

Luftreinhalung Überwachung der Luftschadstoffbelastung

—
Die Luftqualität 2021



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'environnement SEn
Amt für Umwelt AfU

Direction du développement territorial, des infrastructures, de la mobilité et de
l'environnement **DIME**
Direktion für Raumentwicklung, Infrastruktur, Mobilität und Umwelt **RIMU**

Impressum

Herausgeber

—
Amt für Umwelt AfU – Juni 2022

Projektleiter

—
Olivier May

Zusammenarbeit

—
Béatrice Balsiger, Rachel Brulhart und Daniel Clément

Titelbild

—
Messung der Luftqualität mit Passivsammler in Vuisternens-en-Ogoz, AfU

Verdankung

—
Bundesamt für Strassen
Bundesamt für Umwelt für die Zurverfügungstellung der Daten von Payerne
Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Gemeinden Bulle, Châtel-St-Denis, Düdingen, Estavayer, Givisiez, Granges-Paccot, Kerzers, Murten, Riaz, Romont, Villars-sur-Glâne und Wünnewil-Flamatt, die seit Jahren die Passivsammler-Röhrchen auswechseln und damit einen unentbehrlichen Beitrag zur Realisierung der Luftschadstoffüberwachung leisten

Diese Publikation existiert nur in elektronischer Form. Sie ist auch in französischer Sprache verfügbar.

Auskunft

—
Amt für Umwelt AfU
Sektion Luft, Lärm und nichtionisierende Strahlung

Impasse de la Colline 4, 1762 Givisiez

T +26 305 37 60, F +26 305 10 02

sen@fr.ch, www.fr.ch/afu

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4	5	Ozon (O₃)	13
1.1	Kontinuierlich messende Stationen	4	5.1	1-Stunden-Mittelwerte	13
1.2	Passivsammler-Messnetz	4	5.2	98-Perzentile	13
1.3	Messunsicherheiten	4			
2	Die allgemeine Luftqualität und Schadstoffbelastung	5	6	Ammoniak (NH₃)	15
3	Feinstaub	6	7	Online-Publikation	16
3.1	PM10 – Jahresmittelwerte	6	7.1	Auf den Internetseiten des Staats Freiburg	16
3.2	PM10 – Tagesmittelwerte	6	7.2	airCHeck	16
3.3	PM2.5 – Jahresmittelwerte	7	8	Schlussfolgerung	17
4	Stickstoffdioxid (NO₂)	8	A1	Detaillierte NO₂-Passivsammler-Resultate	18
4.1	NO ₂ – Jahresmittelwerte	8	A2	Erklärungen zur Standortklassifikation	19
4.1.1	Kontinuierlich messende Stationen	8			
4.1.2	Passivsammler	8			
4.2	NO ₂ – Tagesmittelwerte (kontinuierlich messende Stationen)	12			

1 Einleitung

In Übereinstimmung mit dem Bundesgesetz über den Umweltschutz und der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) überwacht das Amt für Umwelt (AfU) die Luftschadstoffbelastung des Kantonsgebiets und informiert die Öffentlichkeit sachgerecht über den Stand der Umweltbelastung.

1.1 Kontinuierlich messende Stationen

Um die Luftqualität zu überwachen, betreibt das AfU ein Messnetz mit drei kontinuierlich messenden Stationen an folgenden Standorten:

- > **Freiburg, Parc de Pérolles (Domino-Park):** dieser Standort ist typisch für die städtische Hintergrundbelastung und repräsentativ für die meisten Gebiete des Kantons Freiburg, die etwas abseits der Verkehrsströme liegen;
- > **Freiburg, Chamblieux:** dieser im Dreieck A12–Route du Jura–Route de Chantemerle gelegene Standort ist typisch für sehr verkehrsexponierte Standorte;
- > **Bulle, Rue de Vevey:** nahe vom Platz Nicolas-Glasson und ebenfalls typisch für verkehrsexponierte Standorte.

2019 war die Station «Freiburg, Chamblieux» wegen umfassenden Umbauarbeiten teilweise ausser Betrieb, weshalb diese Station für dieses Jahr eine Messlücke aufweist.

Zur Beurteilung der Luftqualität werden als Vergleich die Resultate der Messstation Payerne im Kanton Waadt hinzugezogen. Für diese Station gilt:

- > **Payerne, NABEL:** es handelt sich um eine Messstation des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) der Eidgenossenschaft. Deren Resultate sind typisch für ländliche Standorte des westlichen Mittellandes und somit repräsentativ für Gebiete unterhalb 1000 m ü.M. im Kanton Freiburg, die etwas abseits der Verkehrsströme liegen.

In den nachfolgenden Abbildungen werden ebenfalls Resultate von in der Vergangenheit verwendeten Messstandorten dargestellt. Es handelt sich um nachfolgende Standorte.

- > **Freiburg, Weck-Reynold:** typisch für verkehrsexponierte Standorte;
- > **Freiburg, Burg-Quartier:** neben der ehemaligen Poststelle; bis zur Eröffnung der Poyabrücke am 12. Oktober 2014 typisch für verkehrsexponierte Standorte, ab Ende 2014 typisch für die städtische Hintergrundbelastung.

1.2 Passivsammler-Messnetz

Das AfU betreibt ein Messnetz mit sogenannten Passivsammlern. Dieses Messnetz dient der Überwachung des Stickstoffdioxids (siehe Kapitel 4) und der Ammoniakkonzentrationen (Kapitel 6).

1.3 Messunsicherheiten

Für die Resultate der kontinuierlich messenden Stationen:

- > Jahresmittel: Messunsicherheit von maximal 10 %;
- > Tages- und Stundenmittel: Messunsicherheit von maximal 15 %.

Für die Passivsammler-Resultate:

- > Jahresmittel: Messunsicherheit von 15 bis 20 %.

Der «wahre Wert» befindet sich mit 95 % Wahrscheinlichkeit im angegebenen Unsicherheitsbereich.

2 Die allgemeine Luftqualität und Schadstoffbelastung

Um die allgemeine Luftqualität beziehungsweise Schadstoffbelastung zu beurteilen, wird der Langzeit-Luftbelastungs-Index (LBI) bestimmt. Der LBI wird aus den gewichteten Daten von Feinstaub PM10, Stickstoffdioxid (NO₂) und Ozon (O₃) über den Zeitraum eines Jahres berechnet¹.

Schadstoff	Freiburg Parc de Pérolles	Freiburg Chamblioux	Bulle Rue de Vevey	Payerne, NABEL	Gewichtung
PM10	2: mässig	2: mässig	2: mässig	2: mässig	45 %
NO ₂	1: gering	3: deutlich	2: mässig	1: gering	45 %
O ₃	5: hoch	4: erheblich	4: erheblich	5: hoch	10 %
IPL	2: mässig	3: deutlich	2: mässig	2: mässig	

Teil-Indices für die Leitschadstoffe PM10, NO₂ und O₃ und Langzeit-Luftbelastungs-Index (LBI) für 2021

Für 2021 kann die Schadstoffbelastung für die Messstation «Freiburg, Parc de Pérolles» als mässig beurteilt werden, auch wenn die Belastung durch Ozon als hoch einzustufen ist. Die langfristigen gesundheitlichen Folgen von Ozon sind aber kleiner als jene von Stickstoffdioxid und Feinstaub PM10. Bei einer mässigen Luftbelastung sind kaum Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit zu erwarten.

Eine deutliche Schadstoffbelastung wird für die Messstation «Freiburg, Chamblioux» beobachtet. Massgebend ist die Belastung durch Stickstoffdioxid. Eine als deutlich beurteilte Luftbelastung bedeutet, dass gesundheitliche Beschwerden vermehrt auftreten können. Betroffen sind vor allem Kinder, ältere Menschen und Personen mit bereits bestehenden Lungen- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

Für die Messstation «Bulle, Rue de Vevey» wird eine mässige Schadstoffbelastung festgestellt. Massgebend sind die Belastung durch Stickstoffdioxid und Feinstaub PM10. Bei einer mässigen Luftbelastung sind kaum Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit zu erwarten.

