UMWELTFACHSTELLEN

Luftbelastung in der Zentralschweiz

Detaillierte Messdaten 2020

www.in-luft.ch
Nummer 23, Mai 2021

Impressum

Titel	Luftbelastung in der Zentralschweiz: Detaillierte Messdaten 2020
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 Umwelt und Energie, 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	Nationalstrasse A2 im Kanton Uri im Frühling 2020 (Hannah Wey, inNET Monitoring AG)
Download-Adresse	www.in-luft.ch
Zitiervorschlag	Luftbelastung in der Zentralschweiz: Detaillierte Messdaten 2020, Zentralschweizer Umweltfachstellen, Mai 2021.

Inhalt

Zusammenfassung 1

1 Einleitung 2

2 Die Luftbelastung im Jahr 2020 4

2.1 Die langjährige Entwicklung der Luftbelastung in der Schweiz 4

2.1.1 Luftverschmutzung und Gesundheit 7

2.2 Die Luftbelastung 2020 in der Zentralschweiz 8

2.3 Das Wetter im Jahr 2020 13

2.3.1 Der Einfluss der Meteorologie auf die Immissionen von Luftschadstoffen 16

2.4 Messergebnisse 17

2.4.1 Altdorf, Gartenmatt 18

2.4.2 A2 Uri 19

2.4.3 Reiden, Bruggmatte 20

2.4.4 Ebikon, Sedel Hügelkuppe 21

2.4.5 Zug, Postplatz 22

2.4.6 Luzern, Moosstrasse 23

2.4.7 Luzern, Bahnhofplatz (Kurzzeitmessung) 24

2.4.8 Schwyz, Rubiswilstrasse 25

2.4.9 Zugerberg 26

2.4.10 Beromünster (NABEL Station) 27

2.4.11 Rigi, Seebodenalp (NABEL-Station) 28

2.5 NO_2-Passivsammler-Messungen 2020 29

2.5.1 Resultate 2020 sortiert nach Kantonen 30

2.5.2 Resultate 2020 sortiert nach Kategorien 33

2.6 Detaillierte Auswertung der Immissionsmessungen 2020 36

A1 Das Messnetz von in-luft 44

A2 Messverfahren und Datenverarbeitung 49

A3 Gesetzliche Grundlagen 54

A4 Glossar 55

Zusammenfassung

Seit einigen Jahren werden die Grenzwerte für Feinstaub PM10 und Stickstoffdioxid (NO_2) nur noch vereinzelt überschritten. Im Jahr 2020 haben die NO_2- und PM10-Belastungen weiter abgenommen. An verkehrsbelasteten Standorten traten vereinzelte Überschreitungen des NO_2-Jahresmittelgrenzwerts auf. Sämtliche Grenzwerte für Feinstaub PM10 und für die Feinstaubfraktion PM2.5 wurden eingehalten. Zu verdanken sind diese Resultate den erzielten Erfolgen in der Luftreinhaltepolitik der vergangenen Jahre. Ein Teil der Abnahme bei den NO_2-Konzentrationen ist auch auf das reduzierte Verkehrsaufkommen während den Massnahmen zur Eindämmung der COVID19-Pandemie im Frühling 2020 zurückzuführen. Die Belastungen mit Russ blieben konstant und waren nach wie vor zu hoch. Sie lagen überall deutlich über dem empfohlenen Richtwert.

Die in den letzten Jahren häufig auftretenden Hitzesommer hatten jeweils sehr hohe Ozonkonzentrationen zur Folge. Im Jahr 2020 waren die sommerlichen Hitzewellen moderater als in den Vorjahren, und so fiel die Ozonbelastung geringer aus. Trotzdem wurden sämtliche Ozongrenzwerte sehr deutlich überschritten.

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 (PM2.5, 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 NO_2-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 Luftreinhalte-Verordnung (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/m^3 (arithmetischer Jahresmittelwert) für die besonders gesundheitsschädigende Feinstaubfraktion PM2.5. 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 Ammoniak[1] (NH_3) 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.ekl.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 µg/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 2020 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.

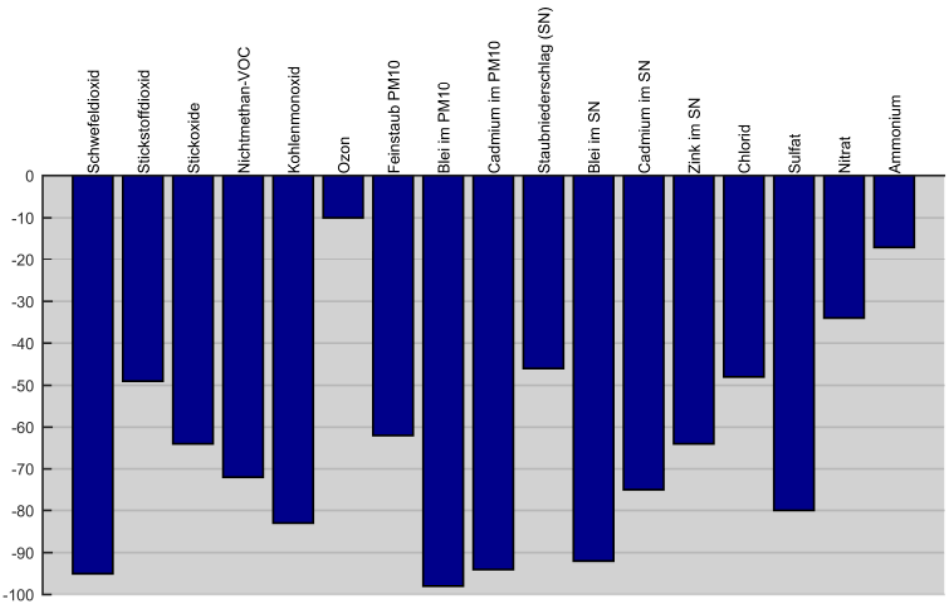
2 Die Luftbelastung im Jahr 2020

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 2020 vorgenommen und auf seiner Homepage publiziert (NABEL Rückblick 2020, Ozonsommer 2020). Aktuelle Werte und Jahresmittelwertkarten der Vorjahre publiziert das BAFU ebenfalls auf seiner Homepage.

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 Homepage[4] eine Vielzahl an Daten und Publikationen zum Thema Luftbelastung zur Verfügung.

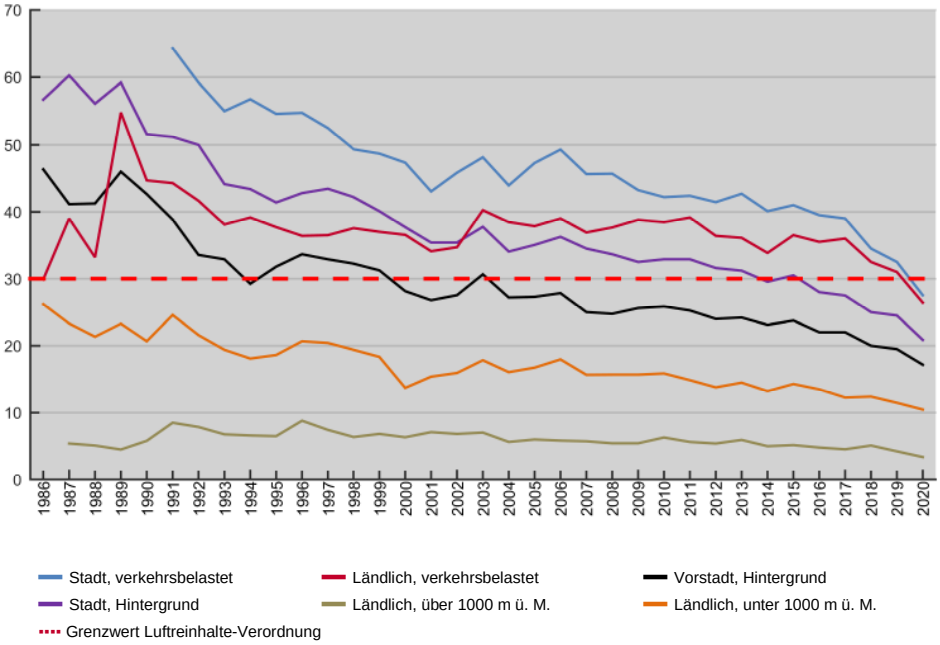
Anhand von langjährigen Messreihen verschiedener Luftschadstoffe lässt sich die Entwicklung der Luftbelastung in der Schweiz bis in die 1980er Jahre zurückverfolgen. Bei den meisten Schadstoffen gingen die Belastungen in dieser Zeitspanne zum Teil deutlich zurück. Bei neun von zwölf wichtigen Luftschadstoffen, 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. Staubniederschlag. Bei elf von 17 Stoffen sanken die Immissionen in diesem Zeitraum um mehr als die Hälfte.



Veränderung der Luftbelastung in der Schweiz zwischen 1986 und 2019. Prozentuale Abnahme der Jahresmittel, ausser CO (max. Tagesmittel) und Ozon (max. monatlicher 98%-Wert). Quelle: BAFU.

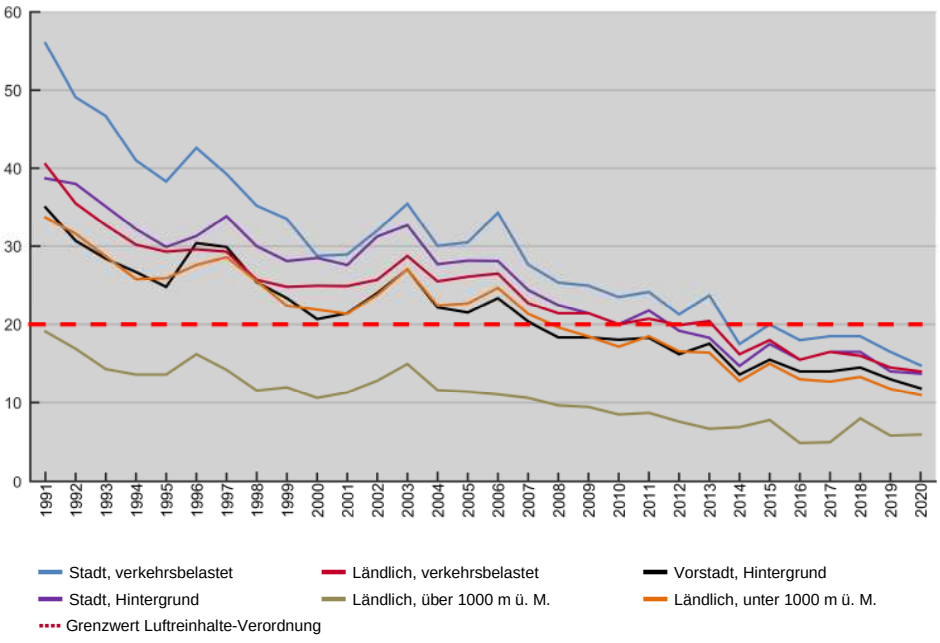
[4] www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung

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 geringer und erst seit einigen Jahren ist wieder eine deutliche Abnahme feststellbar. Im Jahr 2020 wurden die Immissionsgrenzwerte (Jahresmittelgrenzwert und Tagesmittelgrenzwert) zum ersten Mal an allen Standorttypen eingehalten.



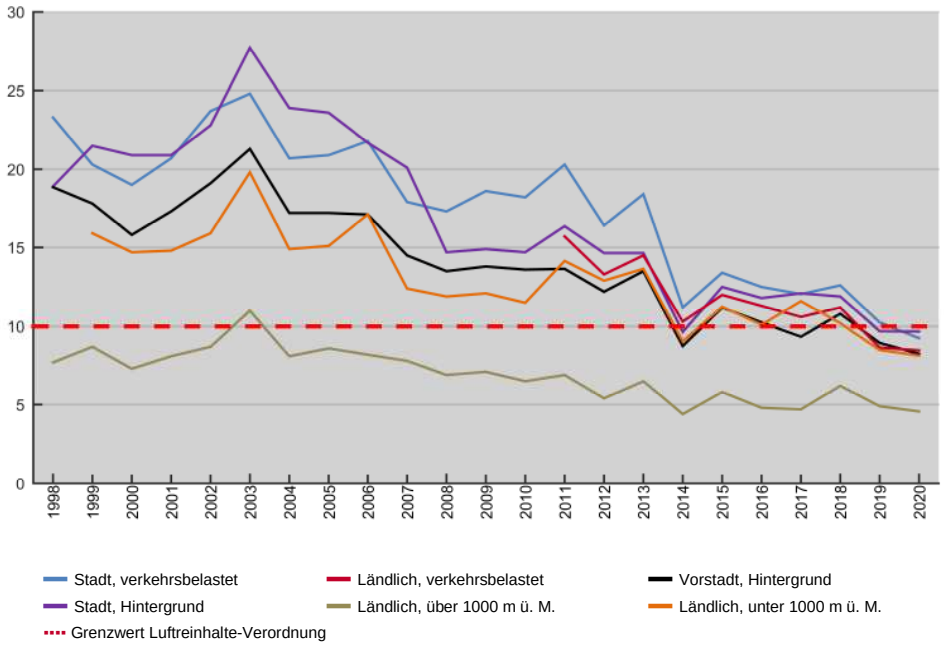
Entwicklung der NO_2-Jahresmittelwerte 1986–2020 an verschiedenen Standorttypen des NABEL-Messnetzes [µg/m³]. Quelle: NABEL (BAFU und Empa).

Beim Feinstaub konnte auch in den letzten Jahren eine Abnahme der Belastung beobachtet werden. Die Höhe der PM10-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 PM10-Konzentrationen in Bodennähe. Seit einigen Jahren wird der Jahresmittelgrenzwert an allen Standorttypen eingehalten.



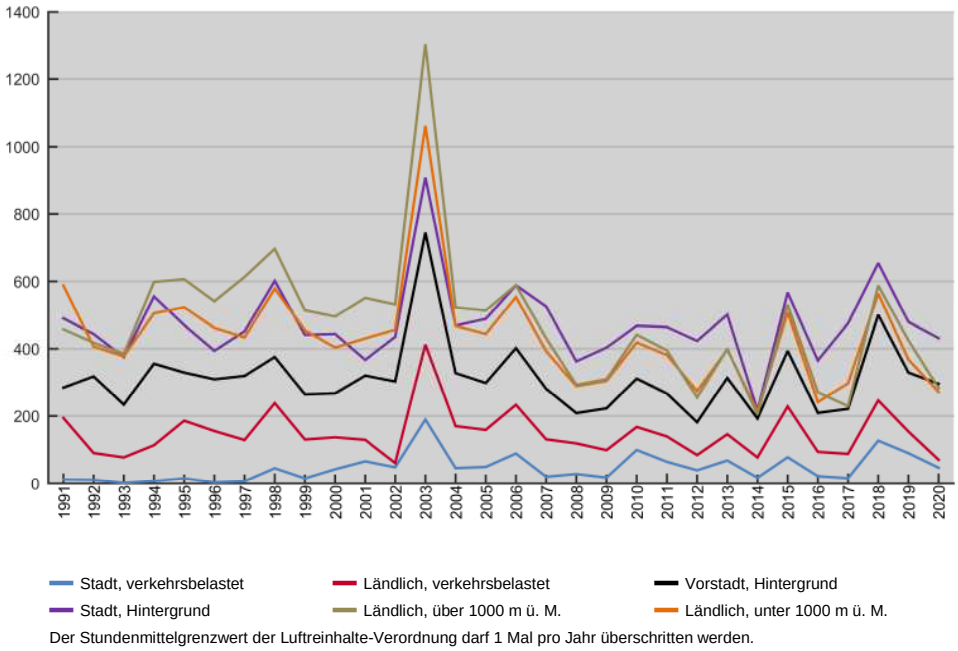
Entwicklung der PM10-Jahresmittelwerte 1991–2020 an verschiedenen Standorttypen des NABEL-Messnetzes [µg/m³]. Quelle: NABEL (BAFU und Empa).

Seit 1998 hat die Belastung durch PM2.5 um 40–50 % abgenommen. In den Siedlungsgebieten wird der Grenzwert von 10 µg/m^3 vereinzelt noch überschritten. Charakteristischerweise liegt der Anteil von PM2.5 am PM10 bei rund 75 %.



Entwicklung der PM2.5-Jahresmittelwerte 1998–2020 an verschiedenen Standorttypen des NABEL-Messnetzes [µg/m^3]. 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. Die Immissionsgrenzwerte werden weiträumig und deutlich überschritten.



Immissionsentwicklung 1991–2020 an verschiedenen Standorttypen des NABEL-Messnetzes für Ozon [Anzahl Stunden mit Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwerts]. Quelle: NABEL (BAFU und Empa).

2.1.1 Luftverschmutzung und Gesundheit

Luftverschmutzung ist eine nachweisliche Ursache für Krankheit und vorzeitige Todesfälle. Die grösste Gefahr geht von übermässigen Belastungen mit Feinstaub und Ozon aus. Betroffen sind vor allem die Atemwege, aber auch Herz-Kreislauferkrankungen können die Folge von übermässiger Luftverschmutzung sein. Die dadurch entstehenden Gesundheitskosten werden auf rund 6.5 Milliarden Franken pro Jahr geschätzt.

Die Gesundheitsfolgen der wichtigsten Luftschadstoffe werden in einer interaktiven Grafik des Swiss Tropical and Public Health Institute (Swiss TPH) dargestellt und beschrieben. Weitere Informationen zum Thema Luftverschmutzung und Gesundheit sind auf der Homepage des BAFU und von in-luft verfügbar.

