -1 bis 3). Die Erfahrung hat gezeigt, dass Passivsammler für längere Messperioden (saisonale oder Jahresmittelwerte) ähnliche Resultate liefern können wie die Referenzverfahren.</p> <p>Wegen der zeitlichen Trennung der Probenahme und der Ermittlung des Messergebnisses handelt es sich um ein nicht-kontinuierliches Messverfahren.</p> | <p>Palmes-Typ-Passivsammler</p> |

| Elemental Carbon (EC) | <p><i>Thermisch-optische Methode</i></p> <p>Zur Bestimmung der EC-Konzentration werden die beladenen Filter des High-Volume Samplers (siehe <i>Gravimetrisches Verfahren</i>) thermo-optisch analysiert. Die Filter werden nach einem standardisierten Verfahren erhitzt (EUSAAR2-Protokoll), damit die abgelagerten Stoffe desorbieren. Diese werden dann mit einem Flammenionisationsdetektor (FID) analysiert.</p> <p>Wegen der zeitlichen Trennung der Probenahme und der Ermittlung des Messergebnisses handelt es sich um ein nicht-kontinuierliches Messverfahren.</p> | OCEC Analyzer (Sunset Laboratory) |
|--------------------------------|---|---|
| Black Carbon (BC) | <p><i>Aethalometer</i></p> <p>Auf einem Filter werden kontinuierlich Aerosole gesammelt. Bei sieben verschiedenen Wellenlängen wird die Absorption des Lichtes durch die Beladung gemessen. Aus dem Absorptionskoeffizienten wird die Russkonzentration berechnet.</p> <p>Es handelt sich um ein kontinuierliches Verfahren.</p> | AE33 (Magee Scientific) |
| Meteoparameter | Messverfahren | Messgerät (Hersteller) |
| Temperatur Luftfeuchtigkeit | Das Instrument misst alle zehn Minuten Lufttemperatur und Taupunkttemperatur (mit Hilfe eines Taupunktspiegels, der so lange abgekühlt wird, bis sich ein optisch messbarer Niederschlag auf der Spiegelfläche bildet). Bei der Messung wird Luft angesaugt. | Thygan (Meteolabor) |
| | Die Temperaturmessung erfolgt mittels temperaturabhängigem Präzisionswiderstand. Ein kapazitiver Sensor wird als Messelement für die Feuchtemessung verwendet. | Messumformer EE06 (epulse) WS300 (Lufft) |
| Wind | Ein auf 10 m Höhe mit horizontaler Drehkreisebene und senkrecht stehender Rotationsachse auf einem Mast montiertes Windrad misst die Windkomponenten Ost/West und Nord/Süd sowie die vertikale Windkomponente. | Schalenkreuzanemometer WNZ-37 (Meteolabor) |
| | Die Windmessung beruht auf der Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Ultraschallimpulses in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit. Es werden die waagrechten Windkomponenten erfasst. | Ultrasonic Wind Sensor (Gill) |
| Globalstrahlung | Einfallende Solarstrahlung wird von einer schwarz gefärbten Scheibe absorbiert, die sich dadurch erwärmt. Daraus resultiert eine Temperaturdifferenz zum Gehäuse des Pyranometers. Mittels Peltierelement wird eine elektrische Spannung erzeugt, welche sich proportional zur Solarstrahlung verhält. | Pyranometer, CM21, CM6 (Kipp&Zonen) |

Datenverarbeitung

In den Messstationen erfolgt die Datenerfassung mit einem spezifischen System, dem sogenannten DAISY (Data Acquisition System). Mit der zugehörigen Web-Applikation können die aktuellen Messdaten überprüft und die Datenerfassung konfiguriert werden. Die Daten werden in den Messstationen in kurzen Intervallen („kontinuierlich“) als sogenannte Rohwerte erhoben. Diese Werte werden von einer speziellen Software (AirMonitoring, AirMo) in eine zentrale Datenbank importiert und zeitlich verdichtet.