Die Schadstoffbelastung für die Messstation «Payerne, NABEL» kann für 2020 als mässig beurteilt werden, trotz der hohen Ozonbelastung. Der LBI misst den Ozonwerten eine geringere Bedeutung bei, da keine dauerhaften Auswirkungen auf die Gesundheit nachgewiesen werden konnten (es sind aber Auswirkungen auf Landwirtschaft und Wälder bekannt). Bei einer mässigen Luftbelastung sind kaum Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit zu erwarten.

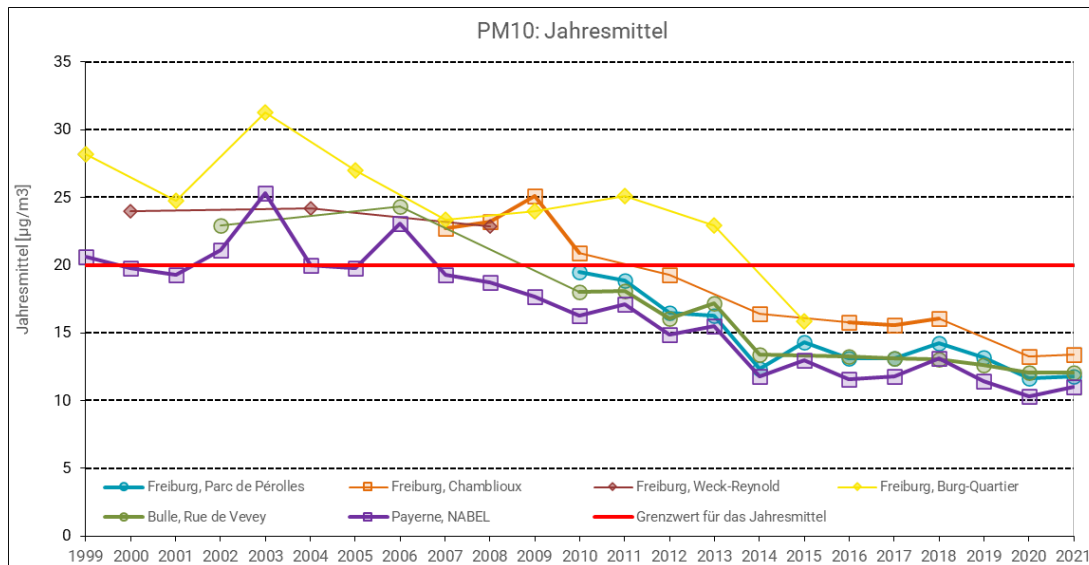
Der Langzeit-Luftbelastungs-Index für 2021 ist vergleichbar mit dem für 2020.

¹ Der LBI berechnet sich nach der Empfehlung Nr. 27b des Cercl'Air, s. <https://cerclair.ch/empfehlungen>
LBI-Stufen: 1: geringe, 2: mässige, 3: deutliche, 4: erhebliche, 5: hohe und 6: sehr hohe Schadstoffbelastung

3 Feinstaub

3.1 PM10 – Jahresmittelwerte

Die Jahresmittel von Feinstaub PM10 (Teilchen von einem Durchmesser bis 10 Mikrometer) lagen für 2021 an den drei kantonalen Messstationen sowie der Station Payerne unterhalb des Immissionsgrenzwertes von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nach einem kontinuierlichen Rückgang seit 1999 sind die Jahresmittel von Feinstaub PM10 in den letzten Jahren stabil geblieben.



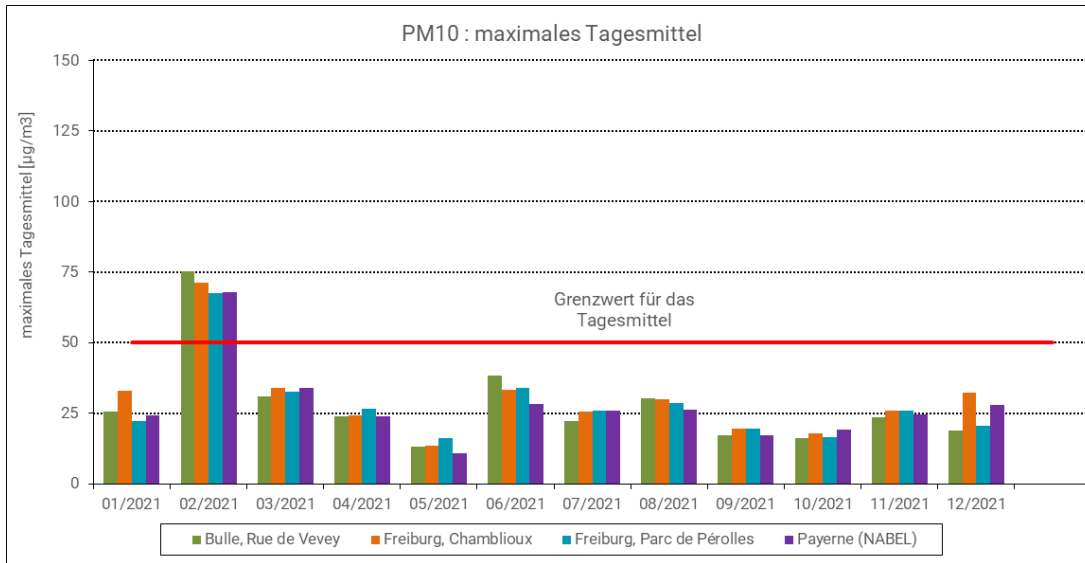
Verlauf der PM10-Jahresmittel von 1999 bis 2021

3.2 PM10 – Tagesmittelwerte

Die PM10-Konzentrationen sind von den Wetterbedingungen abhängig. Die höchsten Werte werden in der Regel im Winter beobachtet.

Der Tagesmittelgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im Februar an allen drei kantonalen Messstationen und an der Station in Payerne überschritten. Der höchste Tagesmittelwert wurde am 24. Februar 2021 am Standort «Bulle, Rue de Vevey», $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Diese Überschreitungen können zum Teil durch bedeutende Saharastaub-Ereignisse zu Beginn des Jahres 2021 erklärt werden, die zu hohen Feinstaubkonzentrationen führten. Im Laufe des Februars überschritten die Konzentrationen je nach Messstelle drei- bis viermal den Tagesgrenzwert, obwohl nur drei Überschreitungen pro Jahr erlaubt sind. Diese Sahara-Ereignisse sind nichts Ungewöhnliches und treten jeden Winter in unterschiedlicher Intensität auf. Das Amt für Umwelt informierte die Bevölkerung über die Situation und gab Empfehlungen zum Schutz der Gesundheit insbesondere von Kindern, älteren Menschen und Kranken mit Immunschwäche oder chronischen Herz- oder Atemwegserkrankungen heraus.

Massnahmen wie Temporeduktionen oder Feuerverbote wurden jedoch nicht ergriffen, da sie keinen Einfluss auf den Saharasand gehabt hätten.