2.2 Die Luftbelastung 2020 in der Zentralschweiz

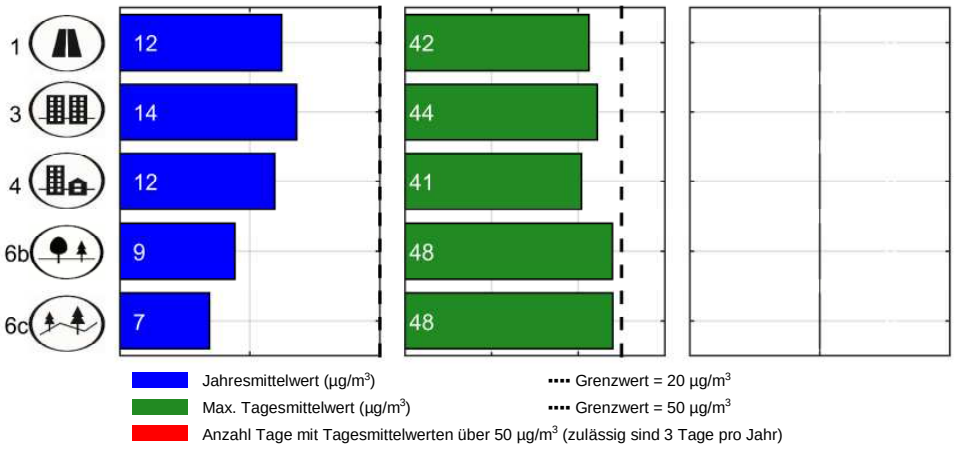
Seit einigen Jahren werden die Grenzwerte für Feinstaub PM10 und Stickstoffdioxid (NO_2) nur noch vereinzelt überschritten. Im Vergleich zum Vorjahr haben die NO_2- und PM10-Belastungen weiter abgenommen. An verkehrsbelasteten Standorten traten vereinzelte Überschreitungen des NO_2-Jahresmittelgrenzwerts auf. Sämtliche Grenzwerte für Feinstaub PM10 und für die Feinstaubfraktion PM2.5 wurden eingehalten. Zu verdanken sind diese Resultate den erzielten Erfolgen in der Luftreinhaltepolitik der vergangenen Jahre. Ein Teil der Abnahme bei den NO_2-Belastungen ist auch auf das reduzierte Verkehrsaufkommen während den Massnahmen zur Eindämmung der COVID19-Pandemie im Frühling 2020 zurückzuführen. Die Belastungen mit Russ blieben konstant und waren nach wie vor zu hoch. Sie lagen überall deutlich über dem empfohlenen Richtwert.

Die Ozonbelastung war geringer als in den letzten Jahren, aber immer noch sehr hoch. Sämtliche Grenzwerte wurden deutlich überschritten.

Feinstaub (PM)

PM10

Seit einigen Jahren wird der Jahresmittelgrenzwert für Feinstaub PM10 von 20 µg/m^3 an allen Standorten eingehalten. Am höchsten waren die Feinstaubkonzentrationen an stark verkehrsbelasteten Standorten in grösseren Städten. Der Tagesmittelgrenzwert (50 µg/m^3) wurde ebenfalls überall eingehalten. Erhöhte Konzentrationen traten Ende März auf und waren auf Verfrachtungen von Saharastaub zurückzuführen. Ansonsten treten erhöhte Konzentrationen üblicherweise in den Wintermonaten auf. Das war auch 2020 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 waren die Feinstaubkonzentrationen am geringsten. In diesen Gebieten sind einerseits weniger Emissionsquellen vorhanden. Andererseits liegen höher gelegene Gebiete im Winter über der Inversionsgrenze.

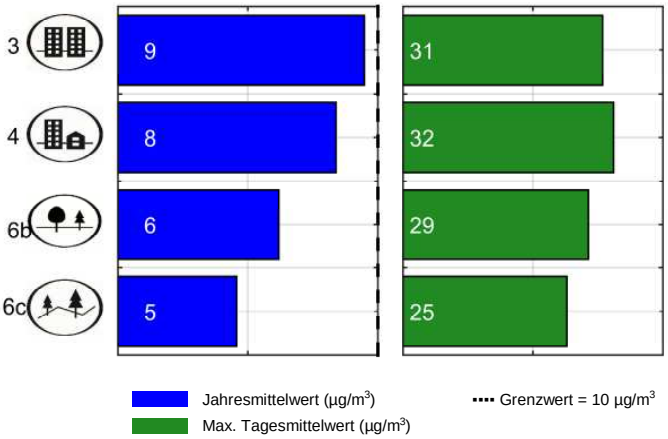


Belastung mit PM10 im Jahr 2020.

PM2.5

Seit der LRV-Revision 2018 gilt für den lungengängigen Feinstaub PM2.5 ein Immissionsgrenzwert für das Jahresmittel von 10 µg/m^3. Im Durchschnitt betragen die Immissionen von PM2.5 etwa 75 Prozent der Immissionen von PM10.

Im Vergleich zum Vorjahr verminderten sich die PM2.5-Konzentrationen. An städtischen Standorten lag das Jahresmittel mit 9 µg/m^3 knapp unter dem Grenzwert von 10 µg/m^3, während in ländlichen und höher gelegenen Regionen die PM2.5-Konzentration tiefer war.



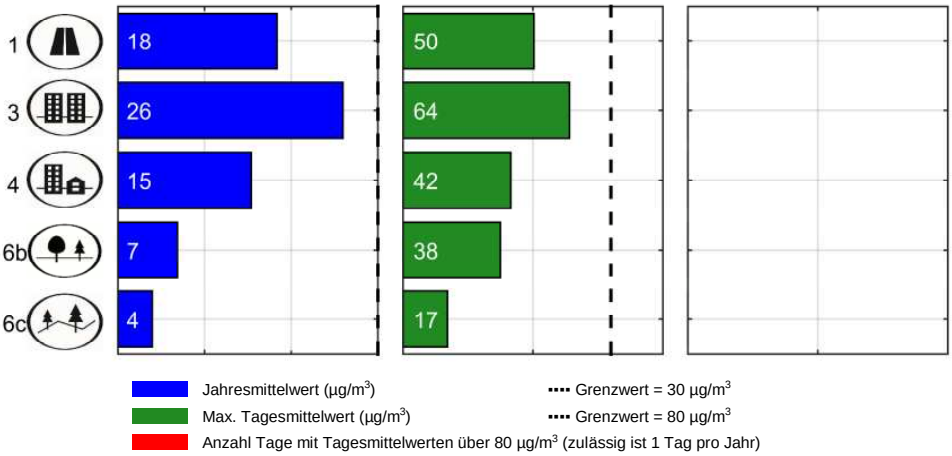
Belastung mit PM2.5 im Jahr 2020.

Russ

Die Russbelastung veränderte sich verglichen mit dem Vorjahr nur geringfügig. Die Immissionen waren immer noch übermässig. Die Jahresmittelwerte betrugen ein Vielfaches des von der Eidgenössischen Kommission für Luftreinhaltung empfohlenen Jahresmittel-Richtwerts von 0.1 µg/m³. Sie lagen je nach Standort zwischen 0.50 und 0.74 µg/m³. Bei Russ handelt es sich um kohlenstoffhaltige, ultrafeine Partikel aus unvollständigen Verbrennungsprozessen, hauptsächlich aus Dieselmotoren und Holzfeuerungen.

Stickstoffdioxid (NO_2)

Die Konzentrationen von Stickstoffdioxid verminderten sich auch im Jahr 2020 weiter. Die höchsten Konzentrationen traten an verkehrsbelasteten Standorten auf (Kategorien 1 und 2; vgl. Passivsammlermessungen). In der Kategorie 3 "Städte, Standort an stark befahrener Strasse" wurde der Jahresmittelgrenzwert zum ersten Mal eingehalten[5]. An den übrigen Messstellen wurden die Grenzwerte ebenfalls und noch deutlicher eingehalten. Sehr tief waren die Belastungen in den ländlichen und erhöhten Gebieten.

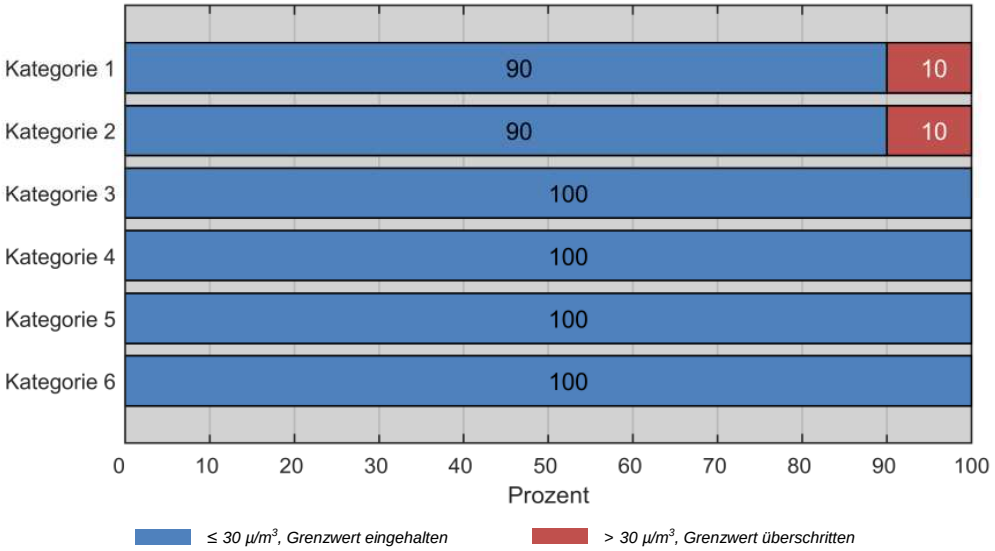


Belastung mit NO_2 im Jahr 2020.

Ausser an den kontinuierlich messenden Fixstationen wird Stickstoffdioxid auch an 102 Standorten mit Passivsammlern gemessen. Zusammen ergeben diese Messungen eine noch aussagekräftigere flächendeckende Aussage über die NO_2-Belastung. Die Grafik der Passivsammler-Messungen zeigt, dass an verkehrsbelasteten Standorten Überschreitungen des Jahresmittelgrenzwertes auftraten.

[5] Mittelung über die Standorte in dieser Kategorie. Am Standort Luzern, Bahnhofplatz, der ebenfalls zur Kategorie 3 gehört und sehr stark durch den Verkehr geprägt ist, wurde der Jahresmittelgrenzwert überschritten (Messwert: 34 µg/m³). Die Werte dieser Station sind in den Grafiken in diesem Kapitel allerdings nicht enthalten, da an diesem Standort eine Kurzzeitmessung über den Zeitraum von 18 Monaten durchgeführt wurde. In den Grafiken berücksichtigt sind Standorte mit Langzeitmessungen über mehrere Jahre, um die Vergleichbarkeit mit anderen Jahren zu gewährleisten.

Sowohl innerorts in Strassennähe (Kategorie 2) als auch an strassennahen Standorten ausserorts (Kategorie 1) wurden an zehn Prozent der Standorte Grenzwertüberschreitungen registriert.

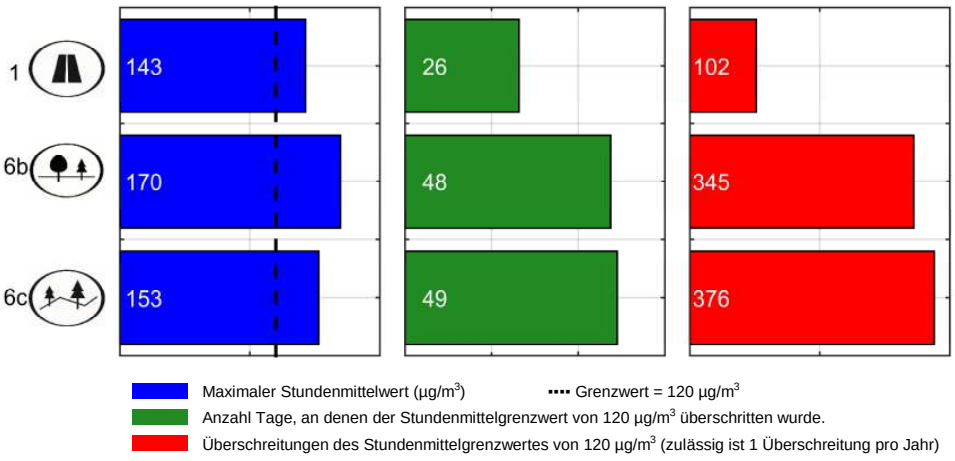


NO_2-Passivsammler-Messungen 2020: Prozentuale Verteilung der Standorte mit Überschreitungen des Jahresmittelgrenzwerts pro Kategorie.

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

Ozon

Die in den letzten Jahren häufig auftretenden Hitzesommer hatten jeweils sehr hohe Ozonbelastungen zur Folge. So wurden die Ozongrenzwerte auch 2020 wieder überall in der Zentralschweiz sehr oft und stark überschritten. Im Vergleich zu den beiden Jahren davor mit noch höheren Ozonkonzentrationen nahmen die Belastungen zwar deutlich 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. und in ländlichen Gebieten unter 1000 m ü. M. wurde der Stundenmittelgrenzwert für Ozon (120 µg/m^3) praktisch gleich häufig überschritten, nämlich an rund 50 Tagen und über 300 Mal. Erlaubt wäre nur eine Überschreitung pro Jahr. An strassennahen Standorten ausserorts wurde der Stundenmittelgrenzwert ebenfalls an durchschnittlich 26 Tagen bzw. 102 Mal überschritten. Im Vergleich zum Vorjahr nahmen die maximalen Ozonkonzentrationen in allen Standortkategorien ab, überschritten aber den zulässigen Grenzwert von 120 µg/m^3 immer noch sehr deutlich. 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 wiederspiegeln wird.



Belastung mit Ozon im Jahr 2020.

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.

Messresultate 2020 (die Pfeile geben die Veränderung gegenüber 2019 an)	Stickstoffdioxid (NO_2)			Feinstaub				Ozon (O_3)		
				PM10			PM2.5			
Messstationen (Kategorie[a])	Jahresmittelwert (µg/m³)	Maximaler Tagesmittelwert (µg/m³)	Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwerts von 80 µg/m³	Jahresmittelwert (µg/m³)	Maximaler Tagesmittelwert (µg/m³)	Überschreitungen des Tagesmittelgrenzwerts von 50 µg/m³	Jahresmittelwert (µg/m³)	Maximaler Stundenmittelwert (µg/m³)	Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwerts von 120 µg/m³ (Stunden)	Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwerts von 120 µg/m³ (Tage)
Altdorf, Gartenmatt (1)	17 ↘	52 ↘	0 →	13 ↗	40 ↘	0 →	—	131 ↘	39 ↘	15 ↘
A2 Uri (1)	21 ↘	58 ↘	0 →	11 ↗	37 ↘	0 →	7	137 ↘	60 ↘	21 ↘
Reiden, Bruggmatte (1)	20 ↘	47 ↘	0 →	14 ↘	49 ↗	0 →	—	—	—	—
Ebikon, Sedel (1)	16 ↘	44 ↘	0 →	13 ↘	43 ↘	0 →	—	161 ↘	207 ↘	43 ↘
Zug, Postplatz (3)	22 ↘	55 ↗	0 →	12 ↘	40 ↘	0 ↘	—	—	—	—
Luzern, Moosstrasse (3)	30 ↘	73 ↗	0 →	15 →	48 →	0 →	9 ↘	—	—	—
Luzern, Bahnhofpl.[#] (3)	34	73	0	17	46	0		137	6	2
Schwyz, Rubiswilstr. (4)	15 ↘	42 ↘	0 →	12 ↘	41 ↘	0 →	8 ↘	—	—	—
Zugerberg[b] (6b)	—	—	—	—	—	—	—	181 ↘	340 ↘	45 ↘
Beromünster[c] (6b)	7 ↘	38 ↗	0 →	9 ↘	48 ↗	0 →	6 ↘	158 ↘	349 ↘	50 ↘
Rigi, Seebodenalp[c] (6c)	4 ↘	17 ↘	0 →	7 →	48 ↗	0 →	5 →	153 ↘	376 ↘	49 ↘
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-Kreislauferkrankungen.
- Hoch: Gesundheitliche Beschwerden können verbreitet auftreten. Betroffen sind vor allem Kinder, ältere Menschen und Personen mit bereits bestehenden Lungen- und Herz-Kreislauferkrankungen.
- Erheblich: Gesundheitliche Beschwerden können vermehrt auftreten. Betroffen sind vor allem Kinder, ältere Menschen und Personen mit bereits bestehenden Lungen- und Herz-Kreislauferkrankungen.
- Deutlich: Gesundheitliche Beschwerden können auftreten. Betroffen sind vor allem Kinder, ältere Menschen und Personen mit bereits bestehenden Lungen- und Herz-Kreislauferkrankungen.
- Mässig: Es sind kaum Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit zu erwarten.
- Gering: Es sind keine Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit zu erwarten.

Angabe eines LBI nicht möglich (für den LBI müssen die Schadstoffe Stickstoffdioxid, Feinstaub und Ozon gemessen werden.