Die Rohdaten durchlaufen in der Datenbank eine Plausibilisierungsroutine. Auffällige Messwerte (Verletzung von Schwellenwerten, Sprünge, identische Werte, bestimmte Gerätestati) werden dadurch mit vordefinierten Stati gekennzeichnet. Ebenfalls automatisch erkannt werden Datenlücken, die bei Ausfällen der Messinfrastruktur entstehen können. Der sogenannte System-Center-Operations-Manager (SCOM) generiert daraufhin Warnmeldungen zu Händen der Messtechniker. Zudem werden Datenlücken oder ungültige Messwerte mit einer Imputationsroutine (statistisches Verfahren) modelliert. Dadurch lassen sich für die Online-Kommunikation und die statistischen Auswertungen vollständige Zeitreihen erstellen. Vollständige Datenreihen erlauben genauere statistische Aussagen.

Die NO_x-Messungen werden zweimal wöchentlich automatisch und einmal monatlich manuell kalibriert. Die Kalibrationsdaten werden in der Software AirMo anschliessend automatisch zu einem Korrekturwert verrechnet, mit welchem die NO_x-Rohdaten korrigiert werden.

Zusätzlich zur automatischen Plausibilisierung und zur Kalibrationskorrektur der NO_x-Werte werden alle Messwerte in regelmässigen Intervallen manuell bereinigt (validiert). Erst danach gelten sie als endgültig.

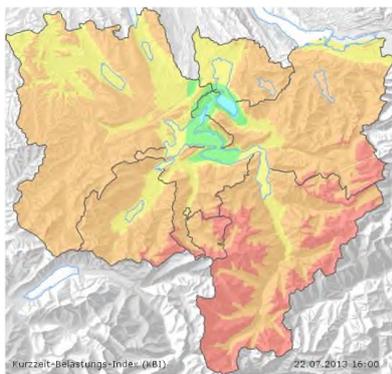
Die kontinuierlichen PM10- und PM2.5-Messungen werden mit gravimetrischen Feinstaubmessungen (Referenzverfahren) kalibriert.

Die kontinuierlichen Russmessungen (Black Carbon, BC) werden mit dem thermo-optischen Verfahren (Elemental Carbon, EC) kalibriert. Die so korrigierten Werte werden als äquivalent Black Carbon (EBC) bezeichnet.

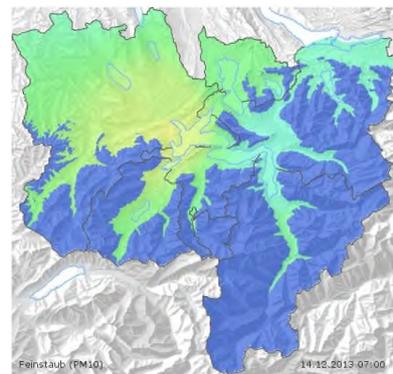
Modellierung

Mit einem statistischen Modell werden für das Gebiet der Zentralschweiz Immissionskarten berechnet. Sie erlauben eine flächendeckende und dank der stündlichen Aktualisierung eine zeitnahe Beurteilung und Kommunikation der lufthygienischen Belastung, bedingen jedoch eine Anzahl fixer Messstationen als Grundlage für die Berechnungen.

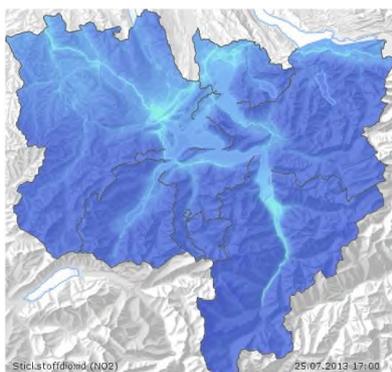
Auf der Webseite www.in-luft.ch stehen aktuelle Belastungskarten für die Schadstoffe Stickstoffdioxid, Feinstaub und Ozon zur Verfügung. Zusätzlich wird eine Karte mit dem Kurzzeit-Belastungs-Index (KBI) erzeugt. Im [Kartenarchiv](#) von in-luft sind die entsprechenden Karten für jede Stunde ab Juni 2012 verfügbar.



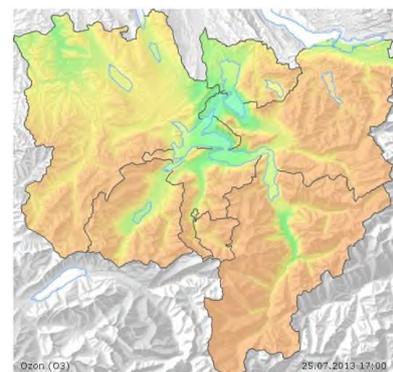
Beispiel einer KBI-Karte.