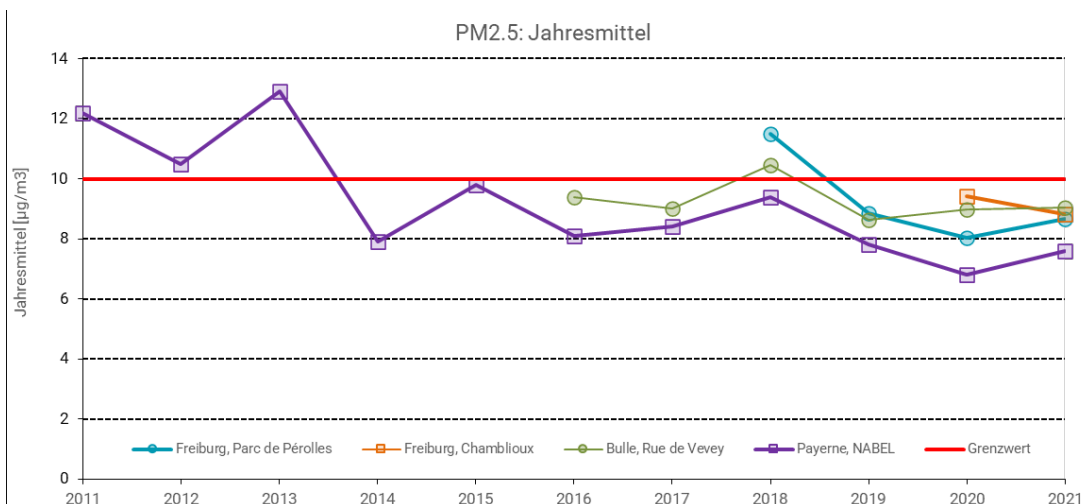


Verlauf des monatlichen maximalen Tagesmittels von PM10 im Jahre 2021

3.3 PM2.5 – Jahresmittelwerte

Bund und Kantone sind ab Juni 2018 angehalten, den noch feineren Anteil der Partikel, den Feinstaub PM2.5 bestehend aus Teilchen von einem Durchmesser bis 2.5 Mikrometer, zu überwachen. Das AfU hat mit diesen Messungen 2016 an der Messstation «Bulle, Rue de Vevey» begonnen und sie für 2018 auf die Messstation «Freiburg, Parc de Pérolles» und für 2020 auf den Standort «Freiburg, Chamblieux» ausgeweitet.

Für PM2.5 gilt ein Immissionsgrenzwert für das Jahresmittel von 10 µg/m³. Dieser Grenzwert wurde 2021 an allen Messstationen eingehalten.



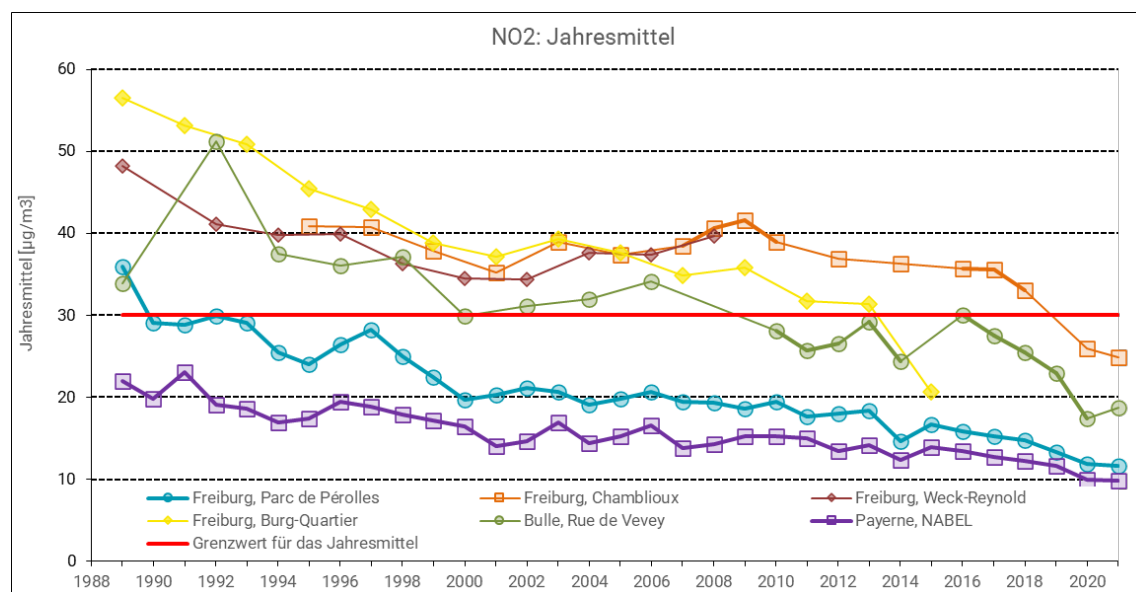
Verlauf der PM2.5-Jahresmittel von 2011 bis 2021

4 Stickstoffdioxid (NO₂)

4.1 NO₂ – Jahresmittelwerte

4.1.1 Kontinuierlich messende Stationen

Die Situation bezüglich der Stickoxidkonzentrationen ist mit dem Vorjahr vergleichbar, mit einer sehr leichten Verbesserung, ausser für die Messstation «Bulle, Rue de Vevey» (siehe auch Kapitel 4.1.2.2). Der Grenzwert von 30 µg/m³ wird sowohl an den drei kantonalen Messstationen als auch an der Station in Payerne eingehalten.



Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 1989 bis 2021

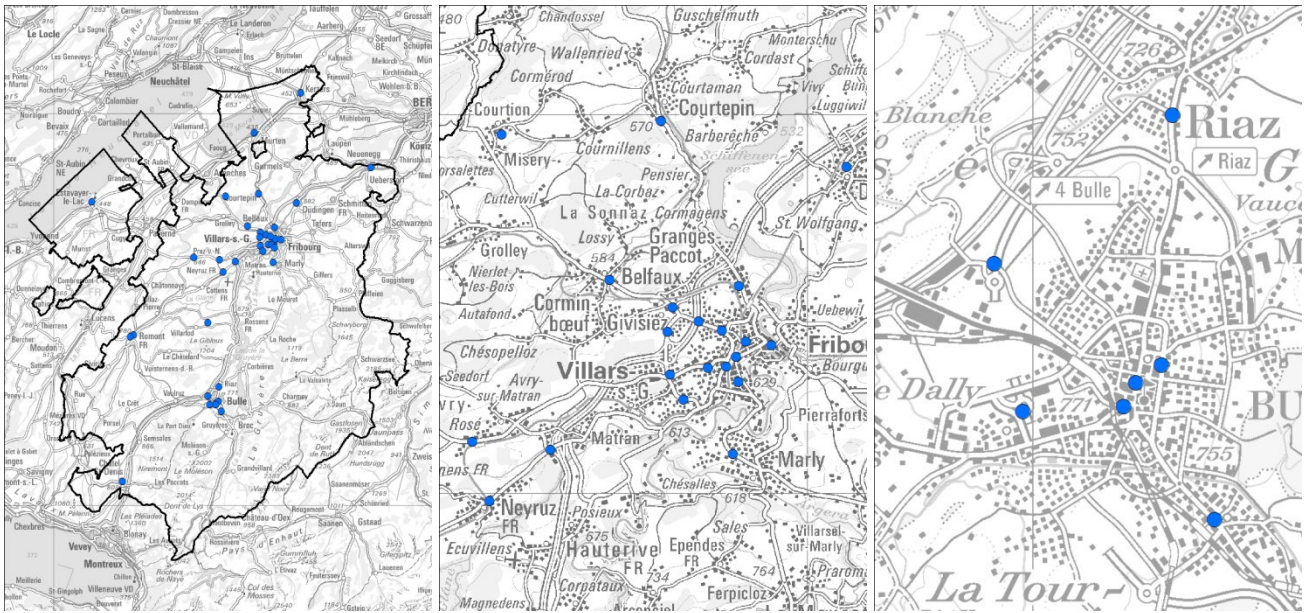
4.1.2 Passivsammler

Das AfU betreibt mit einem Netz aus Passivsammlern ein zweites Messnetz zur Überwachung des Stickstoffdioxids. Im Vergleich zu den Messstationen, ausgerüstet mit kontinuierlich messenden Geräten, erlauben die Passivsammler eine simultane Messung an einer grossen Anzahl von Standorten zu wesentlich tieferen Kosten. Demgegenüber können keine kurzzeitigen Spitzenwerte erfasst werden. Bei den vom AfU verwendeten Passivsammlern handelt es sich um kleine Röhrchen, die während mehrerer Wochen der zu messenden Luft ausgesetzt werden.