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

Kurzzeitmessung

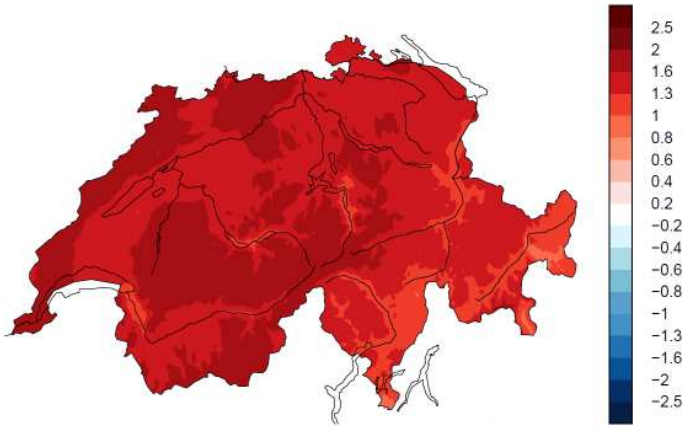
Rot = Werte über dem entsprechenden Grenzwert

* Unvollständige Messreihe

[6] Bei der Berechnung des LBI werden die Schadstoffe PM10 und NO_2 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 2020[7]

Die Jahrestemperatur 2020 stieg in den meisten Gebieten der Schweiz 1.4 bis 1.7 Grad Celsius über den Normwert[8] der Jahre 1981−2010. Im landesweiten Mittel lag sie 1.5 Grad darüber. Damit war das Jahr 2020 zusammen mit dem Jahr 2018 das wärmste seit Messbeginn 1864. Zehn Monate waren milder als die Norm 1981−2010. Der Oktober war kühler, die Junitemperatur entsprach der Norm. Drei Monate wiesen einen sehr hohen Wärmeüberschuss aus: im landesweiten Mittel war es der zweitmildeste Februar, der drittmildeste April und der viertmildeste November seit Beginn der Messungen im Jahr 1864. Der Winter 2019/2020 war mit einer Wintertemperatur von 0.7 Grad Celsius – 3 Grad Celsius über dem Normwert – der mildeste, der je gemessen wurde. Darauf folgte der drittwärmste Frühling, der 1.8 Grad Celsius über der Norm lag. Nach einem Sommerbeginn mit durchschnittlichen Temperaturen gab es zwei moderate Hitzewellen Ende Juli und in der ersten Augusthälfte mit Maximaltemperaturen meist unter 34 Grad Celsius.



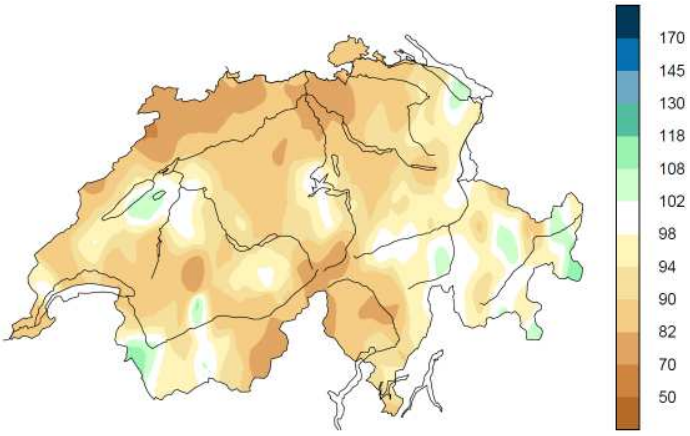
Abweichung der Jahresmitteltemperatur 2020 von der Norm in °C (1981–2010). Quelle: MeteoSchweiz.

Die Jahresniederschläge erreichten verbreitet 80 bis 100 Prozent des Normwerts der Jahre 1981−2010. Die meisten Gebiete der Schweiz, mit Ausnahme der Alpensüdseite, erhielten über den ganzen Winter betrachtet ausreichend Niederschlag mit Summen zwischen 100 und 120, regional auch um 130 Prozent der durchschnittlichen Mengen. Eine anhaltende Trockenperiode von Mitte März bis Ende April war die Ursache, dass die Niederschlagssummen im Frühling in weiten Gebieten nur 50 bis 70 Prozent der Norm erreichten. Im Herbst waren September und November sehr niederschlagsarm, während der Oktober infolge von Starkniederschlägen sehr nass ausfiel.

[7] Quelle: MeteoSchweiz, Klimabulletin Jahr 2020.

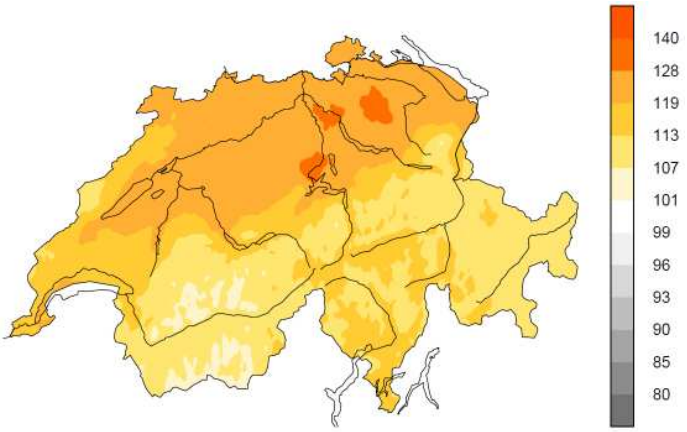
[8] Zur Beschreibung der mittleren klimatologischen Verhältnisse einer Station werden Mittelwerte (Normwerte) verschiedener Parameter aus einer langjährigen Messperiode benötigt. Die World Meteorological Organisation (WMO) legte zur Bestimmung von klimatologischen Normwerten 30-jährige Standardperioden 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.

.



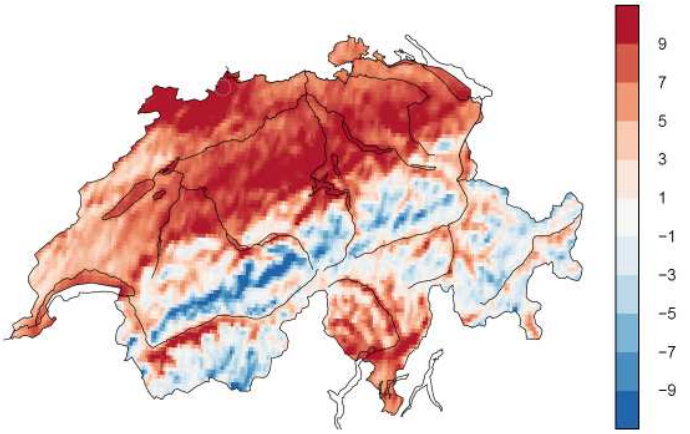
Jahres-Niederschlagssumme 2020 in Prozent der Norm (1981–2010).
Quelle: MeteoSchweiz.

Die Sonnenscheindauer lag verbreitet zwischen 110 und 130 Prozent der Norm der Jahre 1981 bis 2010. Der Winter war auf der Alpennordseite mit 130 bis 160 Prozent der Norm überdurchschnittlich sonnig. Auch der Frühling wies im gleichen Mass eine überdurchschnittliche Sonnenscheindauer auf. Im Herbst waren der September und besonders der November sehr sonnig.



Sonnenscheindauer 2020 in Prozent der Norm (1981–2010).
Quelle: MeteoSchweiz.

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.



Anomalie der Globalstrahlung 2020 (W/m^2) (Abweichung von den Mittelwerten 2004–2020).
Quelle: MeteoSchweiz.

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

Station	Höhe	Temperatur (°C)			Sonnenscheindauer (h)			Niederschlag (mm)		
	m ü.M.	Mittel	Norm	Abw.	Summe	Norm	%	Summe	Norm	%
Altdorf	438	10.8	9.8	1.0	1511	1319	115	1138	1186	96
Andermatt	1438	5.1	3.5	1.6	1761	k. A.	k. A.	1038	1552	67
Engelberg	1036	7.9	6.4	1.5	1517	1350	112	1557	1559	100
Luzern	454	11.1	9.6	1.5	1896	1424	133	1226	1173	105

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 (NO_2) 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. Naturphänomene wie die Verfrachtung von Saharastaub können die Feinstaubkonzentrationen jederzeit rasch und deutlich ansteigen lassen. Die NO_2-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 NO_2- 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. Im Sommer 2020 gab es zwei im Vergleich mit den Vorjahren moderate Hitzeperioden. Dadurch wurden die Ozongrenzwerte häufig und deutlich überschritten.

2.4 Messergebnisse

Dieses Kapitel enthält die Standortinformationen zu den einzelnen Messstationen. Die relevanten Jahresmittelwerte für die Schadstoffe Stickstoffdioxid, Feinstaub PM10 und PM2.5 sowie Ozon werden tabellarisch dargestellt. Ebenfalls sind die Resultate der Russmessungen aufgeführt. Auch die langjährige Entwicklung der NO_2- 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)

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

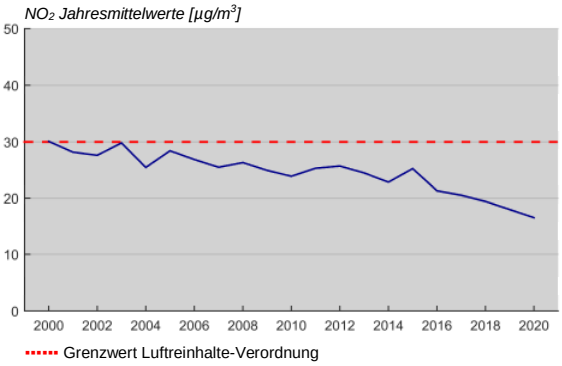
Stickstoffdioxid (NO_2)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	30	17	↘
95-Perzentil	[µg/m³]	100	45	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	80	52	↘
Überschreitungen	[Tage]	1	0	→

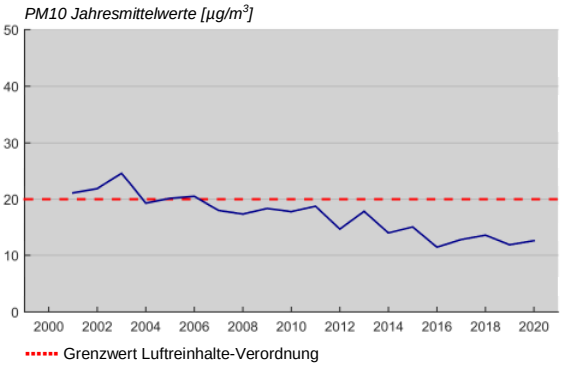
Feinstaub (PM10)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	20	13	↗
Höchster TMW	[µg/m³]	50	40	↘
Überschreitungen	[Tage]	3	0	↘

Ozon (O_3)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Max. 1h-Mittel	[µg/m³]	120	131	↘
Überschreitungen	[Std.]	1	39	↘
Max. 98-Perzentil	[µg/m³]	100	119	↘
Überschreitungen	[Mt.]	0	6	→
AOT40 (Wald)	[ppm·h]	(5)*	6.5	↘

* Empfehlung

Langjähriger Vergleich von NO_2 und PM10



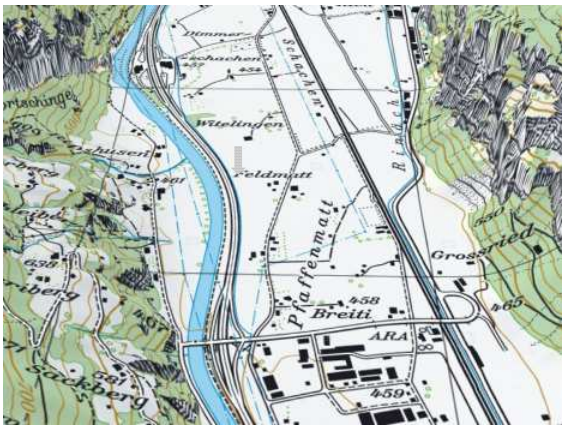


Die Stickstoffdioxid-Belastung der Messstation Altdorf ist primär durch den Strassenverkehr der A2 beeinflusst, aber auch der lokale Verkehr trägt dazu bei. Im Vergleich mit den Autobahnstandorten A2 Uri und Reiden, welche ebenfalls dem Standorttyp «Ländlich-strassennah» angehören, weist Altdorf tiefere Belastungen für NO_2 auf. Der Grund liegt bei der grösseren Entfernung der Station zur Autobahn. Seit mehreren Jahren ist eine tendenzielle Abnahme der Belastung festzustellen, die sich auch in diesem Jahr fortsetzte. 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 und schwankte in den letzten fünf Jahren in einem engen Bereich. Er nahm gegenüber dem Vorjahr geringfügig um 1 µg/m³ zu. Der Tagesmittelgrenzwert wurde auch 2020 nicht überschritten.

Obwohl die Ozonbelastung im Vergleich zum Vorjahr deutlich abnahm und der Stundenmittelgrenzwert viel weniger häufig überschritten wurde (39 im Vergleich zu 230 Überschreitungen im Jahr zuvor), bleibt die Belastung hoch. Alle Grenzwerte wurden überschritten.

2.4.2 A2 Uri



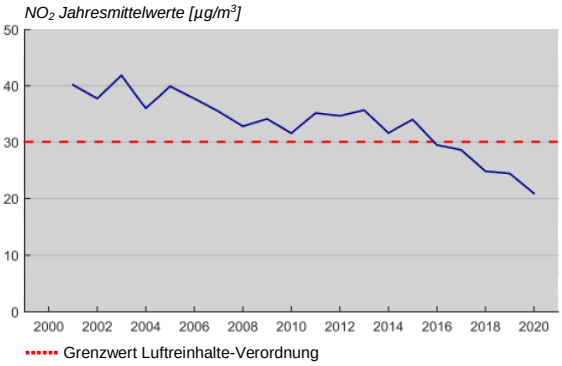
©2016 Swisstopo

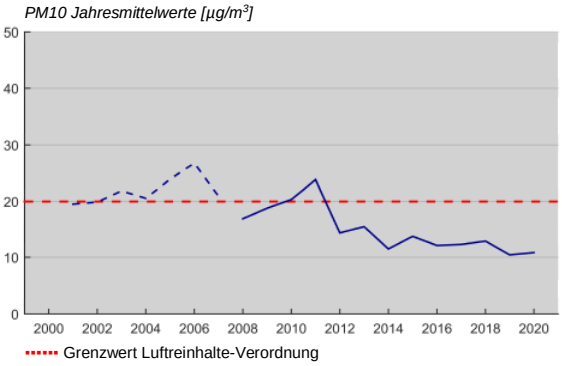
Lage
Direkt an der Autobahn A2, ca. 500 m nördlich des Autobahnanschlusses Erstfeld

Koordinaten
691.400 / 188.480, Höhe 460 m ü. M.

Strassenabstand
5 m

Langjähriger Vergleich von NO_2 und PM10





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 NO_2-Jahresmittel 2001−2007 homogenisiert. Bei den Daten von 2002, 2003 und 2007 handelt es sich gemäss Messempfehlungen des BAFU um unvollständige Messreihen,

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

Stickstoffdioxid (NO_2)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	30	21	↘
95-Perzentil	[µg/m³]	100	52	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	80	58	↘
Überschreitungen	[Tage]	1	0	→

Feinstaub (PM10)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	20	11	↗
Höchster TMW	[µg/m³]	50	37	↘
Überschreitungen	[Tage]	3	0	→

Feinstaub (PM2.5)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	10	7	—
Höchster TMW	[µg/m³]	—	30	—

EC / Russ		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	(0.1)*	0.63	↗
Höchster TMW	[µg/m³]	—	4.09	↗

Ozon (O_3)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Max. 1h-Mittel	[µg/m³]	120	137	↘
Überschreitungen	[Std.]	1	60	↘
Max. 98-Perzentil	[µg/m³]	100	122	↘
Überschreitungen	[Mt.]	0	5	↘
AOT40 (Wald)	[ppm·h]	(5)*	7.2	↘

* Empfehlung

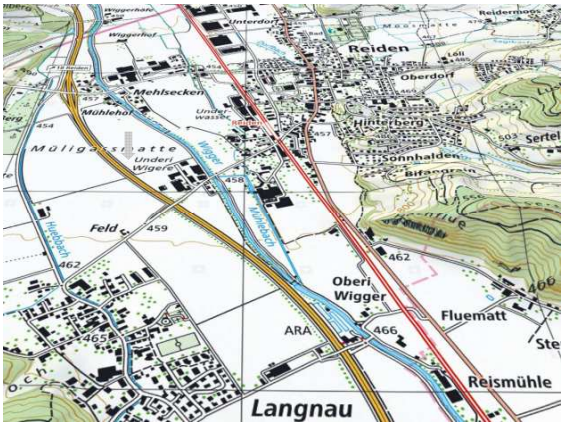
da zu viele Einzelwerte fehlen. Wegen Datenlücken bei den Feinstaubmessungen konnte für PM10 keine Homogenisierung vorgenommen werden. Die PM10-Daten vor dem Herbst 2007 lassen sich daher nicht direkt mit den Daten danach vergleichen.

Die NO_2-Belastung nahm wie in den letzten Jahren weiter ab; der Jahresmittelwert lag an diesem vom Verkehr geprägten Standort deutlich unter dem Grenzwert und sank nochmals um 4 µg/m³. Der PM10-Jahresmittelwert nahm nur geringfügig zu. Der Tagesmittelgrenzwert wurde nicht überschritten. Auch die Belastung mit der feineren Fraktion PM2.5 hielt den Grenzwert der LRV von 10 µg/m³ ein. Die Russbelastung nahm im Vergleich zum Vorjahr zu. Das Jahresmittel überschritt den Richtwert deutlich. Es wurde auch ein viel höherer maximaler Tagesmittelwert gemessen als im Jahr zuvor (2019: 1.50 µg/m³).