Beispiel einer Belastungskarte für Feinstaub PM10.



Beispiel einer Belastungskarte für NO₂.



Beispiel einer Belastungskarte für Ozon.

A3 Gesetzliche Grundlagen

Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983 ([Umweltschutzgesetz](#); USG; SR 814.01)

[Luftreinhalte-Verordnung](#) vom 16. Dezember 1985 (LRV; SR 814.318.142.1)

[Immissionsmessung von Luftfremdstoffen](#). Messempfehlungen, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 2004.

Immissionsgrenzwerte gemäss Anhang 7 LRV

| Schadstoff | Immissionsgrenzwert | Statistische Definition |
|--|-----------------------------|---|
| Schwefeldioxid (SO ₂) | 30 µg/m ³ | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| | 100 µg/m ³ | 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres ≤ 100 µg/m ³ |
| | 100 µg/m ³ | 24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden |
| Stickstoffdioxid (NO ₂) | 30 µg/m ³ | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| | 100 µg/m ³ | 95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres ≤ 100 µg/m ³ |
| | 80 µg/m ³ | 24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden |
| Kohlenmonoxid (CO) | 8 µg/m ³ | 24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden |
| Ozon (O ₃) | 100 µg/m ³ | 98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats ≤ 100 µg/m ³ |
| | 120 µg/m ³ | 1-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden |
| Schwebestaub (PM ₁₀) | 20 µg/m ³ | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| | 50 µg/m ³ | 24-h-Mittelwert; darf höchstens dreimal pro Jahr überschritten werden |
| Schwebestaub (PM _{2.5}) | 10 µg/m ³ | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| Blei (Pb) im Schwebestaub (PM ₁₀) | 500 ng/m ³ | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| Cadmium (Cd) im Schwebestaub (PM ₁₀) | 1,5 ng/m ³ | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| Staubniederschlag insgesamt | 200 mg/m ² × Tag | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| Blei (Pb) im Staubniederschlag | 100 µg/m ² × Tag | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| Cadmium (Cd) im Staubniederschlag | 2 µg/m ² × Tag | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| Zink (Zn) im Staubniederschlag | 400 µg/m ² × Tag | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| Thallium (Tl) im Staubniederschlag | 2 µg/m ² × Tag | Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |

A4 Glossar

| | | | |
|----------------|---|-------------------|--|
| ↗ | Zunahme der Belastung | hPa | Hektopascal (Druckeinheit) |
| → | Unveränderte Belastung | IAP | Institut für angewandte Pflanzenbiologie |
| ↘ | Abnehmende Belastung | IGW | Immissionsgrenzwert |
| °C | Grad Celsius | Immissionen | Einwirkung von Schadstoffen auf Menschen, Tiere, Pflanzen und Bauwerke |
| AOT40 | Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb. Aufsummierte Ozonbelastung über der Schwellenkonzentration von 40 ppb (80 mg/m ³) in ppb·h. Der AOT40 Wert ist ein Mass dafür, wie lange und in welchem Ausmass die Ozonkonzentration einen definierten Schädigungsschwellenwert übersteigt. Es handelt sich um einen Leitwert zum Schutz von Ökosystemen (z.B. Wald). | Inversion | Während einer Inversionslage nimmt die Lufttemperatur mit der Höhe zu, statt wie normalerweise ab. Dadurch wird der Luftaustausch zwischen den Luftschichten verschiedener Höhe unterbunden. Dies führt zu starken Anreicherungen von Luftschadstoffen in den bodennahen Schichten. Inversionslagen werden vor allem während der kalten Jahreszeit beobachtet. |
| BAFU | Bundesamt für Umwelt (ehem. BU-WAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) | k. M. | Station misst den entsprechenden Parameter nicht. |
| BC | Bezeichnung für kohlenstoffhaltige Partikel, z.B. Russ (<i>Black Carbon</i>) | KBI | Kurzzeit-Belastungs-Index |
| Cd | Chemisches Symbol für Cadmium | LBI | Langzeit-Belastungs-Index |
| CO | Kohlenmonoxid | % LKW | Prozentualer Anteil schwerer Nutzfahrzeuge (Lastwagen) am Gesamtverkehr |
| Critical Level | Kritische Konzentrationen Konzentrationen von Luftschadstoffen in der Atmosphäre, oberhalb derer nach dem Stand des Wissens direkte schädliche Auswirkungen auf Rezeptoren, wie Menschen, Pflanzen, Ökosysteme oder Materialien, zu erwarten sind. | LRV | Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (SR 814.318.142.1) |
| Critical Load | Kritische Eintragswerte Quantitative Beurteilung der Exposition (angegeben als Deposition pro Flächeneinheit, z.B. kg pro ha pro Jahr) gegenüber einem oder mehreren Schadstoffen, unterhalb welcher signifikante schädliche Auswirkungen auf empfindliche Elemente der Umwelt nach dem Stand des Wissens nicht vorkommen. | m ü. M. | Meter über Meer |
| d | Tag (Abkürzung für <i>day</i>) | MEZ | Mitteuropäische Zeit |
| DTV | Durchschnittlicher täglicher Verkehr | MfM-U | Monitoring flankierende Massnahmen — Umwelt |
| EC | Elementarer Kohlenstoff (<i>Elemental Carbon</i>), z.B. Russ | mg | Milligramm (1 mg = 0.001 g = 1 Tausendstel Gramm) |
| EEA | European Environment Agency | µg | Mikrogramm (1 µg = 0.001 mg = 1 Millionstel Gramm) |
| Einw. | Einwohner | µg/m ³ | Mikrogramm pro Kubikmeter; Einheit für die Konzentration eines (Schad)stoffes in der Luft |
| EKL | Eidgenössische Kommission für Lufthygiene | µm | Mikrometer (1 µm = 0.001 mm = 1 Millionstel Meter) |
| Emissionen | Ausstoss (von Schadstoffen) | Mt. | Monat |
| EMPA | Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt | ng | Nanogramm (1 ng = 0.001 µg = 1 Milliardstel Gramm) |
| EU | Europäische Union | NABEL | Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe |
| h | Stunde (Abkürzung für <i>hour</i>) | NH ₃ | Ammoniak |
| | | NMVOG | VOC ausser Methan (Nichtmethan-VOC) |
| | | NO | Stickstoffmonoxid |
| | | NO ₂ | Stickstoffdioxid |
| | | NO _x | Stickoxide: Summe von NO und NO ₂ |
| | | O ₃ | Ozon |
| | | Pb | Chemisches Symbol für Blei |

| | |
|---------------------------------|---|
| 95-Perzentil NO ₂ | 95% der Halbstundenmittelwerte eines Jahres liegen tiefer |
| 98-Perzentil O ₃ | 98% der Halbstundenmittelwerte eines Monats liegen tiefer |
| PM10 PM2.5 PM1 | Feindisperse Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmes- ser < 10 µm (PM10) < 2.5 µm (PM2.5) < 1 µm (PM1) |
| ppb, ppm | Einheiten für das Mischungsverhältnis (Konzentration) von Stoffen. ppb: Parts per billion = Anzahl Teil- chen in einer Milliarde Teilchen ppm: Parts per million = Anzahl Teil- chen in einer Million Teilchen |
| Russ | Umfasst alle primären, kohlenstoffhal- tigen Partikel eines unvollständigen Verbrennungsprozesses. |
| SCR | Selektive katalytische Reduktion (<i>engl. selective catalytic reduction</i>) bezeichnet eine Technik zur Redukti- on von Stickoxiden in Abgasen, u.a. von Verbrennungsmotoren. |
| SN | Staubniederschlag |
| SO ₂ | Schwefeldioxid |
| Std. | Stunde |
| TI | Chemisches Symbol für Thallium |
| TMW | Tagesmittelwert |
| TSP | Schwebe- oder Gesamtstaub (<i>Total Suspended Particulates</i>) |
| u. M. | Ungenügende Anzahl Messwerte |
| USG | Bundesgesetz über den Umwelt- schutz (Umweltschutzgesetz, SR 814.01) |
| UNECE | United Nations Economic Com- mission for Europe |
| UV | Ultraviolett |
| VOC | Leichtflüchtige organische Verbindun- gen (<i>Volatile Organic Compounds</i>) |
| W/m ² | Watt pro Quadratmeter; Mass für die Globalstrahlung |
| WMO | <i>World Meteorological Organization</i> Weltorganisation für Meteorologie |
| Zn | Chemisches Symbol für Zink |