2021 wurde das Stickstoffdioxid auf diese Weise an 31 Standorten gemessen. An gewissen Messstellen werden die Messungen jedes zweite Jahr durchgeführt.

Die Jahresmittelkonzentrationen blieben in 2021 etwa gleich wie in 2020. Der Grenzwert von 30 µg/m³ wurde an allen Messstationen eingehalten.

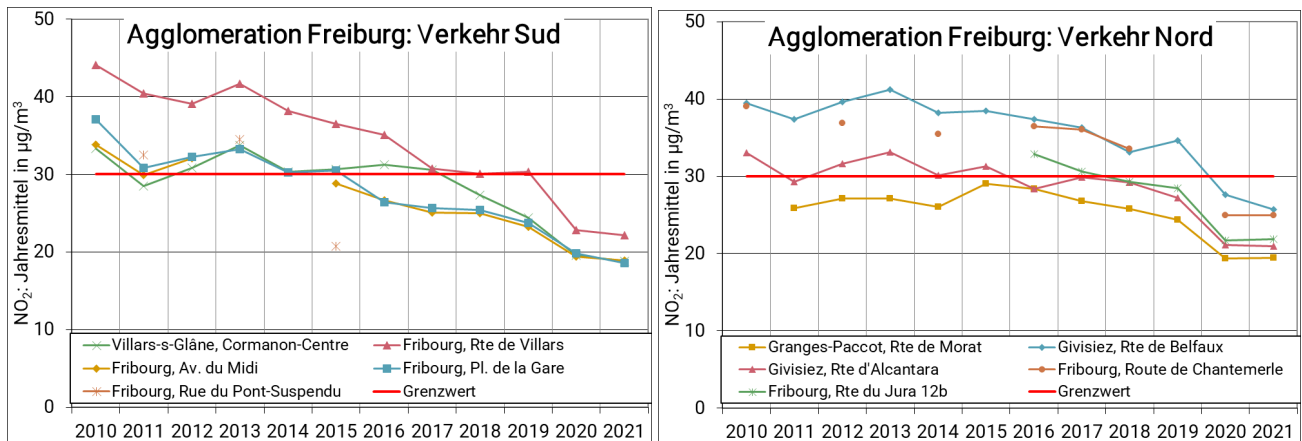
Detaillierte Angaben zu den NO₂-Passivsammler-Messungen sind im Anhang zu finden.



Passivsammler-Standorte im Kanton Freiburg, in der Agglomeration Freiburg und in der Agglomeration Bulle.

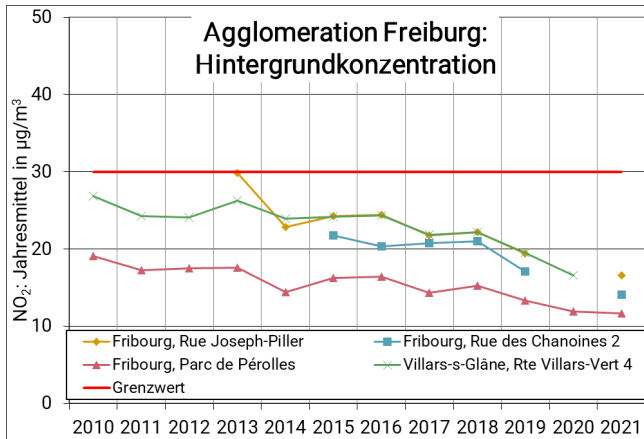
4.1.2.1 Agglomeration Freiburg

Der Immissionsgrenzwert wurde 2021 in der Agglomeration Freiburg zum zweiten Mal in Folge seit Messbeginn vor über 30 Jahren an keiner der Messstationen überschritten. Der höchste Werte wurde an der Route de Belfaux in Givisiez mit $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt. Die im letzten Jahr verzeichneten Jahresdurchschnittswerte liegen auf dem Niveau des Durchschnitts der letzten Jahre oder etwas darunter, auch wenn sich der Rückgang verlangsamt hat.



Verlauf der NO_2 -Jahresmittel von 2010 bis 2021

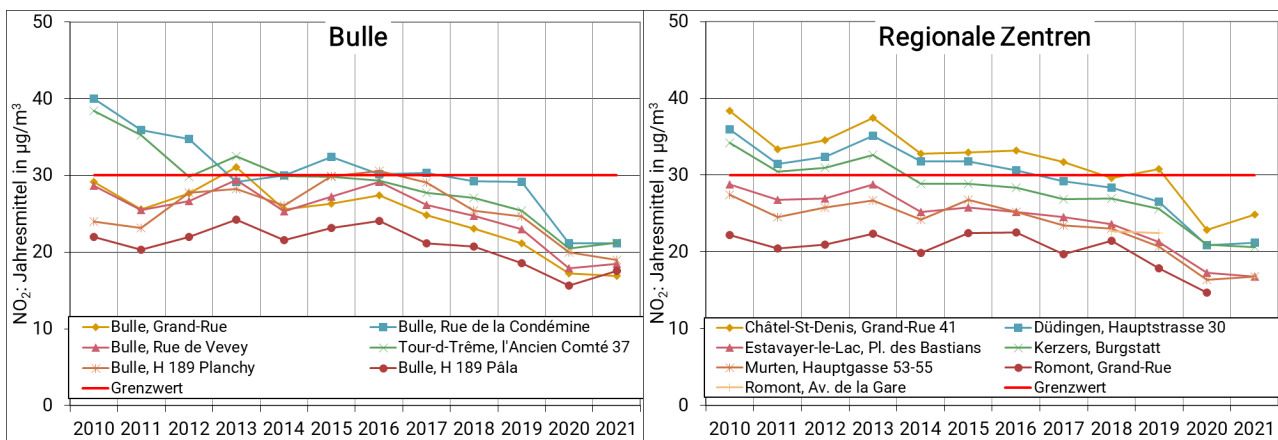
Die sogenannte Hintergrundkonzentration, das heisst die weder durch Strassen noch durch Industrieanlagen dominierte Immissionssituation, liegt unterhalb des Immissionsgrenzwertes in der Agglomeration Freiburg.



Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 2010 bis 2021

4.1.2.2 Agglomeration Bulle und regionale Zentren

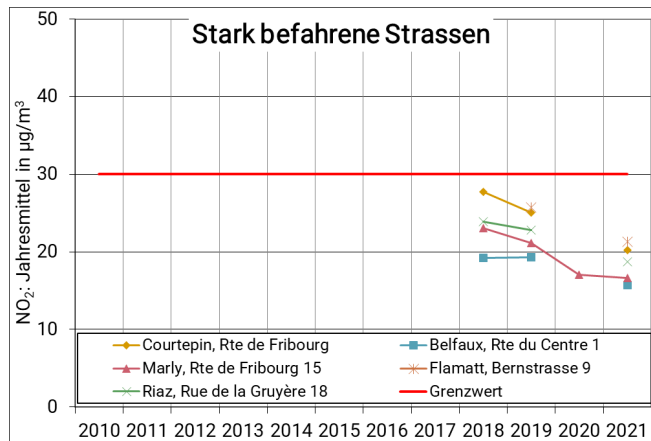
Generell wurde im Jahr 2021 ein leichter Anstieg der Konzentrationen in der Agglomeration Bulle und den regionalen Zentren beobachtet. Der Immissionsgrenzwert wurde jedoch überall eingehalten. Eine genaue Interpretation dieses Phänomens erweist sich zum jetzigen Zeitpunkt als schwierig und erfordert die Weiterverfolgung der Entwicklung der Situation, um diesen im Jahr 2021 beobachteten Trend zu bestätigen oder zu widerlegen. Auch ist es noch nicht möglich, diesbezüglich eine genaue Schlussfolgerung zu ziehen und beispielsweise diesen leichten Anstieg der Konzentrationen allein mit der Wiederaufnahme des Verkehrs nach dem Teil-Lockdown im Jahr 2020 zu erklären.



Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 2010 bis 2021

4.1.2.3 Stark befahrene Strassen

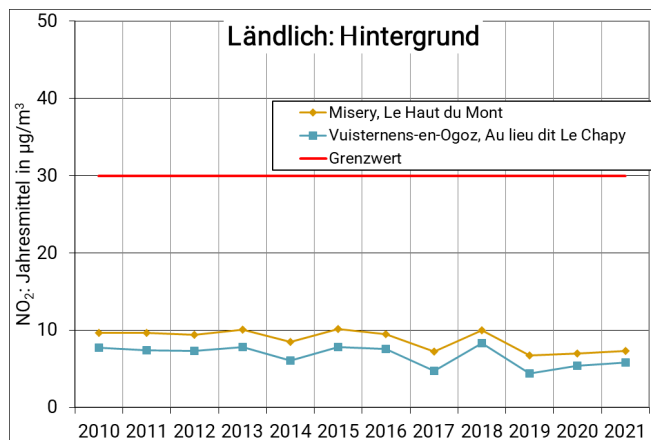
2018 erfuhr das Passivsammler-Messnetz eine Erweiterung, um die Belastung von stark befahrenen Strassen besser verfolgen zu können. Ab 2020 werden an den meisten dieser Standorte die Messungen jedes zweite Jahr durchgeführt. Im Jahr 2021 wurde der Grenzwert an allen Standorten, an denen gemessen wurde, eingehalten.



Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 2010 bis 2021

4.1.2.4 Ländliche Gebiete

In ländlichen Gebieten, abseits von jeglichen Schadstoffquellen, ist der Immissionsgrenzwert deutlich eingehalten.

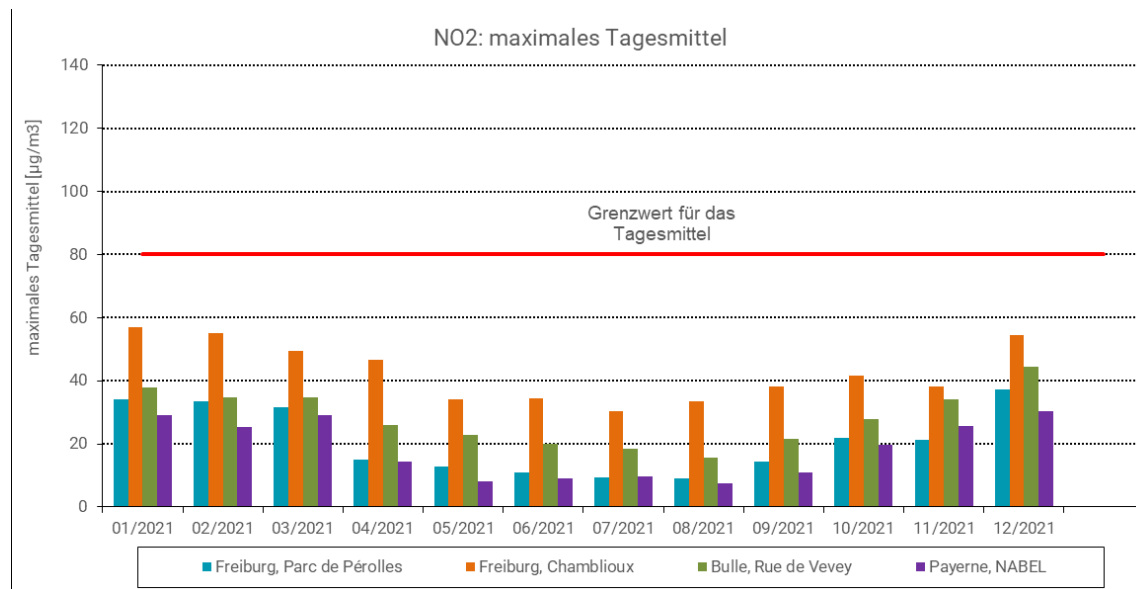


Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 2010 bis 2021

In der Tabelle im Anhang mit detaillierten Angaben zu den NO₂-Passivsammler-Messungen werden ebenfalls Resultate von Standorten aufgeführt, die nicht in die vorgängigen Grafiken integriert wurden. Dies ist der Fall, wenn die Messreihe nach 2009 nicht weitergeführt wurde.

4.2 NO₂ – Tagesmittelwerte (kontinuierlich messende Stationen)

Der Grenzwert für das Tagesmittel wurde 2021 an allen Messstandorten eingehalten. Das höchste Tagesmittel (57 µg/m³) wurde am 17. Januar 2021 an der Messstation «Freiburg, Chamblieux» gemessen.



Verlauf des monatlichen maximalen Tagesmittels von NO₂ im Jahre 2021

5 Ozon (O₃)

Für Ozon gelten zwei Immissionsgrenzwerte:

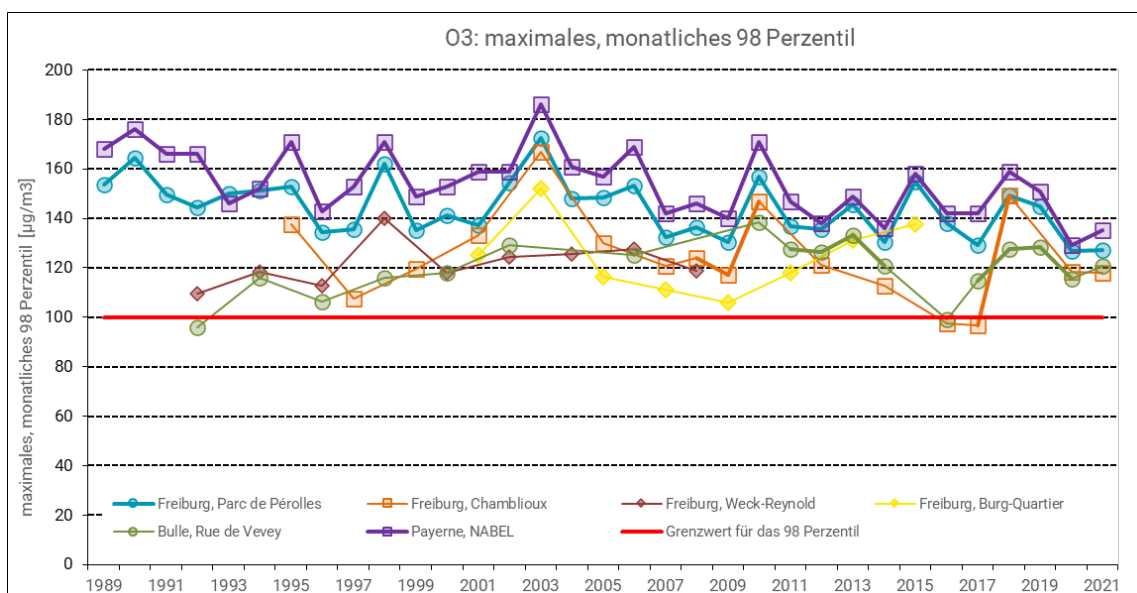
- > Der **1-Stunden-Mittelwert** darf höchstens einmal pro Jahr den Grenzwert von 120 µg/m³ überschreiten;
- > **98 Prozent aller 30-Minuten-Mittel eines Monats** müssen tiefer als der Grenzwert von 100 µg/m³ sein. Dieser sogenannte 98-Perzentil-Wert charakterisiert die Luftqualität besser als der 1-Stunden-Mittelwert.
- >

5.1 1-Stunden-Mittelwerte

Dieser strenge Grenzwert wird schweiz- und europaweit fast überall jährlich einige zehn bis einige hundert Mal überschritten. Für 2021 wurden 56 Überschreitungen an der Messstation «Freiburg, Parc de Pérolles» festgestellt und an der Messstation Payerne gar deren 115.