Die Ozonbelastung verringerte sich markant, es wurden jedoch alle Grenzwerte nach wie vor überschritten.

2.4.3 Reiden, Bruggmatte

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



©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

Stickstoffdioxid (NO_2)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	30	20	↘
95-Perzentil	[µg/m³]	100	44	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	80	47	↘
Überschreitungen	[Tage]	1	0	→

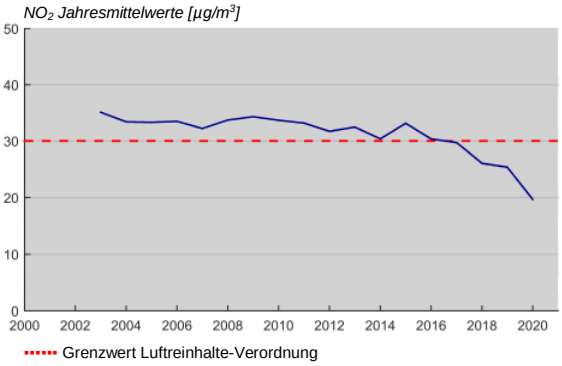
Feinstaub (PM10)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	20	14	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	50	49	↗
Überschreitungen	[Tage]	3	0	→

EC / Russ		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	(0.1)*	0.67**	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	—	1.47**	↘

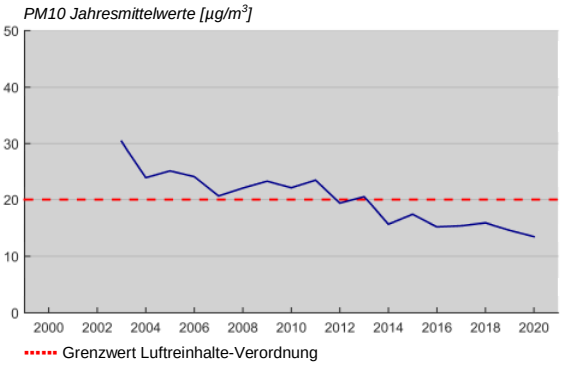
* Empfehlung
** unvollständige Messreihe

Langjähriger Vergleich von NO_2 und PM10

NO_2 Jahresmittelwerte [µg/m³]



PM10 Jahresmittelwerte [µg/m³]



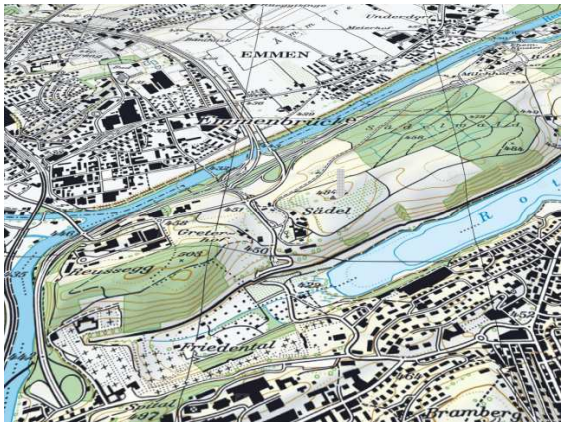
Die Station Reiden ist wie die Station A2 Uri Bestandteil des MfM-U-Messnetzes. Mit den erhobenen Messdaten soll die durch das bilaterale Landverkehrsabkommen zwischen der Schweiz und der EU (Verlagerung des Schwerverkehrs auf die Schiene) verursachte Veränderung der Luftqualität quantifiziert werden. 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 NO_2-Belastung nimmt seit mehreren Jahren kontinuierlich ab, der Jahresmittelwert verminderte sich, nach einer geringen Abnahme im Vorjahr, um 5 µg/m³. Nachdem der Jahresmittelgrenzwert früher regelmässig überschritten wurde, wird dieser Grenzwert mittlerweile deutlich eingehalten.

Auch beim PM10 wird der Jahresmittelgrenzwert seit längerer Zeit nicht mehr überschritten. Das Jahresmittel verringerte sich geringfügig um 1 µg/m³. Zum zweiten Jahr in Folge wurde der Tagesmittelgrenzwert nicht mehr überschritten. Die Russbelastung verringerte sich gegenüber dem Vorjahr, bleibt aber auf einem zu hohen Niveau.

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)

Kategorie gemäss in-luft: **1**
Kategorie gemäss BAFU: **6 D a**
Höhentyp: **Mittelland**
Siedlungsgrösse: **ausserhalb**
Verkehr, DTV (% LKW): **85 020 (6.1 %)**

Stickstoffdioxid (NO_2)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	30	16	↘
95-Perzentil	[µg/m³]	100	42	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	80	44	↘
Überschreitungen	[Tage]	1	0	→

Feinstaub (PM10)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	20	13	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	50	43	↘
Überschreitungen	[Tage]	3	0	→

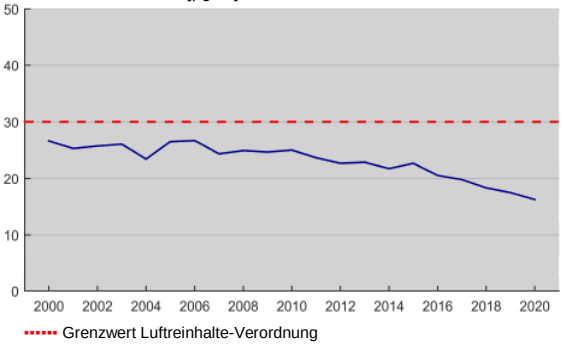
EC / Russ		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	(0.1)*	0.50	→
Höchster TMW	[µg/m³]	—	1.70	↘

Ozon (O_3)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Max. 1h-Mittel	[µg/m³]	120	161	↘
Überschreitungen	[Std.]	1	207	↘
Max. 98-Perzentil	[µg/m³]	100	139	↘
Überschreitungen	[Mt.]	0	6	↘
AOT40 (Wald)	[ppm·h]	(5)*	14.4	↘

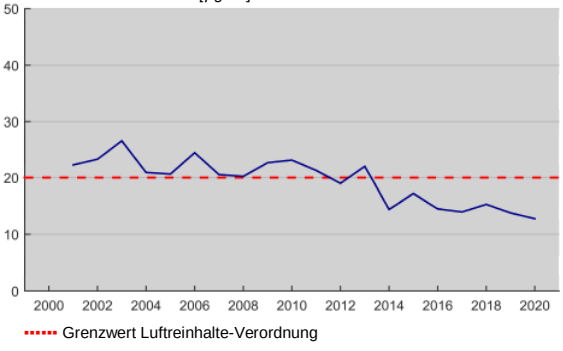
* Empfehlung
Euroairnet Messstation (http://acm.eionet.europa.eu/)

Langjähriger Vergleich von NO_2 und PM10

NO_2 Jahresmittelwerte [µg/m³]



PM10 Jahresmittelwerte [µg/m³]



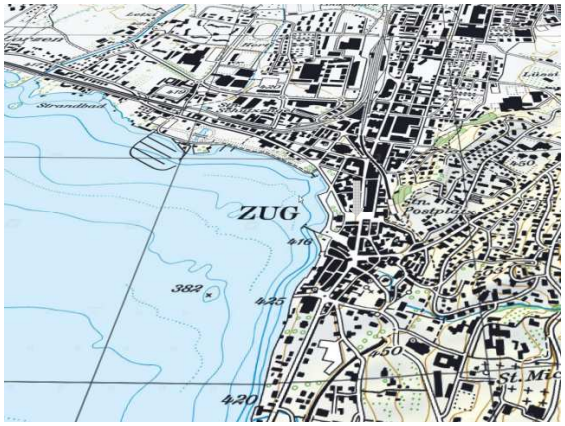
Die Messstation Sedel besteht seit 1988 und gibt einen Überblick über die Luftschadstoffbelastung an der Peripherie der Stadt Luzern und der nördlichen Agglomeration. Je nach Wetterlage wird dieser Standort durch die Verkehrsemissionen der Autobahnverzweigung A2 / A14 beeinflusst. Die Daten der Station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

Die NO_2- und PM10-Grenzwerte wurden eingehalten. Die NO_2-Belastung veränderte sich nur geringfügig. Der Jahresmittelgrenzwert nahm um 1 µg/m³ ab. Diese kleine, aber kontinuierliche Abnahme liegt im langjährigen Trend. Auch die PM10-Belastung ging leicht zurück. Der Jahresmittelwert sank ebenfalls um 1 µg/m³. Zum wiederholten Mal wurde auch der Tagesmittelgrenzwert eingehalten. Die durchschnittliche Belastung mit Russ blieb konstant und überschritt den Richtwert für das Jahresmittel.

Die Ozonbelastung blieb hoch, auch wenn sie im Vergleich zum Vorjahr, das sich jedoch durch sehr hohe Ozonwerte auszeichnete, abnahm. Die Anzahl Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwerts nahm um rund 40 Prozent ab. Sämtliche Grenzwerte wurden aber deutlich überschritten.

2.4.5 Zug, Postplatz

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



©2016 Swisstopo

Stickstoffdioxid (NO_2)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	30	22	↘
95-Perzentil	[µg/m³]	100	48	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	80	55	↗
Überschreitungen	[Tage]	1	0	→

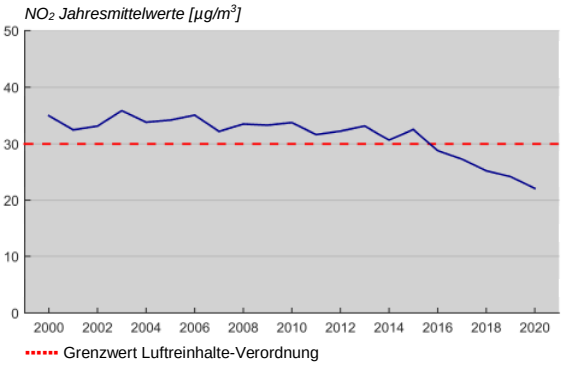
Feinstaub (PM10)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	20	12	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	50	40	↘
Überschreitungen	[Tage]	3	0	↘

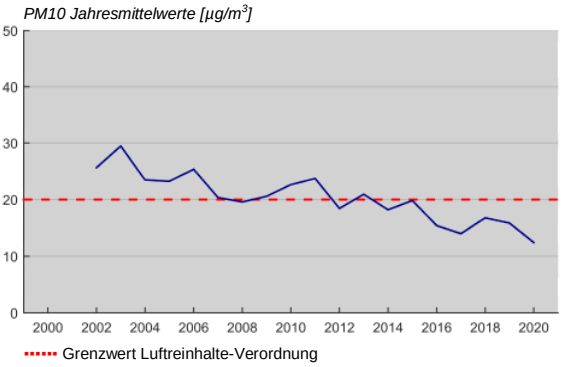
Lage
Stadtzentrum, vom nahen See beeinflusst

Koordinaten
681.625 / 224.641, Höhe 420 m ü. M.

Strassenabstand
24 m

Langjähriger Vergleich von NO_2 und PM10





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

Die Langzeitbelastung an diesem Standort lag in früheren Jahren in einem Bereich zwischen dem Grenzwert (30 µg/m³) und 35 µg/m³. Seit 2016 wurde der Jahresmittelgrenzwert jedoch nicht mehr überschritten und die Belastung nahm seither kontinuierlich ab.

Die PM10-Belastung nahm an diesem Standort deutlich ab. Der PM10-Jahresmittelwert verringerte sich um 4 µg/m³ auf 12 µg/m³. Damit setzte sich der in den letzten Jahren zu beobachtende abnehmende Trend nach einem zwischenzeitlichen Anstieg im Jahr 2018 fort. Zum ersten Mal wurde an diesem Standort der Tagesmittelgrenzwert von 50 µg/m³ eingehalten.

2.4.6 Luzern, Moosstrasse

©2016 Swisstopo

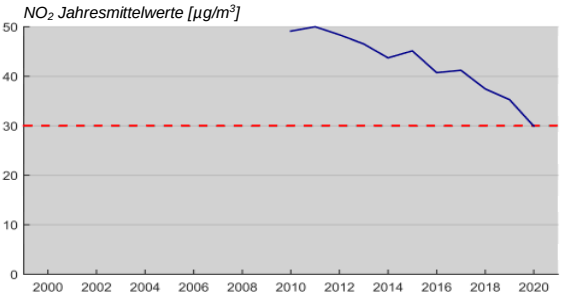
Lage
Hauptverkehrsachse, Wohn- und Geschäftsquartier

Koordinaten
665.789 / 210.898, Höhe 441 m ü. M.

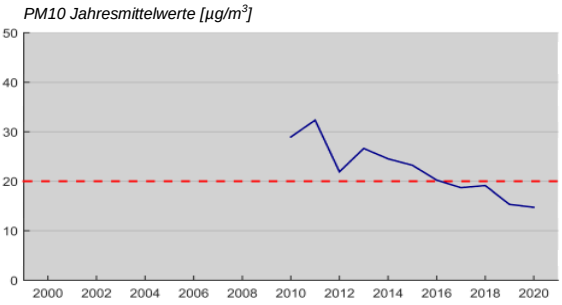
Strassenabstand
5 m (Moosstrasse)
15 m (Obergrundstrasse)

Langjähriger Vergleich von NO_2 und PM10

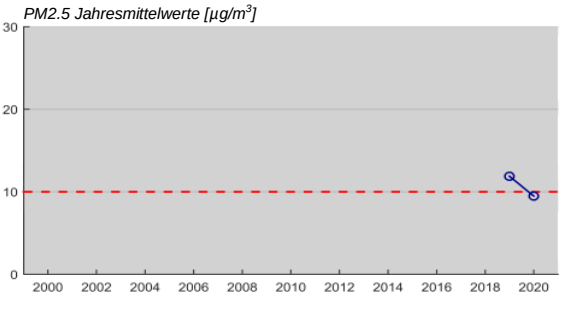
NO_2 Jahresmittelwerte [µg/m³]



PM10 Jahresmittelwerte [µg/m³]



PM2.5 Jahresmittelwerte [µg/m³]



Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

Kategorie gemäss in-luft: **3**
Kategorie gemäss BAFU: **1 C c**
Höhentyp: **Mittelland**
Siedlungsgrösse: **84 581 Einw.**
Verkehr, DTV (% LKW): **40 000 (7 %)**

Stickstoffdioxid (NO_2)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	30	30	↘
95-Perzentil	[µg/m³]	100	58	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	80	73	↗
Überschreitungen	[Tage]	1	0	→

Feinstaub (PM10)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	20	15	→
Höchster TMW	[µg/m³]	50	48	→
Überschreitungen	[Tage]	3	0	→

Feinstaub (PM2.5)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	10	9	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	—	31	↘

EC / Russ		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	(0.1)*	0.74	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	—	1.81	↘

* 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 NO_2 aller Stationen mit Langzeitmessungen auf dem Messgebiet auf. Die durchschnittliche Belastung lag seit Messbeginn im Jahr 2010 deutlich über dem Jahresmittelgrenzwert. Allerdings nahm sie seither ab. Im Jahr 2020 erreichte das Jahresmittel den Grenzwert von 30 µg/m³, ohne ihn zu überschreiten. Die Abnahme gegenüber dem Vorjahr betrug 5 µg/m³. Der Tagesmittelgrenzwert wurde an diesem Standort im zweiten Jahr in Folge nicht mehr überschritten.

Die PM10-Belastung blieb konstant und die Grenzwerte wurden eingehalten. Die Belastung mit der Feinstaubfraktion PM2.5 nahm ab. Der Jahresmittelwert sank um 3 µg/m³auf 9 µg/m³ und der Grenzwert wurde somit eingehalten.

Die Russbelastung veränderte sich nur geringfügig und blieb hoch. Das Jahresmittel überschritt den empfohlenen Richtwert von 0.1 µg/m³ 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 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.

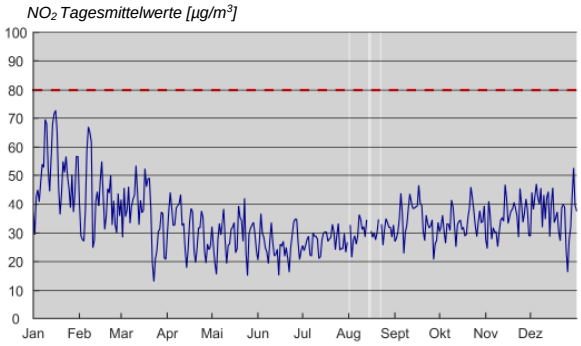
Stickstoffdioxid (NO_2)		Grenzwert	Messwert 2020
Jahresmittel	[µg/m³]	30	34
95-Perzentil	[µg/m³]	100	66
Höchster TMW	[µg/m³]	80	73
Überschreitungen	[Tage]	1	0

Feinstaub (PM10)		Grenzwert	Messwert 2020
Jahresmittel	[µg/m³]	20	17
Höchster TMW	[µg/m³]	50	46
Überschreitungen	[Tage]	3	0

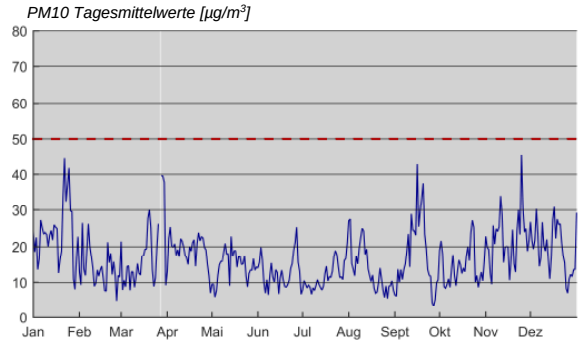
Ozon (O_3)		Grenzwert	Messwert 2020
Max. 1h-Mittel	[µg/m³]	120	137
Überschreitungen	[Std.]	1	6
Max. 98-Perzentil	[µg/m³]	100	111
Überschreitungen	[Mt.]	0	5

Schadstoffverläufe von NO_2, PM10 und Ozon

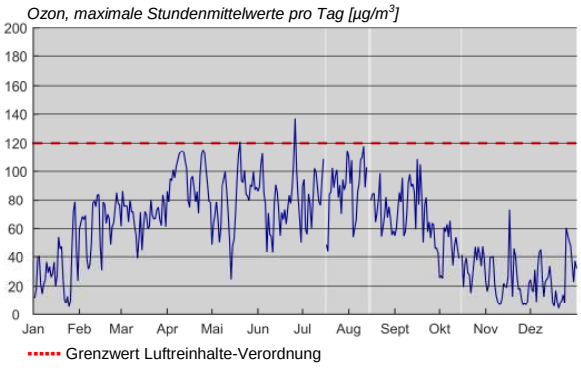
NO_2 Tagesmittelwerte [µg/m³]



PM10 Tagesmittelwerte [µg/m³]



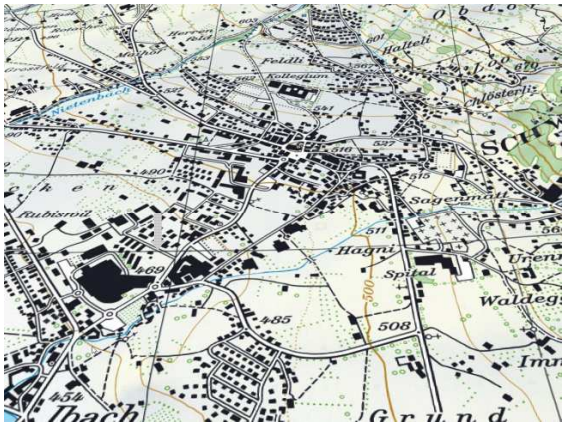
Ozon, maximale Stundenmittelwerte pro Tag [µg/m³]



Der Messort Luzern, Bahnhofplatz ist städtisch, zentral gelegen und sehr stark verkehrsexponiert. Erhöhte Stickoxidwerte sind die unmittelbare Folge des Verkehrs mit einem hohen Anteil an Dieselfahrzeugen. Die Kurzzeitmessung an diesem Standort dauerte von Juli 2019 bis Ende 2020, womit für 2020 Jahresmittelwerte vorliegen.

An diesem stark vom Verkehr geprägten Standort wurde der NO_2-Jahresmittelgrenzwert überschritten, der Tagesmittelgrenzwert hingegen eingehalten. Die Feinstaubgrenzwerte wurden ebenfalls eingehalten. Die Ozongrenzwerte wurden überschritten. Im Vergleich mit den anderen Stationen wies der Standort die geringste Ozonbelastung auf, was wiederum auf die erhöhten Stickoxidkonzentrationen zurückzuführen ist.

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 %)**

Stickstoffdioxid (NO_2)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	30	15	↘
95-Perzentil	[µg/m³]	100	39	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	80	42	↘
Überschreitungen	[Tage]	1	0	→

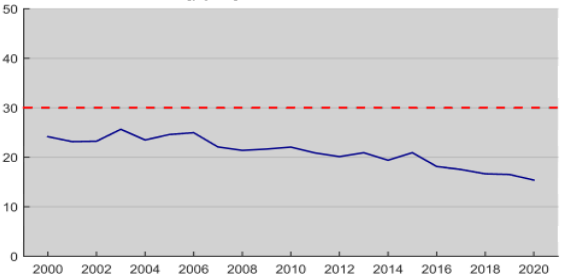
Feinstaub (PM10)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	20	12	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	50	41	↘
Überschreitungen	[Tage]	3	0	→

Feinstaub (PM2.5)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	10	8	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	—	32	↘

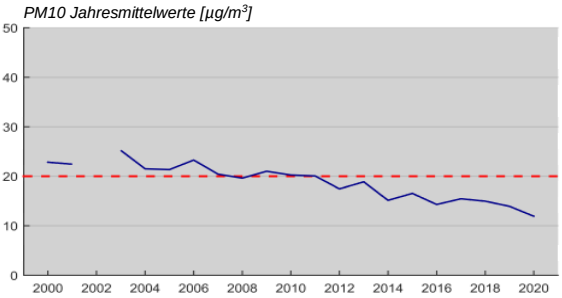
EC / Russ		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	(0.1)*	0.53	—
Höchster TMW	[µg/m³]	—	1.49	—

Langjähriger Vergleich von NO_2 und PM10

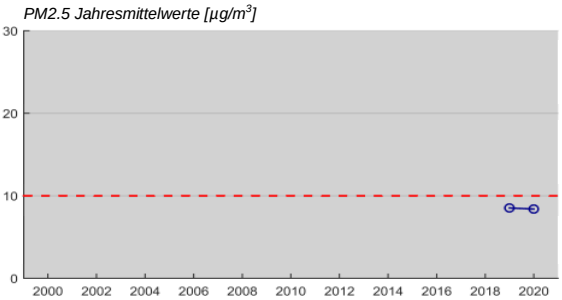
NO_2 Jahresmittelwerte [µg/m³]



PM10 Jahresmittelwerte [µg/m³]



PM2.5 Jahresmittelwerte [µg/m³]



Grenzwert Luftreinhalte-Verordnung

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 NO_2-Immissionen nahmen nochmals ab und setzten den leicht abnehmenden Trend fort. 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 2020 fort. Der Jahresmittelgrenzwert wurde seit 2012 nicht mehr überschritten und verringerte sich nochmals um 2 µg/m³. Der Tagesmittelgrenzwert wurde im zweiten Jahr in Folge nicht mehr überschritten. Die Konzentration der Feinstaubfraktion PM2.5 nahm gegenüber dem Vorjahr geringfügig ab. Das Jahresmittel lag unter dem Grenzwert von 10 µg/m³.

2.4.9 Zugerberg

©2016 Swisstopo

Lage
Nördlicher Rand der Hochebene Eigenried

Koordinaten
683.000 / 220.500, Höhe 990 m ü. M.

Strassenabstand
-

Kategorie gemäss in-luft: **6b**
Kategorie gemäss BAFU: **7 A a**
Höhentyp: **Voralpin**
Siedlungsgrösse: **ausserhalb**
Verkehr, DTV (% LKW): **-**

Ozon (O_3)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Max. 1h-Mittel	[µg/m³]	120	181	↘
Überschreitungen	[Std.]	1	340	↘
Max. 98-Perzentil	[µg/m³]	100	133	↘
Überschreitungen	[Mt.]	0	7	↘
AOT40 (Wald)	[ppm·h]	(5)*	10.4	↘

Unbereinigte Daten

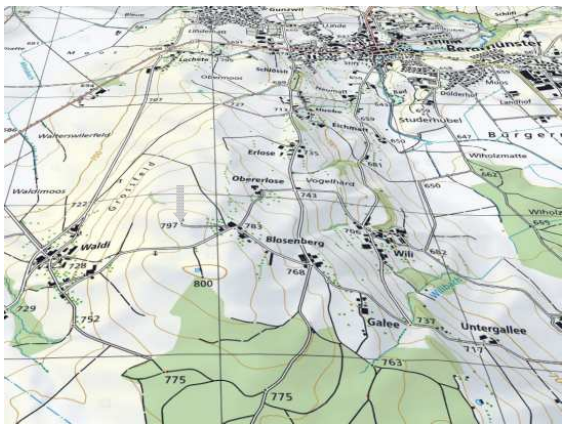
* Empfehlung

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.

Im Vergleich zum Vorjahr reduzierte sich die Belastung mit Ozon, blieb aber auf einem hohen Niveau. Der Stundenmittelgrenzwert von 120 µg/m³ wurde an 45 Tagen während 340 Stunden überschritten, im Vergleich zum Vorjahr mit 524 Überschreitungen an 56 Tagen.

2.4.10 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
-

Kategorie gemäss in-luft: **6b**
Kategorie gemäss BAFU: **7 A a**
Höhentyp: **Mittelland**
Siedlungsgrösse: **ausserhalb**
Verkehr, DTV (% LKW): **-**

Stickstoffdioxid (NO_2)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	30	7	↘
95-Perzentil	[µg/m³]	100	16	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	80	38	↗
Überschreitungen	[Tage]	1	0	→

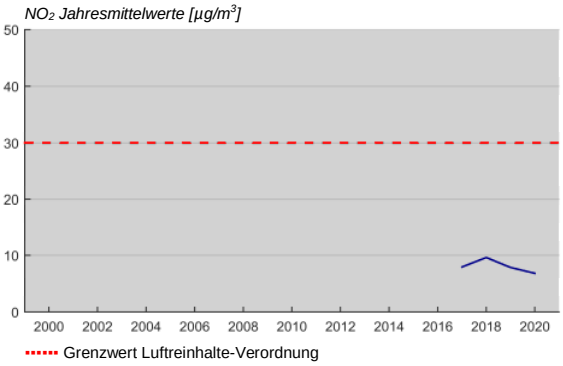
Feinstaub (PM10)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	20	9	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	50	48	↗
Überschreitungen	[Tage]	3	0	→

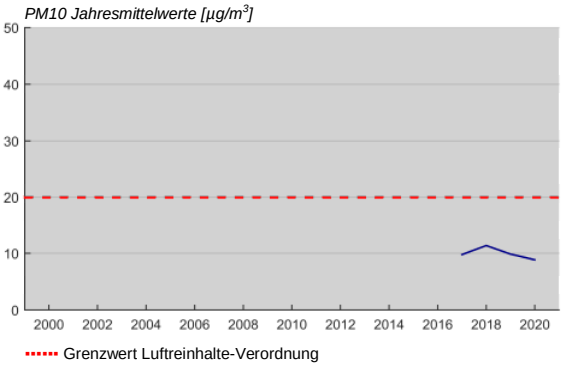
Feinstaub (PM2.5)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	10	6	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	—	29	↘

Ozon (O_3)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Max. 1h-Mittel	[µg/m³]	120	158	↘
Überschreitungen	[Std.]	1	349	↘
Max. 98-Perzentil	[µg/m³]	100	139	↘
Überschreitungen	[Mt.]	0	6	↘
AOT40 (Wald)	[ppm·h]	(5)*	17.7	↘

* Empfehlung

Langjähriger Vergleich von NO_2 und PM10





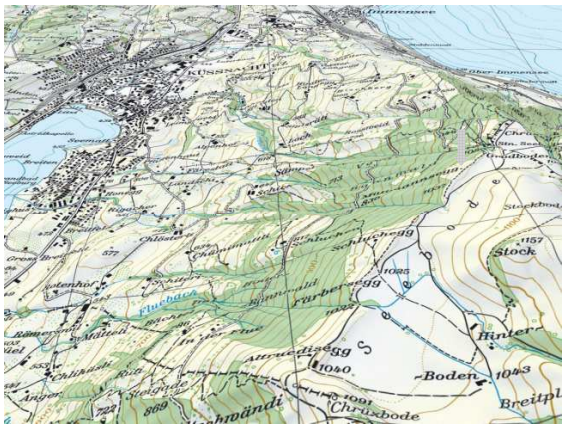
Die Station Beromünster ist Bestandteil des NABEL. Sie befindet sich an der Basis des stillgelegten Landessenders auf einer unbewaldeten Kuppe in landwirtschaftlich geprägter Umgebung. Der Standort ist aus allen Richtungen frei anströmbar und wird nicht unmittelbar durch Emissionen von Strassen oder 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 Konzentrationen von NO_2, PM10 und PM2.5 waren tief und verminderten sich noch geringfügig. Die Grenzwerte wurden eingehalten.

Sämtliche Grenzwerte für Ozon wurden ausserordentlich häufig und deutlich überschritten, obwohl sich die Konzentrationen gegenüber dem Vorjahr merklich verminderten. Der Stundenmittelgrenzwert wurde an 50 Tagen während 349 Stunden überschritten.

2.4.11 Rigi, Seebodenalp (NABEL-Station)



©2016 Swisstopo

Lage
Südwestlich der Bergstation der Seebodenalpbahn, auf der Krete der Mülimannsegg

Koordinaten
677.835 / 213.440, Höhe 1031 m ü. M.

Strassenabstand
-

Kategorie gemäss in-luft: **6c**
Kategorie gemäss BAFU: **8 A a**
Höhentyp: **Voralpin**
Siedlungsgrösse: **ausserhalb**
Verkehr, DTV (% LKW): **-**

Stickstoffdioxid (NO_2)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	30	4	↘
95-Perzentil	[µg/m³]	100	9	↘
Höchster TMW	[µg/m³]	80	17	↘
Überschreitungen	[Tage]	1	0	→

Feinstaub (PM10)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	20	7	→
Höchster TMW	[µg/m³]	50	48	↗
Überschreitungen	[Tage]	3	0	→

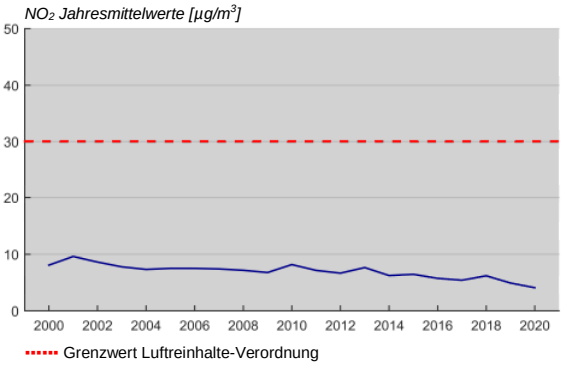
Feinstaub (PM2.5)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Jahresmittel	[µg/m³]	10	5	→
Höchster TMW	[µg/m³]	—	25	↘

Ozon (O_3)		Grenzwert	Messwert 2020	Vergleich Vorjahr
Max. 1h-Mittel	[µg/m³]	120	153	↘
Überschreitungen	[Std.]	1	376	↘
Max. 98-Perzentil	[µg/m³]	100	137	↘
Überschreitungen	[Mt.]	0	7	↘
AOT40 (Wald)	[ppm·h]	(5)*	17.5	↘

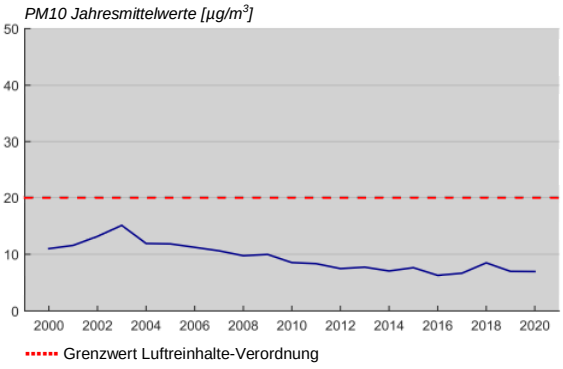
* Empfehlung

Langjähriger Vergleich von NO_2 und PM10

NO_2 Jahresmittelwerte [µg/m³]



PM10 Jahresmittelwerte [µg/m³]



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

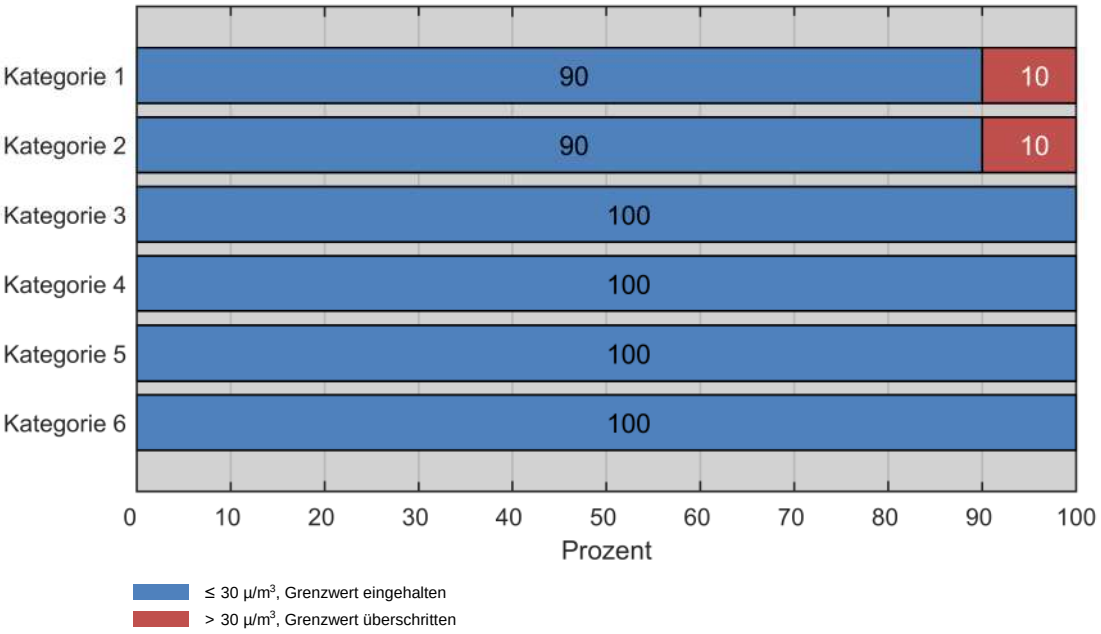
Aufgrund des ländlichen, voralpinen Charakters ist die Primärschadstoffbelastung an diesem Standort äusserst gering. Es sind kaum anthropogene Schadstoffemissionen vorhanden. Die Luftschadstoffe werden aus den besiedelten Gebieten über weite Strecken herantransportiert und dabei verdünnt. Das regional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

Die Konzentrationen von NO_2, PM10 und PM2.5 waren tief und vergleichbar mit früheren Jahren.