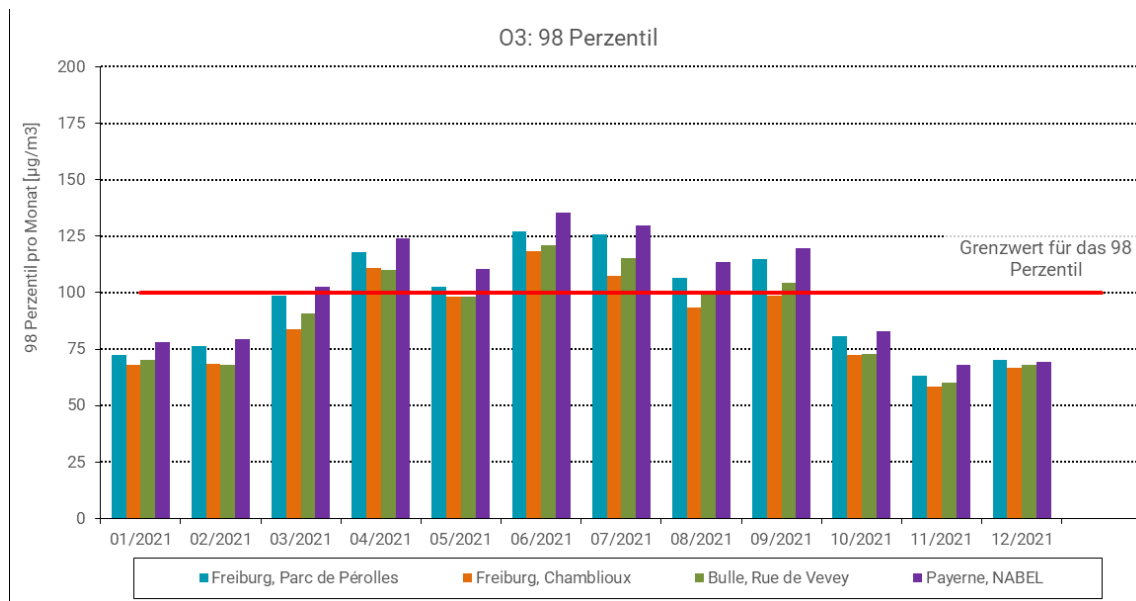
5.2 98-Perzentile

Für die Ozonbelastung ist das Wetter des Sommerhalbjahres ausschlaggebend. Im Sommer 2021 herrschten gemässigte Temperaturen. Zwar war es der vierwärmste Juni in der Schweiz seit Beginn der Messungen, doch blieb die Temperatur im Juli und August unter der Norm 1981–2010. Hinzu kamen die aussergewöhnlich regenreichen Monate Mai, Juni und Juli. Diese meteorologischen Bedingungen erklären ähnliche 98-Perzentilwerte wie im Jahr 2020. Trotzdem wurde der Grenzwert an den vier Messstationen nach wie vor überschritten.



Maximales, monatliches 98-Perzentil pro Jahr von Ozon

Die höchsten Konzentrationen sind im Sommer zu beobachten. Die höchsten Werte des 98-Perzentils wurden im Juni, dem wärmsten Monat des Sommers 2021, gemessen.



Verlauf des monatlichen 98-Perzentils von Ozon im Jahre 2021

Das Ozon entstammt nicht direkten Schadstoffquellen. Es wird erst in der Atmosphäre bei intensiver Sonnenstrahlung durch photochemische Reaktionen aus sogenannten Vorläuferschadstoffen (Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen) gebildet.

In der Nähe der Quellen der Vorläuferschadstoffe (Strassen, Städte), werden niedrigere O₃-Konzentrationen gemessen als in der weiteren Umgebung. Die Erklärung liegt in der Doppelrolle der Vorläuferschadstoffe, die einerseits zur Ozonbildung und andererseits zum Abbau von Ozon beitragen:

- > im Bereich der Emissionsquellen der Vorläuferschadstoffe (z. B. «Freiburg, Chamblieux») bauen diese Ozon ab;
- > mit zunehmender Distanz zu den Quellen der Vorläuferschadstoffe nimmt deren Konzentration ab und es wird somit weniger Ozon abgebaut, weshalb dort – wie z. B. am ländlich geprägten Messstandort Payerne – höhere Ozonkonzentrationen vorkommen.

6 Ammoniak (NH₃)

Ammoniak ist wesentlich für die Überdüngung und Versauerung von empfindlichen Ökosystemen verantwortlich. Zu diesen Systemen gehören u. a. Wälder, Hoch- und Flachmoore, artenreiche Naturwiesen und Zwergstrauchheiden. Ammoniak trägt aber auch zur Bildung von sekundärem Feinstaub bei, welcher negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit hat. Ammoniak stammt fast ausschliesslich aus der Landwirtschaft.

Um den Langzeitwirkungen erhöhter Ammoniakkonzentrationen Rechnung zu tragen, wurden folgende Grenzwerte (Critical Levels des UN/ECE² für den Jahresmittelwert) festgelegt:

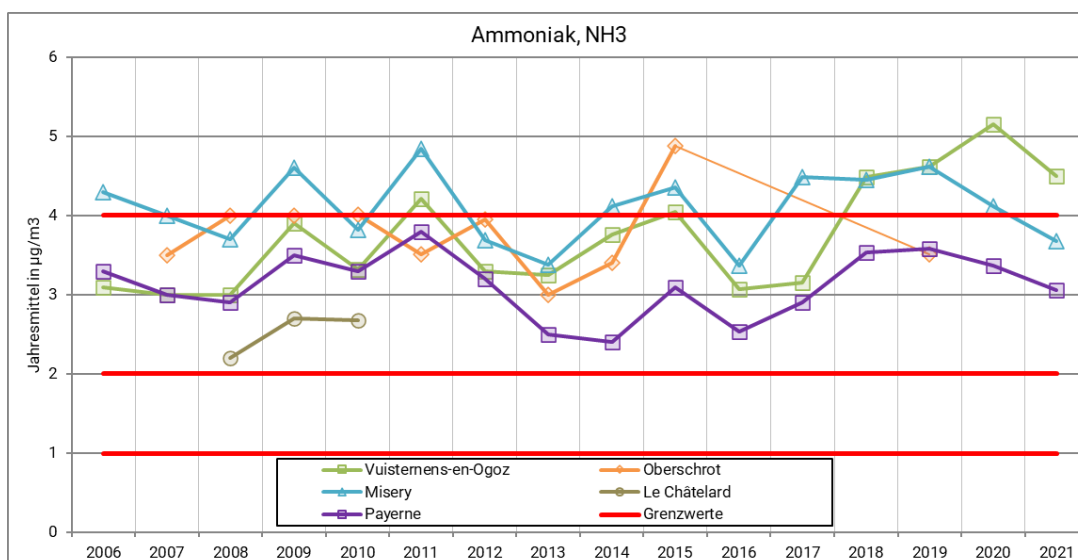
- > 1 µg/m³ für Moose und Flechten;
- > ein Bereich von 2 bis 4 µg/m³ für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder).

Das AfU misst das Ammoniak mittels Passivsammlern (s. Kapitel 4.1.2).

Im Vergleich zum Vorjahr gingen die Ammoniakkonzentrationen leicht zurück. Der höchste Werte der Messreihe wurde erneut in Vuistemens-en-Ogoz gemessen.