Die Station Rigi weist ähnlich hohe Ozonbelastungen auf wie die Stationen Zugerberg und Beromünster. Sämtliche Grenzwerte wurden sehr deutlich überschritten. Der Standort wies am meisten Überschreitungen des Stundenmittelgrenzwertes aller Ozonmessstationen im Messgebiet auf. Er wurde an 49 Tagen während 376 Stunden überschritten. Im Vergleich zum Vorjahr mit ebenfalls sehr hohen Ozonkonzentrationen ist das ein Rückgang auf hohem Belastungsniveau.

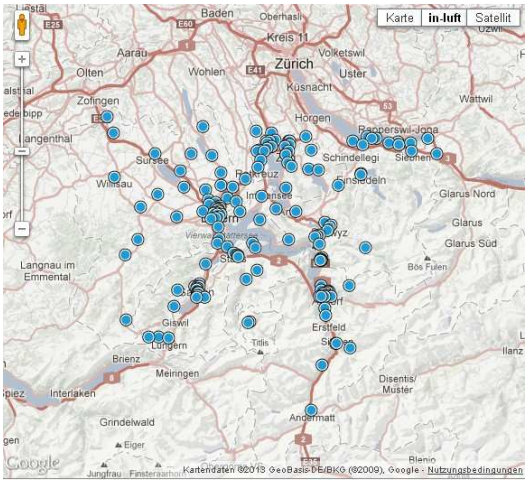
2.5 NO_2-Passivsammler-Messungen 2020

Um eine optimale, flächendeckende Aussage zur Stickstoffdioxid-Belastung zu ermöglichen, werden (zusätzlich zu den kontinuierlich messenden Stationen) an 102 Standorten Messungen mit Passivsammlern durchgeführt. Grenzwertüberschreitungen wurden 2020 an verkehrsnahen Standorten (Kategorien 1 und 2) registriert.



Die folgenden Tabellen enthalten die im Jahr 2020 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 > NO_2-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 2020 sortiert nach Kantonen

Kanton	Standort	Ost-Koord.	Nord-Koord.	Höhe m ü. M.	in-luft-Kat.	Jahres-mittel 2020 µg/m³	Jahres-mittel 2019 µg/m³
LU	Emmen, Waldibrücke	666.749	217.328	420	1	17	20
LU	Dierikon, Pilatusstrasse	670.046	216.280	420	2	23	26
LU	Horw, Bahnhofstrasse	666.315	207.870	440	2	18	21
LU	Luzern, Bahnhofplatz (526)	666.315	211.415	436	2	25	**36**
LU	Rothenburg, Flecken	663.255	216.195	490	2	24	27
LU	Littau, Reussbühl	664.109	213.050	435	3	17	20
LU	Luzern, Kasimir Pfyfferstr. 26 (570)	665.475	211.145	440	3	16	19
LU	Luzern, Museggstrasse	666.175	211.975	445	3	20	25
LU	Luzern, Neustadt Bleicherpark	665.955	210.700	440	3	20	24
LU	Luzern, Sternmatt (534)	666.440	210.075	490	3	17	19
LU	Luzern, Tribschen (VBL)	666.895	210.715	440	3	16	18
LU	Luzern, Wesemlin Kloster (585)	666.540	212.580	485	3	13	15
LU	Emmen, Herdschwand	663.880	214.080	450	4	16	18
LU	Kriens, Schulhaus Brunnmatt	664.615	209.575	470	4	15	18
LU	Buchrain, Leisibachstrasse	669.450	216.915	460	5	16	18
LU	Sempach, Feldweg	657.240	220.545	520	5	15	18
LU	Willisau-Stadt, Bahnhofstr.	642.090	219.090	595	6a	11	13
LU	Neudorf, Bromen	659.705	224.500	735	6b	6	6
LU	Schüpfheim, Landw. Schule	644.720	201.100	725	6b	7	8
NW	Hergiswil, Dorf	666.190	203.950	460	2	20	27
NW	Stans, Post	670.700	201.260	450	2	19	–
NW	Buochs, Gemeindehaus	674.875	203.060	438	5	16	–
NW	Stans, Pestalozzi	670.840	201.235	438	5	13	–
NW	Hergiswil, Matt	666.425	205.050	450	6a	13	17
NW	Niederrickenbach	675.250	197.825	1162	6c	2	–
OW	Sarnen, Büntenstrasse	662.003	194.565	469	4	13	14
OW	Engelberg, Elektrizitätswerk	673.495	185.670	1001	5	16	18
OW	Lungern, Brünigstrasse 87	655.069	181.901	712	6a	12	14
SZ	Brunnen, Bahnhofstrasse	689.040	205.980	440	2	21	24
SZ	Einsiedeln, Restaurant Waldstatt	699.060	220.450	880	2	18	26
SZ	Küssnacht, Hauptplatz	676.160	215.010	440	2	**41**	**52**
SZ	Lachen, Oberdorfstrasse	707.720	227.260	430	2	24	27
SZ	Pfäffikon, Schindellegistrasse	701.450	228.660	415	2	23	28
SZ	Pfäffikon, Strassenverkehrsamt	702.380	228.740	420	2	21	25
SZ	Rothenthurm, Hauptstrasse	693.910	217.790	925	2	17	22

Kanton	Standort	Ost-Koord.	Nord-Koord.	Höhe m ü. M.	in-luft-Kat.	Jahres-mittel 2020 µg/m³	Jahres-mittel 2019 µg/m³
SZ	Schwyz, Herrengasse	692.270	208.550	520	2	26	**31**
SZ	Siebnen, Glarnerstrasse	710.580	225.870	445	2	24	28
SZ	Wollerau, Dorfplatz	697.050	228.007	518	2	19	22
SZ	Goldau, Bahnhofstrasse	684.215	211.525	510	4	22	23
SZ	Muotathal, Gemeindekanzlei	700.340	203.420	610	5	15	17
SZ	Tuggen	714.310	228.845	408	6a	10	12
SZ	Morschach, Husmattegg	689.700	204.140	655	6b	6	7
UR	Altdorf, Bärenmatt	690.620	192.640	445	1	15	17
UR	Altdorf, Gartenmatt	690.175	193.550	440	1	17	19
UR	Altdorf, Gross Ei	690.540	192.340	444	1	**31**	**37**
UR	Amsteg, Grund 2	693.930	181.300	510	1	12	14
UR	Erstfeld, Pumpwerk	691.320	189.340	454	1	15	17
UR	Flüelen, Werkhof A2/A4	690.200	194.470	436	1	18	20
UR	Gurtnellen, Wiler	690.700	176.065	743	1	18	23
UR	Wassen, Schule	688.747	173.366	915	1	10	13
UR	Wassen, Autobahn	688.871	173.321	876	1	14	19
UR	Wassen, EWA Mast	688.813	173.372	916	1	9	13
UR	Altdorf, von Roll-Haus	691.825	193.000	464	2	27	**31**
UR	Schattdorf, Adlergarten	692.237	191.103	466	2	23	24
UR	Sisikon, EWA Häuschen	690.070	200.467	455	2	10	11
UR	Sisikon, Haus Kantonsstrasse	690.107	200.487	460	2	10	12
UR	Sisikon, Schulhaus Sportplatz	690.045	200.600	440	2	8	9
UR	Sisikon, Schulhaus Strassenlampe	690.065	200.601	455	2	12	14
UR	Altdorf, Allenwinden	691.690	192.220	464	5	11	12
UR	Altdorf, Grossmatt	691.220	192.100	460	5	13	14
UR	Altdorf, Kapuzinerkloster	691.900	193.300	514	5	6	7
UR	Altdorf, Spital	691.404	192.956	449	5	13	14
UR	Andermatt, Bahnhof	688.425	165.675	1436	6a	9	11
UR	Andermatt, Gotthardstrasse	688.534	165.289	1441	6a	10	12
UR	Bürglen, Brickermatte	692.540	192.135	496	6a	10	10
UR	Göschenen, Gotthardstrasse	687.972	168.974	1113	6a	7	7
UR	Sisikon, Ob den Dächern	690.132	200.500	470	6a	7	8
UR	Sisikon, Unterdorf	689.927	200.352	450	6a	9	11
UR	Attinghausen, Eielen	689.860	192.036	451	6b	9	10
UR	Attinghausen, Schachli	690.340	192.020	446	6b	10	11
UR	Silenen, Dägerlohn	693.944	183.107	516	6b	12	14
UR	Sisikon, Doppelmast beim Bergweg	690.205	200.510	485	6b	5	6

Kanton	Standort	Ost-Koord.	Nord-Koord.	Höhe m ü. M.	in-luft-Kat.	Jahres-mittel 2020 µg/m³	Jahres-mittel 2019 µg/m³
UR	Sisikon, Hochspannungsmast	690.358	200.924	640	6b	5	5
UR	Biel, Bergstation	696.800	194.575	1625	6c	1	2
UR	Göschenen, Eidgenössisch	688.222	168.867	1106	6c	8	9
UR	Göschenen, Schöllenen	687.858	168.470	1136	6c	9	10
ZG	Baar, Herti	681.426	226.453	424	1	15	18
ZG	Baar, TZB Inwilerriedstrasse	682.676	226.548	433	1	16	20
ZG	Baar, TZB Rigistrasse	682.765	227.330	445	1	16	19
ZG	Baar, Zugerstrasse	682.057	226.941	435	1	19	21
ZG	Cham, Baregg	677.878	227.712	420	1	16	19
ZG	Cham, Bibersee	678.231	229.480	445	1	**34**	**42**
ZG	Cham, Eizmoos	677.146	227.748	440	1	18	21
ZG	Cham, UCH Cham Nord	677.172	227.222	432	1	17	19
ZG	Hünenberg, Langrütistrasse	675.420	225.540	465	1	–	–
ZG	Hünenberg, Fildernweg	675.702	226.170	455	1	19	21
ZG	Baar, TZB Ägeristrasse	683.300	227.243	479	2	14	16
ZG	Cham, UCH Luzernerstrasse	677.320	225.967	421	2	**32**	**37**
ZG	Cham, UCH Zugerstrasse	678.350	226.446	417	2	23	26
ZG	Cham, UCH Zythus	676.635	225.286	421	2	17	20
ZG	Rotkreuz, Holzhäusern	675.850	223.250	443	2	26	**30**
ZG	Rotkreuz, Kreisel Forren	675.507	222.391	443	2	27	**30**
ZG	Unterägeri, Zugerstrasse	686.639	221.367	734	2	23	26
ZG	Zug, Neugasse	681.675	224.615	420	2	**31**	**36**
ZG	Zug, TZB Ägeristrasse	682.831	225.093	500	2	23	27
ZG	Baar, Poststrasse	682.347	227.663	445	4	16	19
ZG	Cham, Duggelimatt	678.250	226.380	420	4	16	18
ZG	Rotkreuz, Gemeindehaus	675.320	221.640	429	4	15	18
ZG	Unterägeri, Lorzenstrasse	686.860	221.270	725	5	11	12
ZG	Walchwil, Bahnhofplatz	681.875	216.940	449	6a	11	12
ZG	Baar, Inwil	682.550	226.900	440	6b	12	13
ZG	Baar, TZB Tennisplatz	682.335	226.672	432	6b	13	14
ZG	Cham, Frauental	674.710	229.850	393	6b	9	10

Fett = Wert über dem LRV-Grenzwert von 30 µg/m³.

2.5.2 Resultate 2020 sortiert nach Kategorien

Kanton	Standort	Ost-Koord.	Nord-Koord.	Höhe m ü. M.	in-luft-Kat.	Jahres-mittel 2020 µg/m³	Jahres-mittel 2019 µg/m³
LU	Emmen, Waldibrücke	666.749	217.328	420	1	17	20
UR	Altdorf, Bärenmatt	690.620	192.640	445	1	15	17
UR	Altdorf, Gartenmatt	690.175	193.550	440	1	17	19
UR	Altdorf, Gross Ei	690.540	192.340	444	1	**31**	**37**
UR	Amsteg, Grund 2	693.930	181.300	510	1	12	14
UR	Erstfeld, Pumpwerk	691.320	189.340	454	1	15	17
UR	Flüelen, Werkhof A2/A4	690.200	194.470	436	1	18	20
UR	Gurtnellen, Wiler	690.700	176.065	743	1	18	23
UR	Wassen, Autobahn	688.871	173.321	876	1	14	19
UR	Wassen, EWA Mast	688.813	173.372	916	1	9	13
UR	Wassen, Schule	688.747	173.366	915	1	10	13
ZG	Baar, Herti	681.426	226.453	424	1	15	18
ZG	Baar, TZB Inwilerriedstrasse	682.676	226.548	433	1	16	20
ZG	Baar, TZB Rigistrasse	682.765	227.330	445	1	16	19
ZG	Baar, Zugerstrasse	682.057	226.941	435	1	19	21
ZG	Cham, Baregg	677.878	227.712	420	1	16	19
ZG	Cham, Bibersee	678.231	229.480	445	1	**34**	**42**
ZG	Cham, Eizmoos	677.146	227.748	440	1	18	21
ZG	Cham, UCH Cham Nord	677.172	227.222	432	1	17	19
ZG	Hünenberg, Langrütistrasse	675.420	225.540	465	1	–	–
ZG	Hünenberg, Fildernweg	675.702	226.170	455	1	19	21
LU	Dierikon, Pilatusstrasse	670.046	216.280	420	2	23	26
LU	Horw, Bahnhofstrasse	666.315	207.870	440	2	18	21
LU	Luzern, Bahnhofplatz (526)	666.315	211.415	436	2	25	**36**
LU	Rothenburg, Flecken	663.255	216.195	490	2	24	27
NW	Hergiswil, Dorf	666.190	203.950	460	2	20	27
NW	Stans, Post	670.700	201.260	450	2	19	–
SZ	Brunnen, Bahnhofstrasse	689.040	205.980	440	2	21	24
SZ	Einsiedeln, Restaurant Waldstatt	699.060	220.450	880	2	18	26
SZ	Küssnacht, Hauptplatz	676.160	215.010	440	2	**41**	**52**
SZ	Lachen, Oberdorfstrasse	707.720	227.260	430	2	24	27
SZ	Pfäffikon, Schindellegistrasse	701.450	228.660	415	2	23	28
SZ	Pfäffikon, Strassenverkehrsamt	702.380	228.740	420	2	21	25
SZ	Rothenthurm, Hauptstrasse	693.910	217.790	925	2	17	22
SZ	Schwyz, Herrengasse	692.270	208.550	520	2	26	**31**

Kanton	Standort	Ost-Koord.	Nord-Koord.	Höhe m ü. M.	in-luft-Kat.	Jahres-mittel 2020 µg/m³	Jahres-mittel 2019 µg/m³
SZ	Siebnen, Glarnerstrasse	710.580	225.870	445	2	24	28
SZ	Wollerau, Dorfplatz	697.050	228.007	518	2	19	22
UR	Altdorf, von Roll-Haus	691.825	193.000	464	2	27	**31**
UR	Schattdorf, Adlergarten	692.237	191.103	466	2	23	24
UR	Sisikon, EWA Häuschen	690.070	200.467	455	2	10	11
UR	Sisikon, Haus Kantonsstrasse	690.107	200.487	460	2	10	12
UR	Sisikon, Schulhaus Sportplatz	690.045	200.600	440	2	8	9
UR	Sisikon, Schulhaus Strassenlampe	690.065	200.601	455	2	12	14
ZG	Baar, TZB Ägeristrasse	683.300	227.243	479	2	14	16
ZG	Cham, UCH Luzernerstrasse	677.320	225.967	421	2	**32**	**37**
ZG	Cham, UCH Zugerstrasse	678.350	226.446	417	2	23	26
ZG	Cham, UCH Zythus	676.635	225.286	421	2	17	20
ZG	Rotkreuz, Holzhäusern	675.850	223.250	443	2	26	**30**
ZG	Rotkreuz, Kreisel Forren	675.507	222.391	443	2	27	**30**
ZG	Unterägeri, Zugerstrasse	686.639	221.367	734	2	23	26
ZG	Zug, Neugasse	681.675	224.615	420	2	**31**	**36**
ZG	Zug, TZB Ägeristrasse	682.831	225.093	500	2	23	27
LU	Littau, Reussbühl	664.109	213.050	435	3	17	20
LU	Luzern, Kasimir Pfyfferstr. 26 (570)	665.475	211.145	440	3	16	19
LU	Luzern, Museggstrasse	666.175	211.975	445	3	20	25
LU	Luzern, Neustadt Bleicherpark	665.955	210.700	440	3	20	24
LU	Luzern, Sternmatt (534)	666.440	210.075	490	3	17	19
LU	Luzern, Tribschen (VBL)	666.895	210.715	440	3	16	18
LU	Luzern, Wesemlin Kloster (585)	666.540	212.580	485	3	13	15
LU	Emmen, Herdschwand	663.880	214.080	450	4	16	18
LU	Kriens, Schulhaus Brunnmatt	664.615	209.575	470	4	15	18
OW	Sarnen, Büntenstrasse	662.003	194.565	469	4	13	14
SZ	Goldau, Bahnhofstrasse	684.215	211.525	510	4	22	23
ZG	Baar, Poststrasse	682.347	227.663	445	4	16	19
ZG	Cham, Duggelimatt	678.250	226.380	420	4	16	18
ZG	Rotkreuz, Gemeindehaus	675.320	221.640	429	4	15	18
LU	Buchrain, Leisibachstrasse	669.450	216.915	460	5	16	18
LU	Sempach, Feldweg	657.240	220.545	520	5	15	18
NW	Buochs, Gemeindehaus	674.875	203.060	438	5	16	–
NW	Stans, Pestalozzi	670.840	201.235	438	5	13	–
OW	Engelberg, Elektrizitätswerk	673.495	185.670	1001	5	16	18
SZ	Muotathal, Gemeindekanzlei	700.340	203.420	610	5	15	17

Kanton	Standort	Ost-Koord.	Nord-Koord.	Höhe m ü. M.	in-luft-Kat.	Jahres-mittel 2020 µg/m³	Jahres-mittel 2019 µg/m³
UR	Altdorf, Allenwinden	691.690	192.220	464	5	11	12
UR	Altdorf, Grossmatt	691.220	192.100	460	5	13	14
UR	Altdorf, Kapuzinerkloster	691.900	193.300	514	5	6	7
UR	Altdorf, Spital	691.404	192.956	449	5	13	14
ZG	Unterägeri, Lorzenstrasse	686.860	221.270	725	5	11	12
LU	Willisau-Stadt, Bahnhofstr.	642.090	219.090	595	6a	11	13
NW	Hergiswil, Matt	666.425	205.050	450	6a	13	17
OW	Lungern, Brünigstrasse 87	655.069	181.901	712	6a	12	14
SZ	Tuggen	714.310	228.845	408	6a	10	12
UR	Andermatt, Bahnhof	688.425	165.675	1436	6a	9	11
UR	Andermatt, Gotthardstrasse	688.534	165.289	1441	6a	10	10
UR	Bürglen, Brickermatte	692.540	192.135	496	6a	7	7
UR	Göschenen, Gotthardstrasse	687.972	168.974	1113	6a	7	8
UR	Sisikon, Ob den Dächern	690.132	200.500	470	6a	9	11
UR	Sisikon, Unterdorf	689.927	200.352	450	6a	10	12
ZG	Walchwil, Bahnhofplatz	681.875	216.940	449	6a	11	12
LU	Neudorf, Bromen	659.705	224.500	735	6b	6	6
LU	Schüpfheim, Landw. Schule	644.720	201.100	725	6b	7	8
SZ	Morschach, Husmattegg	689.700	204.140	655	6b	6	7
UR	Attinghausen, Eielen	689.860	192.036	451	6b	9	10
UR	Attinghausen, Schachli	690.340	192.020	446	6b	10	11
UR	Silenen, Dägerlohn	693.944	183.107	516	6b	12	14
UR	Sisikon, Doppelmast beim Bergweg	690.205	200.510	485	6b	5	6
UR	Sisikon, Hochspannungsmast	690.358	200.924	640	6b	5	5
ZG	Baar, Inwil	682.550	226.900	440	6b	12	13
ZG	Baar, TZB Tennisplatz	682.335	226.672	432	6b	13	14
ZG	Cham, Frauental	674.710	229.850	393	6b	9	10
NW	Niederrickenbach	675.250	197.825	1162	6c	2	–
UR	Biel, Bergstation	696.800	194.575	1625	6c	1	2
UR	Göschenen, Eidgenössisch	688.222	168.867	1106	6c	8	9
UR	Göschenen, Schöllenen	687.858	168.470	1136	6c	9	10

Fett = Wert über dem LRV-Grenzwert von 30 µg/m³.

2.6 Detaillierte Auswertung der Immissionsmessungen 2020

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.

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort Altdorf, Gartenmatt **Jahr** 2020

Messinstanz: Amt für Landwirtschaft und Umwelt, 6060 Sarnen
Kontaktperson: Marco Dusi / 041 666 63 02
Umrechnung von ppb in µg/m³ bei: 20 °C / 1013 hPa

	Ost in m		Nord in m	
Koordinaten	2690175	/	1193550	Höhe 438 m über Meer
Probenahme	100 m von Strasse			4 m über Boden

Standortcharakteristika

	Stadtzentrum		Industrie
	Agglomeration	x	Verkehr
x	ländlich		Hintergrund
	Hochgebirge		

Bebauung

x	keine
	offen
	einseitig offen
	geschlossen

Verkehr (DTV)

	< 5'000
	5'000 - 20'000
x	20'001 - 50'000
	> 50'000

Meteoparameter

x	Ja
	Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW	Immissionsgrenzwerte Jahr	Tag	95%	Messgerät / Messmethode
SO_2	µg/m³					30	100	100	
NO_2	µg/m³	16.58	44.51	51.90	0	30	80	100	Horiba APNA-370 / Chemilumineszenz
NO_x	ppb	13.65	49.82	64.87					Horiba APNA-370 / Chemilumineszenz
CO	mg/m³						8		
TSP	µg/m³								
PM10	µg/m³	12.62		40.00	0	20	50		FIDAS-200 / light-scat
PM2.5	µg/m³					10			
PM1	µg/m³								
Partikelanzahl	1/cm³								
EC / Russ	µg/m³								
Pb in PM10	ng/m³					500			
Cd in PM10	ng/m³					1.5			
Staubniederschlag	mg/(m²·d)					200			
Pb im SN	µg/(m²·d)					100			
Cd im SN	µg/(m²·d)					2			
Zn im SN	µg/(m²·d)					400			
Tl im SN	µg/(m²·d)					2			
Benzol	µg/m³								
Toluol	µg/m³								
NMVOC	µg/m³								
Ammoniak	µg/m³								

Ozon Messgerät: Monitor Labs 9810 / UV-Photometer

Einheit	Jahres-mittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³	Anzahl 1h-Mittel	Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m³ h	> 120 µg/m³ d	> 180 µg/m³ h	> 180 µg/m³ d	> 240 µg/m³ h	> 240 µg/m³ d	Dosis AOT40f in ppm·h
µg/m³	42.48	119.23	130.68	6	8784	39	15	0	0	0	0	6.53

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort Erstfeld, A2 **Jahr** 2020

Messinstanz: BAFU, Sektion Umweltbeobachtung, 3003 Bern
Kontaktperson: S. Bieri, inNET AG, 6005 Luzern / 041 500 50 48
Umrechnung von ppb in µg/m³ bei: 20 °C / 1013 hPa

	Ost in m	/	Nord in m	Höhe	
Koordinaten	2691390	/	1188470	460	m über Meer
Probenahme	5	m von Strasse		4.5	m über Boden

Standortcharakteristika

	Stadtzentrum		Industrie
	Agglomeration	x	Verkehr
x	ländlich		Hintergrund
	Hochgebirge		

Bebauung

	keine
x	offen
	einseitig offen
	geschlossen

Verkehr (DTV)

	< 5'000
	5'000 - 20'000
x	20'001 - 50'000
	> 50'000

Meteoparameter

x	Ja
	Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW	Immissionsgrenzwerte Jahr	Tag	95%	Messgerät / Messmethode
SO_2	µg/m³					30	100	100	
NO_2	µg/m³	20.94	52.43	58.17	0	30	80	100	Thermo 42i / Chemilumineszenz
NO_x	ppb	20.94	67.35	76.33					Thermo 42i / Chemilumineszenz
CO	mg/m³						8		
TSP	µg/m³								
PM10	µg/m³	10.84		37.36	0	20	50		FIDAS-200 / light-scat
PM2.5	µg/m³	6.96		29.68		10			FIDAS-200 / light-scat
PM1	µg/m³								
Partikelanzahl	1/cm³								
EC / Russ	µg/m³	0.63		4.09					AE33 Aethalometer / light absorption
Pb in PM10	ng/m³					500			
Cd in PM10	ng/m³					1.5			
Staubniederschlag	mg/(m²·d)					200			
Pb im SN	µg/(m²·d)					100			
Cd im SN	µg/(m²·d)					2			
Zn im SN	µg/(m²·d)					400			
Tl im SN	µg/(m²·d)					2			
Benzol	µg/m³								
Toluol	µg/m³								
NMVOC	µg/m³								
Ammoniak	µg/m³								

Ozon Messgerät: Monitor Labs 9810 / UV-Photometer

Einheit	Jahres-mittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³	Anzahl 1h-Mittel	Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m³ h	> 120 µg/m³ d	> 180 µg/m³ h	> 180 µg/m³ d	> 240 µg/m³ h	> 240 µg/m³ d	Dosis AOT40f in ppm·h
µg/m³	43.37	122.24	136.84	5	8612	60	21	0	0	0	0	7.24

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort Reiden, A2 **Jahr** 2020

Messinstanz: BAFU, Sektion Umweltbeobachtung, 3003 Bern
Kontaktperson: S. Bieri, inNET AG, 6005 Luzern / 041 500 50 48
Umrechnung von ppb in µg/m³ bei: 20 °C / 1013 hPa

	Ost in m		Nord in m		Höhe	
Koordinaten	2639560	/	1232110		462	m über Meer
Probenahme	7	m von Strasse			4	m über Boden

Standortcharakteristika

	Stadtzentrum		Industrie
	Agglomeration	x	Verkehr
x	ländlich		Hintergrund
	Hochgebirge		

Bebauung

x	keine
	offen
	einseitig offen
	geschlossen

Verkehr (DTV)

	< 5'000
	5'000 - 20'000
x	20'001 - 50'000
	> 50'000

Meteoparameter

x	Ja
	Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW	Immissionsgrenzwerte Jahr	Tag	95%	Messgerät / Messmethode
SO_2	µg/m³					30	100	100	
NO_2	µg/m³	19.67	44.35	47.41	0	30	80	100	Thermo 42i / Chemilumineszenz
NO_x	ppb	21.15	60.70	61.12					Thermo 42i / Chemilumineszenz
CO	mg/m³						8		
TSP	µg/m³								
PM10	µg/m³	13.53		49.08	0	20	50		Digitel HVS / gravi
PM2.5	µg/m³					10			
PM1	µg/m³								
Partikelanzahl	1/cm³								
EC / Russ	µg/m³	0.67*		1.47*					Digitel HVS / EUSAAR2, 4-tägig
Pb in PM10	ng/m³					500			
Cd in PM10	ng/m³					1.5			
Staubniederschlag	mg/(m²·d)					200			
Pb im SN	µg/(m²·d)					100			
Cd im SN	µg/(m²·d)					2			
Zn im SN	µg/(m²·d)					400			
Tl im SN	µg/(m²·d)					2			
Benzol	µg/m³								
Toluol	µg/m³								
NMVOC	µg/m³								
Ammoniak	µg/m³								

Ozon Messgerät:

Einheit	Jahresmittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³	Anzahl 1h-Mittel	Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m³ h	> 120 µg/m³ d	> 180 µg/m³ h	> 180 µg/m³ d	> 240 µg/m³ h	> 240 µg/m³ d	Dosis AOT40f in ppm·h
µg/m³	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort Ebikon, Sedel **Jahr** 2020

Messinstanz: Amt für Landwirtschaft und Umwelt, 6060 Sarnen
Kontaktperson: Marco Dusi / 041 666 63 02
Umrechnung von ppb in µg/m³ bei: 20 °C / 1013 hPa

	Ost in m	Nord in m	Höhe
Koordinaten	2665480	/ 1213325	484 m über Meer
Probenahme	250 m von Strasse		4 m über Boden

Standortcharakteristika

	Stadtzentrum		Industrie
x	Agglomeration		Verkehr
	ländlich	x	Hintergrund
	Hochgebirge		

Bebauung

x	keine
	offen
	einseitig offen
	geschlossen

Verkehr (DTV)

	< 5'000
	5'000 - 20'000
	20'001 - 50'000
x	> 50'000

Meteoparameter

x	Ja
	Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW	Immissionsgrenzwerte Jahr	Tag	95%	Messgerät / Messmethode
SO_2	µg/m³					30	100	100	
NO_2	µg/m³	16.25	41.74	44.09	0	30	80	100	Horiba APNA-370 / Chemilumineszenz
NO_x	ppb	13.08	45.71	65.49					Horiba APNA-370 / Chemilumineszenz
CO	mg/m³						8		
TSP	µg/m³								
PM10	µg/m³	12.80		43.39	0	20	50		FIDAS-200 / light-scat
PM2.5	µg/m³					10			
PM1	µg/m³								
Partikelanzahl	1/cm³								
EC / Russ	µg/m³	0.50		1.70					AE33 Aethalometer / light absorption
Pb in PM10	ng/m³					500			
Cd in PM10	ng/m³					1.5			
Staubniederschlag	mg/(m²·d)					200			
Pb im SN	µg/(m²·d)					100			
Cd im SN	µg/(m²·d)					2			
Zn im SN	µg/(m²·d)					400			
Tl im SN	µg/(m²·d)					2			
Benzol	µg/m³								
Toluol	µg/m³								
NMVOC	µg/m³								
Ammoniak	µg/m³								

Ozon Messgerät: Monitor Labs 9810 / UV-Photometer

Einheit	Jahres-mittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³	Anzahl 1h-Mittel
µg/m³	47.82	138.79	160.94	6	8784

Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel

> 120 µg/m³		> 180 µg/m³		> 240 µg/m³		Dosis AOT40f
h	d	h	d	h	d	in ppm·h
207	43	0	0	0	0	14.37

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort Zug, Postplatz **Jahr** 2020

Messinstanz: Amt für Landwirtschaft und Umwelt, 6060 Sarnen
Kontaktperson: Marco Dusi / 041 666 63 02
Umrechnung von ppb in µg/m³ bei: 20 °C / 1013 hPa

	Ost in m		Nord in m	
Koordinaten	2681625	/	1224641	Höhe 420 m über Meer
Probenahme	24	m von Strasse		2 m über Boden

Standortcharakteristika

x	Stadtzentrum		Industrie
	Agglomeration	x	Verkehr
	ländlich		Hintergrund
	Hochgebirge		

Bebauung

	keine
	offen
x	einseitig offen
	geschlossen

Verkehr (DTV)

	< 5'000
x	5'000 - 20'000
	20'001 - 50'000
	> 50'000

Meteoparameter

x	Ja
	Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW	Immissionsgrenzwerte Jahr	Tag	95%	Messgerät / Messmethode
SO_2	µg/m³					30	100	100	
NO_2	µg/m³	22.02	48.12	54.97	0	30	80	100	Thermo 42i / Chemilumineszenz
NO_x	ppb	21.21	61.05	72.27					Thermo 42i / Chemilumineszenz
CO	mg/m³						8		
TSP	µg/m³								
PM10	µg/m³	12.46		40.49	0	20	50		FIDAS-200 / light-scat
PM2.5	µg/m³					10			
PM1	µg/m³								
Partikelanzahl	1/cm³								
EC / Russ	µg/m³								
Pb in PM10	ng/m³					500			
Cd in PM10	ng/m³					1.5			
Staubniederschlag	mg/(m²·d)					200			
Pb im SN	µg/(m²·d)					100			
Cd im SN	µg/(m²·d)					2			
Zn im SN	µg/(m²·d)					400			
Tl im SN	µg/(m²·d)					2			
Benzol	µg/m³								
Toluol	µg/m³								
NMVOC	µg/m³								
Ammoniak	µg/m³								

Ozon Messgerät

Einheit	Jahres-mittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³	Anzahl 1h-Mittel	Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m³ h	> 120 µg/m³ d	> 180 µg/m³ h	> 180 µg/m³ d	> 240 µg/m³ h	> 240 µg/m³ d	Dosis AOT40f in ppm·h
µg/m³	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort Luzern, Moosstrasse **Jahr** 2020

Messinstanz: Amt für Landwirtschaft und Umwelt, 6060 Sarnen
Kontaktperson: Marco Dusi / 041 666 63 02
Umrechnung von ppb in µg/m³ bei: 20 °C / 1013 hPa

	Ost in m		Nord in m	
Koordinaten	2665789	/	1210898	Höhe 441 m über Meer
Probenahme	5 m von Strasse			2 m über Boden

Standortcharakteristika

x	Stadtzentrum		Industrie
	Agglomeration	x	Verkehr
	ländlich		Hintergrund
	Hochgebirge		

Bebauung

	keine
	offen
x	einseitig offen
	geschlossen

Verkehr (DTV)

	< 5'000
	5'000 - 20'000
x	20'001 - 50'000
	> 50'000

Meteoparameter

x	Ja
	Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW	Immissionsgrenzwerte Jahr	Tag	95%	Messgerät / Messmethode
SO_2	µg/m³					30	100	100	
NO_2	µg/m³	29.93	58.31	73.18	0	30	80	100	Thermo 42i / Chemilumineszenz
NO_x	ppb	31.04	80.87	122.16					Thermo 42i / Chemilumineszenz
CO	mg/m³						8		
TSP	µg/m³								
PM10	µg/m³	14.74		48.31	0	20	50		FIDAS-200 / light-scat
PM2.5	µg/m³	9.48		30.72		10			FIDAS-200 / light-scat
PM1	µg/m³								
Partikelanzahl	1/cm³								
EC / Russ	µg/m³	0.74		1.81					AE33Aethalometer / light absorption
Pb in PM10	ng/m³					500			
Cd in PM10	ng/m³					1.5			
Staubniederschlag	mg/(m²·d)					200			
Pb im SN	µg/(m²·d)					100			
Cd im SN	µg/(m²·d)					2			
Zn im SN	µg/(m²·d)					400			
Tl im SN	µg/(m²·d)					2			
Benzol	µg/m³								
Toluol	µg/m³								
NMVOC	µg/m³								
Ammoniak	µg/m³								