Im Falle von Ammoniak werden die Messstandorte stark von den Primäremissionen beeinflusst. Dies könnte die stark unterschiedlichen Trends in den einzelnen Stationen erklären. Eine Veränderung der landwirtschaftlichen Aktivität während des Jahres kann somit zu einem Anstieg oder einem Rückgang der Ammoniakkonzentration in der Nähe der Messstandorte beitragen. Es ist auch anzumerken, dass die Wetterbedingungen im Jahr 2021 für einen Rückgang der Ammoniakkonzentrationen günstig waren, da die Temperaturen im Sommer niedriger waren und das Wetter regnerisch war und sich Ammoniak hauptsächlich während heisser und trockener Perioden bildet. Trotz eines sichtbaren, wenn auch leichten Rückgangs in den letzten beiden Jahren ist an den Messstandorten kein klarer langfristiger Trend zu niedrigeren Werten zu erkennen.

An allen aufgeführten Messstandorten liegt das Jahresmittel von Ammoniak im oder über dem Bereich des Grenzwertes für höhere Pflanzen. Der Grenzwert für Moose und Flechten wird deutlich überschritten.



Jahresmittel von Ammoniak. Als Grenzwerte gelten für empfindliche Ökosysteme 1 µg/m³ und für höhere Pflanzen ein Bereich von 2 bis 4 µg/m³

² Kritische Konzentration (Critical Level): Luftschadstoffkonzentration in der Atmosphäre, oberhalb derer nach dem heutigen Stand des Wissens mit schädlichen Auswirkungen auf Rezeptoren wie Menschen, Pflanzen, Ökosysteme und Materialien gerechnet werden muss. UN/ECE: United Nations Economic Commission for Europe.

7 Online-Publikation

7.1 Auf den Internetseiten des Staats Freiburg

Sämtliche in diesem Bericht aufgeführten Resultate sind mit Ausnahme der Ammoniak-Resultate auf der Website des Amts für Umwelt unter der Adresse <https://www.fr.ch/de/energie-landwirtschaft-und-umwelt/luft/luftqualitaet-aktuelle-situation-und-der-letzte-monat> abrufbar. Die Seiten werden mindestens einmal pro Tag aktualisiert. Auf dieser Seite finden Sie:

Aktuelle Situation

- > Karte der Luftqualität im Kanton Freiburg (stündlich aktualisiert)
- > Aktuelle Ozon-, Stickstoffdioxid- und Feinstaub PM10-Konzentration
- > Ozon, Überschreitung, Situation in der Schweiz und Prognose

Entwicklung der Luftqualität der vergangenen 30 Tage

- > Feinstaub
- > Ozon
- > Stickstoffdioxid
- > Überschreitungen der Ozon- und Stickstoffdioxidwerte seit Jahresbeginn sowie der Feinstaubwerte PM10 seit 1. Juli

7.2 airCheck

[airCheck](#) ist eine Gratis-Applikation um die Luftqualität in der Schweiz in Echtzeit abzufragen.

8 Schlussfolgerung

Das Amt für Umwelt überwacht die Luftqualität in den städtischen und regionalen Zentren und in ländlichen Gebieten mittels 3 kontinuierlich messenden Stationen und 31 Passivsammler-Standorten.

Im Jahr 2021 lagen die **Stickstoffdioxidkonzentrationen** an allen Messstandorten das zweite Jahr in Folge unter dem Jahresgrenzwert. Es ist eine Stabilisierung oder gar ein leichter Rückgang der Konzentrationen im gesamten Kanton zu verzeichnen, mit Ausnahme der Agglomeration Bulle und der regionalen Zentren.

Bei **Feinstaub PM10** wird der Grenzwert für das Jahresmittel schon seit mehreren Jahren eingehalten – so auch 2021. Die Konzentrationen sind konstant und ähnlich wie im Jahr 2020. Der Tagesgrenzwert wurde im Februar überschritten, was zum Teil auf bedeutende Saharastaub-Ereignisse zurückzuführen ist. Für **Feinstaub PM2.5** wird der Grenzwert ebenfalls eingehalten.

Die **Ozonkonzentrationen** waren mit dem Vorjahr vergleichbar und überschritten erneut an allen Messstandorten die Grenzwerte. Es lässt sich kein eindeutiger Abwärtstrend feststellen. Ozon wird durch die Einwirkung von Sonnenlicht auf die Vorläuferschadstoffe (Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen) erzeugt. Um die Vorläuferschadstoffe zu reduzieren, müssen Massnahmen auf allen Ebenen, auch auf internationaler Ebene, ergriffen werden.

Der Eintrag von Stickstoff in die Umwelt, insbesondere in Form von **Ammoniak**, liegt deutlich über den kritischen Wirkungsschwellen. Diese Überschreitungen betreffen besonders Waldgebiete, die grosse Teile des Kantons bedecken. Die Hauptquelle ist der landwirtschaftliche Sektor.

Laut [Bundesamt für Umwelt](#) ist Luftverschmutzung eine nachweisliche Ursache für Krankheit und vorzeitige Todesfälle. Sie führt zu rund 12 000 Fällen von akuter Bronchitis bei Kindern und rund 2300 neuen Fällen von chronischer Bronchitis bei Erwachsenen. Wegen luftschadstoffbedingten Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen werden in der Schweiz jährlich ca. 14 000 Tage im Spital verbracht. All diese Erkrankungen führen bei Erwachsenen zu etwa 3,6 Millionen Tagen mit eingeschränkter Erwerbstätigkeit, was insgesamt Gesundheitskosten in Höhe von 7 Milliarden Franken pro Jahr verursacht. Eine für das Jahr 2018 aktualisierte Studie des Bundesamts für Raumentwicklung kommt zum Ergebnis, dass wegen der Luftverschmutzung (durch PM10) in der Schweiz jährlich rund 2300 Personen vorzeitig sterben, dabei gehen 23 600 Lebensjahre verloren.

Die Luftverschmutzung hat auch auf die Ökosysteme negative Auswirkungen: Sie verursacht Ernteausfälle sowie eine Versauerung und Überdüngung von Böden und Wasserläufen und führt zu Veränderungen der Biodiversität.

Luftverschmutzung ist kein Schicksal. Wir alle können mit [einfachen Massnahmen](#) dazu beitragen, die Qualität unserer Luft zu verbessern.