Ozon Messgerät

Einheit	Jahres-mittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³	Anzahl 1h-Mittel	Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m³ h	> 120 µg/m³ d	> 180 µg/m³ h	> 180 µg/m³ d	> 240 µg/m³ h	> 240 µg/m³ d	Dosis AOT40f in ppm·h
µg/m³	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Messdaten von stationären, kontinuierlich betriebenen Messstationen für Luftschadstoffe

Messort Schwyz, Rubiswilstrasse **Jahr** 2020

Messinstanz: Amt für Landwirtschaft und Umwelt, 6060 Sarnen
Kontaktperson: Marco Dusi / 041 666 63 02
Umrechnung von ppb in µg/m³ bei: 20 °C / 1013 hPa

	Ost in m		Nord in m	
Koordinaten	2691911	/	1208039	470 m über Meer
Probenahme	100	m von Strasse		4 m über Boden

Standortcharakteristika

	Stadtzentrum		Industrie
x	Agglomeration		Verkehr
	ländlich	x	Hintergrund
	Hochgebirge		

Bebauung

	keine
	offen
x	einseitig offen
	geschlossen

Verkehr (DTV)

	< 5'000
x	5'000 - 20'000
	20'001 - 50'000
	> 50'000

Meteoparameter

x	Ja
	Nein

	Einheit	Jahresmittel	95%-Wert der 1/2h-Mittel	maximales Tagesmittel	Tagesmittel > IGW	Immissionsgrenzwerte Jahr	Tag	95%	Messgerät / Messmethode
SO_2	µg/m³					30	100	100	
NO_2	µg/m³	15.39	38.52	41.52	0	30	80	100	Thermo 42i / Chemilumineszenz
NO_x	ppb	12.75	38.23	48.87					Thermo 42i / Chemilumineszenz
CO	mg/m³						8		
TSP	µg/m³								
PM10	µg/m³	11.92		40.75	0	20	50		FIDAS-200 / light-scat
PM2.5	µg/m³	8.39		32.41		10			FIDAS-200 / light-scat
PM1	µg/m³								
Partikelanzahl	1/cm³								
EC / Russ	µg/m³	0.53		1.49					AE33Aethalometer / light absorption
Pb in PM10	ng/m³					500			
Cd in PM10	ng/m³					1.5			
Staubniederschlag	mg/(m²·d)					200			
Pb im SN	µg/(m²·d)					100			
Cd im SN	µg/(m²·d)					2			
Zn im SN	µg/(m²·d)					400			
Tl im SN	µg/(m²·d)					2			
Benzol	µg/m³								
Toluol	µg/m³								
NMVOC	µg/m³								
Ammoniak	µg/m³								

Ozon Messgerät

Einheit	Jahres-mittel	höchster 98%-Wert	maximales Stundenmittel	Anzahl Monate mit 98%-Wert > 100 µg/m³	Anzahl 1h-Mittel	Stunden (h) und Tage (d) mit Stundenmittel > 120 µg/m³ h	> 120 µg/m³ d	> 180 µg/m³ h	> 180 µg/m³ d	> 240 µg/m³ h	> 240 µg/m³ d	Dosis AOT40f in ppm·h
µg/m³	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

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 Immissionssituation

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 2019/2020, 2013/2014
Luzern, Moosstrasse	3	1 C c	
Schwyz, Rubiswilstrasse	4	6 B c	
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

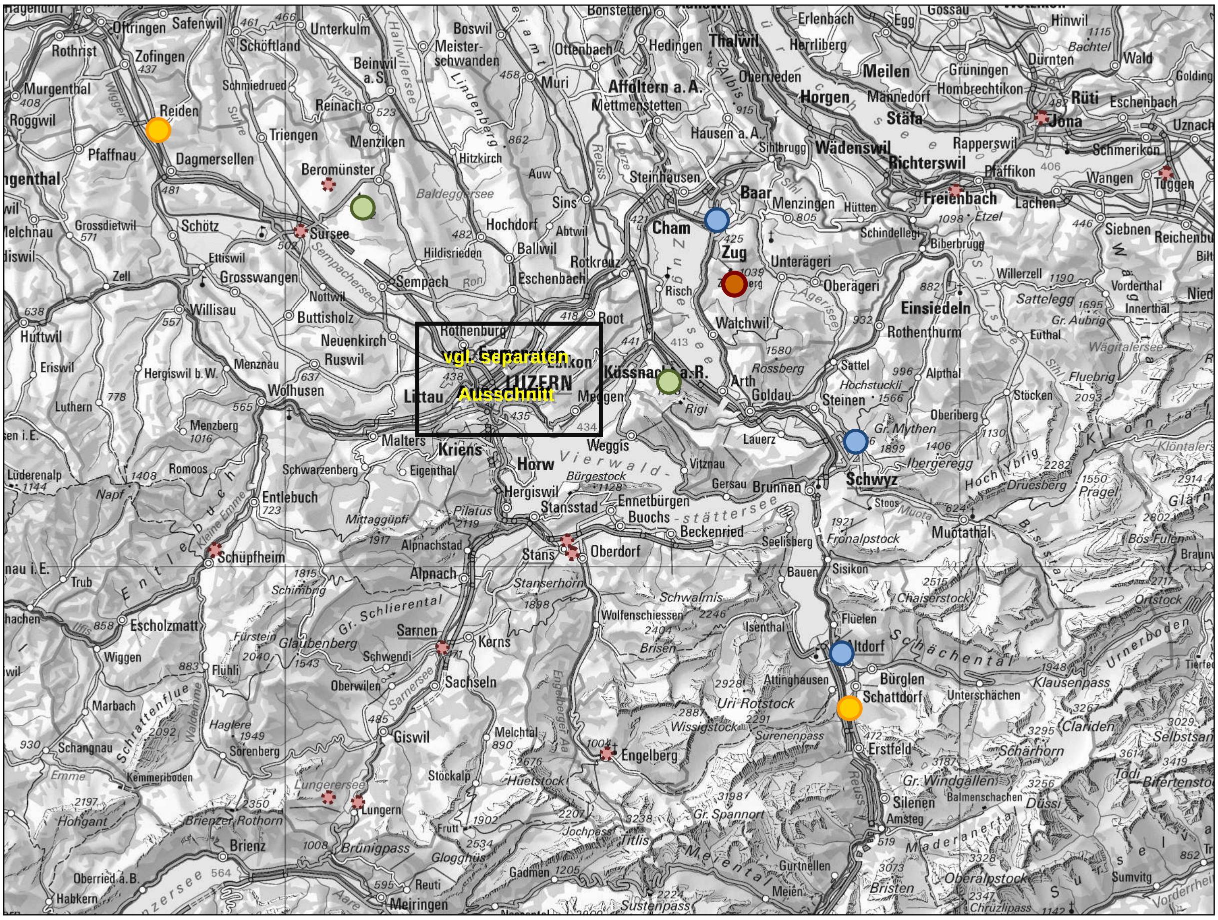
Messstationen ausser Betrieb

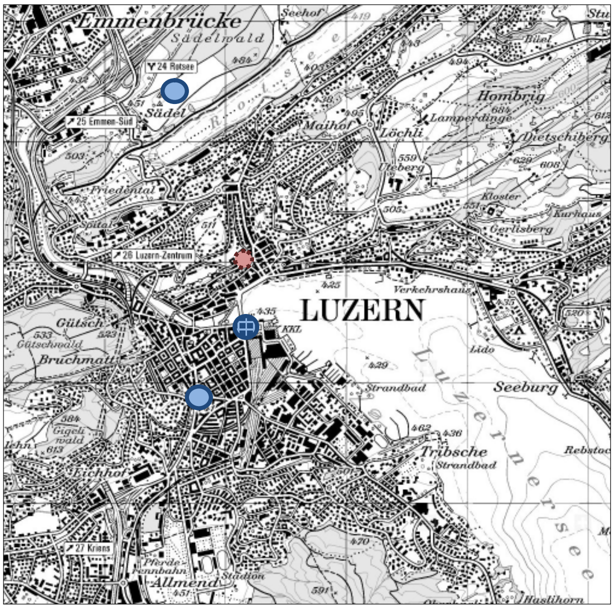
Messstandort	in-luft-Kategorie	BAFU-Kategorie	Bemerkungen
Rapperswil, Tüchelweiher	2	1 B b	Jährlich alternierender Betrieb mit Tuggen; ab 2014 nicht mehr in Betrieb
Lungern, Brünigstrasse	2	3 B b	Kurzzeitmessung 2012/2013
Hergiswil	2	2 D c	Kurzzeitmessung 2016/2017
Luzern, Museggstrasse	3	1 C d	Ab 2011 nicht mehr in Betrieb
Sursee	4	6 A b	Kurzzeitmessung 2018/2019
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

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





in-luft Messstandorte

in-luft Messstandorte, Kurzzeitmessungen

MfM-U Messstandorte

NABEL Messstandorte

in-luft Messstandorte, ausser Betrieb

IAP Messstandort

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, NO_2) ist das Chemilumineszenzverfahren nach der Norm EN14211.
- Ozon: Referenzverfahren für die Messung von Ozon (O_3) 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)	*Chemilumineszenzverfahren* 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)	*UV-photometrisches Verfahren* 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)

Feinstaub (PM2.5, PM10)	*Optische Partikelzählung* 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.	FIDAS 200 (Palas)
	Kombination von Nephelometrie und Radiometrie 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. Es handelt sich um ein kontinuierliches Verfahren.	Sharp 5030 (Thermo Scientific)
	Gravimetrisches Verfahren 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. Wegen der zeitlichen Trennung der Probenahme und der Ermittlung des Messergebnisses handelt es sich um ein nicht-kontinuierliches Messverfahren.	High-Volume Sampler (HVS) (Digitel)
Stickstoffdioxid (NO_2)	*Passivsammler* 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. 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. Wegen der zeitlichen Trennung der Probenahme und der Ermittlung des Messergebnisses handelt es sich um ein nicht-kontinuierliches Messverfahren.	Palmes-Typ-Passivsammler

Elemental Carbon (EC)	*Thermisch-optische Methode* Zur Bestimmung der EC-Konzentration werden die beladenen Filter des High-Volume Samplers (siehe *Gravimetrisches Verfahren*) 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. Wegen der zeitlichen Trennung der Probenahme und der Ermittlung des Messergebnisses handelt es sich um ein nicht-kontinuierliches Messverfahren.	OCEC Analyzer (Sunset Laboratory)
Black Carbon (BC)	*Aethalometer* 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. Es handelt sich um ein kontinuierliches Verfahren.	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 Handen 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.

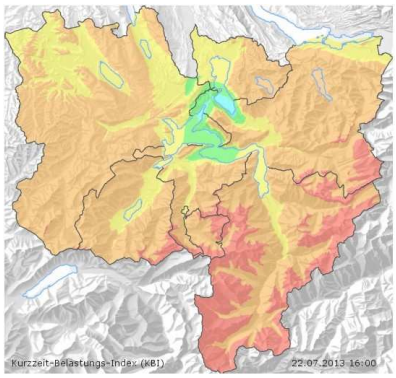
Die kontinuierlichen PM10- und PM2.5-Messungen werden mit gravimetrischen Feinstaubmessungen (Referenzverfahren) kalibriert.

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.

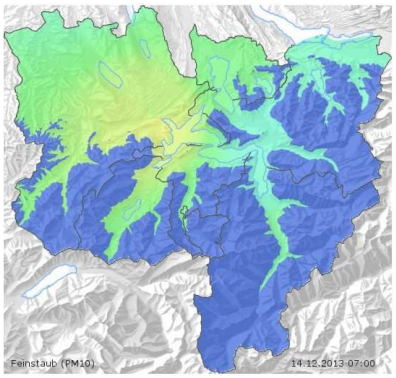
Modellierung

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.

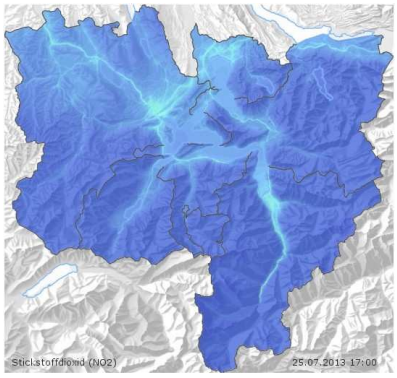
Auf der Webseite www.in-luft.ch stehen aktuelle Belastungskarten für die Schadstoffe Stickstoffdioxid, Feinstaub und Ozon zur Verfügung. Zusätzlich wird eine Karte mit dem Kurzzeit-Belastungs-Index (KBI) erzeugt. Im Kartenarchiv von in-luft sind die entsprechenden Karten für jede Stunde ab Juni 2012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



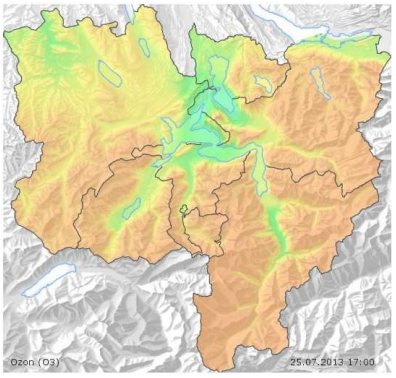
Beispiel einer KBI-Karte.



Beispiel einer Belastungskarte für Feinstaub PM10.



Beispiel einer Belastungskarte für NO_2.



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. Stand 2021. 2 aktualisierte Auflage 2021. Erstausgabe 1990. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 2104.

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/m3
	120 µg/m^3	1-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Schwebestaub (PM10)	20 µg/m^3	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	50 µg/m^3	24-h-Mittelwert; darf höchstens dreimal pro Jahr überschritten werden
Schwebestaub (PM2.5)	10 µg/m^3	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Blei (Pb) im Schwebestaub (PM10)	500 ng/m^3	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
Cadmium (Cd) im Schwebestaub (PM10)	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
→	Unveränderte Belastung
↘	Abnehmende Belastung
°C	Grad Celsius
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).
BAFU	Bundesamt für Umwelt (ehem. BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft)
BC	Bezeichnung für kohlenstoffhaltige Partikel, z.B. Russ (*Black Carbon*)
Cd	Chemisches Symbol für Cadmium
CO	Kohlenmonoxid
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.
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.
d	Tag (Abkürzung für *day*)
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
EC	Elementarer Kohlenstoff (*Elemental Carbon*), z.B. Russ
EEA	European Environment Agency
Einw.	Einwohner
EKL	Eidgenössische Kommission für Lufthygiene
Emissionen	Ausstoss (von Schadstoffen)
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
EU	Europäische Union
h	Stunde (Abkürzung für *hour*)
hPa	Hektopascal (Druckeinheit)
IAP	Institut für angewandte Pflanzenbiologie
IGW	Immissionsgrenzwert
Immissionen	Einwirkung von Schadstoffen auf Menschen, Tiere, Pflanzen und Bauwerke
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.
k. M.	Station misst den entsprechenden Parameter nicht.
KBI	Kurzzeit-Belastungs-Index
LBI	Langzeit-Belastungs-Index
% LKW	Prozentualer Anteil schwerer Nutzfahrzeuge (Lastwagen) am Gesamtverkehr
LRV	Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (SR 814.318.142.1)
m ü. M.	Meter über Meer
MEZ	Mitteleuropäische Zeit
MfM-U	Monitoring flankierende Massnahmen — Umwelt
mg	Milligramm (1 mg = 0.001 g = 1 Tausendstel Gramm)
µg	Mikrogramm (1 µg = 0.001 mg = 1 Millionstel Gramm)
µg/m^3	Mikrogramm pro Kubikmeter; Einheit für die Konzentration eines (Schad)stoffes in der Luft
µm	Mikrometer (1 µm = 0.001 mm = 1 Millionstel Meter)
Mt.	Monat
ng	Nanogramm (1 ng = 0.001 µg = 1 Milliardstel Gramm
NABEL	Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe
NH_3	Ammoniak
NMVOC	VOC ausser Methan (Nichtmethan-VOC)
NO	Stickstoffmonoxid
NO_2	Stickstoffdioxid
NOx	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 Durchmesser < 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 Teilchen in einer Milliarde Teilchen ppm: Parts per million = Anzahl Teilchen in einer Million Teilchen
Russ	Umfasst alle primären, kohlenstoffhaltigen Partikel eines unvollständigen Verbrennungsprozesses.
SCR	Selektive katalytische Reduktion (*engl. selective catalytic reduction*) bezeichnet eine Technik zur Reduktion von Stickoxiden in Abgasen, u.a. von Verbrennungsmotoren.
SN	Staubniederschlag
SO_2	Schwefeldioxid
Std.	Stunde
Tl	Chemisches Symbol für Thallium
TMW	Tagesmittelwert
TSP	Schwebe- oder Gesamtstaub (*Total Suspended Particulates*)
u. M.	Ungenügende Anzahl Messwerte
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, SR 814.01)
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UV	Ultraviolett
VOC	Leichtflüchtige organische Verbindungen (*Volatile Organic Compounds*)
W/m^2	Watt pro Quadratmeter; Mass für die Globalstrahlung
WMO	*World Meteorological Organization* Weltorganisation für Meteorologie
Zn	Chemisches Symbol für Zink