A1 Détaillée NO₂-Passivsammler-Resultate

Commune	Localité	Rue, lieu précis	Coordonnée x	Coordonnée y	Altitude [m]	Caractérisation du site			Moyennes annuelles en NO ₂ [µg/m ³]																									
						site	trafic	construction	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Avry	Rosé	Rte de Rosé 50	2°57'1145	1°18'1364	667	3	B	b																					26	22	18			
Belfaux	Belfaux	Rte du Centre 1	2°57'4772	1°18'5639	588	3	B	b																					19	19	16			
Bulle	Bulle	Grand-Rue	2°57'0790	1°16'3105	769	2	B	c	42	41	38	36	36		35	35	35	37	31		32	29	26	28	31	26	26	27	25	23	21	17	17	
Bulle	Bulle	Rue de la Condémine	2°57'0986	1°16'3242	755	2	B	c	40	43	43	45	48	42	44	43	44	47	48	51	50	40	36	35	29	30	32	30	30	29	29	21	21	
Bulle	Bulle	Rue de Vevey	2°57'0696	1°16'2923	769	2	B	c		35		32		33		32		35				29	25	27	29	25	27	29	26	25	23	18	19	
Bulle	La Tour-de-Trême	Rue de l'Ancien Comté 37	2°57'1395	1°16'2055	744	2	C	c			39	39	38		42		43	45	43	46	48	38	35	30	32	30	30	29	28	27	25	21	21	
Bulle	Bulle	H 189 Planchy	2°56'9704	1°16'4019	775	2	B	b														24	23	28	28	26	30	31	29	25	25	20	19	
Bulle	Bulle	H 189 Pâla	2°56'9923	1°16'2882	785	2	B	b														22	20	22	24	22	23	24	21	21	19	16	18	
Châtel-St-Denis	Châtel-St-Denis	Grand-Rue 41	2°55'8905	1°15'3090	815	2	B	d	41	42	40	40	38	35	35		35	39	37	38	37	38	33	35	37	33	33	33	32	30	31	23	25	
Courtepin	Courtepin	Rte de Fribourg	2°57'6129	1°18'9830	570	3	B	b																						28	25	20		
Düdingen	Düdingen	Hauptstrasse 30	2°58'1024	1°18'8622	585	2	B	c			35	34	33	32	35		33	36	32	33	36	36	31	32	35	32	32	31	29	28	27	21	21	
Estavayer-le-Lac	Estavayer-le-Lac	Pl. des Bastians	2°55'4840	1°18'8780	448	2	B	c	33	32	31	31	29	27	30		30	30	28	29	29	29	29	27	27	29	25	26	25	25	24	21	17	17
Fribourg	Fribourg	Av. du Midi	2°57'7855	1°18'3350	631	1	B	c			37	35	34		33	31	33	34	32	33	33	34	30	32			29	27	25	25	23	19	19	
Fribourg	Fribourg	Pl. de la Gare	2°57'8104	1°18'3607	625	1	B	c			41	38	37	35	32	35	36	35	37	39	37	31	32	33	30	31	26	26	25	24	20	19		
Fribourg	Fribourg	Rte Albert-Gockel	2°57'8317	1°18'2594	640	5	B	c	25	24	22	21	21	20	21	20	20	21	18	19	18	19	17	17	18	14								
Fribourg	Fribourg	Rte de Villars	2°57'7372	1°18'3312	659	1	C	c			46	45	44	43	45		43	44	41	44	45	44	40	39	42	38	37	35	31	30	30	23	22	
Fribourg	Fribourg	Route de Chantemerle	2°57'7125	1°18'4540	645	2	C	b	41		39		38		37		38		38	41	40	39		37		35		36	36	34		25	25	
Fribourg	Fribourg	Rue du Pont-Suspendu	2°57'9060	1°18'3889	580	1	C	d	44		40		40		39		38		36		37		32		35		21							
Fribourg	Fribourg	Rue Joseph-Filler	2°57'8376	1°18'4006	630	1	B	c																	30	23	24	24	22	22	19		17	
Fribourg	Fribourg	Parc de Pérolles	2°57'8181	1°18'2940	620	5	B	b																	17	15	16	16	14	15	13	12	12	
Fribourg	Fribourg	Rue des Chanoines 2	2°57'9039	1°18'3907	584	5	A	d																		22	20	21	21	17		14		
Fribourg	Fribourg	Rte du Jura 12b	2°57'7736	1°18'4297	642	1	B	c																			33	31	29	29	22	22		
Givisiez	Givisiez	Rte d'Alcantara	2°57'6306	1°18'4275	655	2	C	b										31	29	30	32	33	29	32	33	30	31	28	30	29	27	21	21	
Givisiez	Givisiez	Rte de Belfaux	2°57'6430	1°18'4916	627	2	B	b	37	39	38	39	35	35	36		34	37	34	37	39	40	37	40	41	38	38	37	36	33	35	28	26	
Granges-Paccot	Granges-Paccot	Rte de Morat	2°57'8195	1°18'5480	600	2	B	b							28	30	32	29	30	29		26	27	27	26	29	28	27	26	24	19	19		
Kerzers	Kerzers	Burgstatt	2°58'1503	1°20'2684	450	2	B	c			31	30	29	34	33		30	32	32	33	34	34	30	31	33	29	29	28	27	27	26	21	21	
Marly	Marly	Rte de Fribourg 15	2°57'8034	1°18'1049	632	2	B	b																						23	21	17	17	
Marly	Marly	Rte de Chésalles	2°57'8502	1°18'0179	607	6	A	b																								13	13	
Matran	Matran	Rte de Neyruz	2°57'3206	1°18'1149	625	3	C	c																					45	44	33			
Misery-Courtion	Cormérod	Au lieu dit Corterin	2°57'3287	1°19'0186	590	7	A	a	13	11	11	10	10		11	11	10	10		9														
Misery-Courtion	Misery	Le Haut du Mont	2°57'1914	1°18'9481	607	7	A	a											10	9	10	10	9	10	8	10	9	7	10	7	7	7		
Murten	Murten	Hauptgasse 53-55	2°57'5597	1°19'7599	453	2	B	d			29	28	27	28	28		27	28	26	27	27	27	25	26	27	24	27	25	23	23	21	16	17	
Neyruz	Neyruz	Rte des Puits	2°57'1603	1°17'9809	691	3	B	b																						19	16	13		
Prez-vers-Noréaz	Prez-vers-Noréaz	Rte de Fribourg 50	2°56'7888	1°18'1699	629	3	B	b																						19	14	12		
Riaz	Riaz	Rue de la Gruyère 18	2°57'1072	1°16'5158	733	3	B	b																						24	23		19	
Romont	Romont	Grand-Rue	2°56'0157	1°17'1798	755	2	B	c			23	23	22	20	22		21	23	21	21	21	22	20	21	22	20	22	23	20	21	18	15		
Romont	Romont	Av. de la Gare	2°55'9791	1°17'1548	709	2	B	b																						23	22		17	
Villars-sur-Glâne	Villars-sur-Glâne	Cormanon-Centre	2°57'6731	1°18'2484	685	2	B	b												30	32	32	33	28	31	34	30	31	31	31	27	24	20	19
Villars-sur-Glâne	Villars-sur-Glâne	Rte de Cormanon	2°57'7002	1°18'2421	677	2	B	c			48	48	47		47	46	49	58	54	59	62	60	35	50										
Villars-sur-Glâne	Villars-sur-Glâne	Rte de Villars-Vert 4	2°57'6373	1°18'3137	700	6	A	b			27	27	26	25	27		26	27	25		26	27	24	24	26	24	24	24	22	22	20	17		
Vuisternens-en-Ogoz	Vuisternens-en-Ogoz	Au lieu dit Le Chapy	2°56'9708	1°17'3324	850	7	A	a			8	9	8	8	8	9	8	7	8	7	7	6	8	7	7	8	6	8	8	5	8	4	5	6
Wünnewil-Flamatt	Flamatt	Bernstrasse 2	2°59'0521	1°19'3133	533	3	B	b																					23					
Wünnewil-Flamatt	Flamatt	Bernstrasse 9	2°59'0385	1°19'3214	532	3	B	b																								26		21

A2 Erklärungen zur Standortklassifikation

Die Klassifikation folgt den Empfehlungen «Immissionsmessung von Luftfremdstoffen» vom 1. Januar 2004 vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heute: Bundesamt für Umwelt). Die Empfehlungen wurden 2021 überarbeitet; die Klassifizierung der verschiedenen Messstandorte wird somit für den nächsten Luftqualitätsbericht angepasst werden, um den neuen Kriterien zu entsprechen.

Standorttypen

	Standorttypen	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	

Inversionshöhe

Dabei bedeutet:

strassennah: Strassen als Hauptemissionsquelle
Industriezone: Industrieanlagen als Hauptemissionsquelle
Hintergrund: weder durch Strassen noch durch Industrieanlagen dominierte Immissionssituation

Verkehrsbelastung und Bebauung

Die Verkehrsbelastung und die Bebauung beim Messstandort werden zusätzlich in folgende Klassen eingeteilt:

	Verkehrsbelastung	DTV (durchschnittlicher täglicher Verkehr)
A	gering	<5000
B	mittel	5000–20 000
C	hoch	20 001–50 000
D	sehr hoch	> 50 000

	Bebauung
a	keine
b	offen
c	einseitig offen
d	geschlossen