



Luftreinhaltung Überwachung der Luftschadstoffbelastung

Die Luftqualität 2023

,

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 2024

Projektleiter

—
Marc Schwärzel

Zusammenarbeit

—
Daniel Clément, Olivier May, Rachel Brulhart und Béatrice Balsiger

Titelbild

—
Passivsammler in Misery-Courtion, AfU

Verdankung

—
Bundesamt für Strassen
Bundesamt für Umwelt für die Zurverfügungstellung der Daten von Payerne
Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Gemeinden Bulle, Châtel-Saint-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 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	6 Online-Publikation im Internet	19
1.1 Massnahmen	4	6.1 Auf den Internetseiten des Staats Freiburg	19
1.2 Messunsicherheiten	4	6.2 airCheck	19
2 Massnahmen	5	7 Schlussfolgerung	20
2.1 Kontinuierlich messende Stationen	5		
2.2 Passivsammler-Messnetz	7		
3 Das Wetter im Jahr 2022	8	A1 Detaillierte Entwicklung der Luftqualität	21
4 Die Luftqualität 2022	9	A2 Detaillierte NO₂-Passivsammler-Resultate	22
4.1 Feinstaub PM10 – Tagesmittelwerte	10	A3 Erklärungen zur Standortklassifikation	23
4.2 Stickstoffdioxid NO ₂ – Tagesmittelwerte (kontinuierlich messende Stationen)	10		
4.3 Ozon – Stunden-Mittelwerte und 98-Perzentil	11		
5 Entwicklung der Luftqualität	12		
5.1 Feinstaub	12		
5.1.1 PM10 – Jahresmittelwerte	12		
5.1.2 PM2.5 – Jahresmittelwerte	12		
5.2 Stickstoffdioxid (NO ₂) – Jahresmittelwerte	13		
5.2.1 Kontinuierlich messende Stationen	13		
5.2.2 Passivsammler	14		
5.3 Ozon (O ₃)	17		
5.3.1 O ₃ – Entwicklung des maximalen, monatlichen 98-Perzentils	17		
5.4 Ammoniak (NH ₃)	17		

1 Einleitung

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

Die Luftqualität hat sich in den letzten Jahren in der Schweiz deutlich verbessert und die Messungen im Kanton Freiburg bestätigen diesen Trend. Die im Gesetz definierten Ziele werden jedoch nicht immer erreicht, vor allem bei Ozon und Ammoniak.

Die neuen Empfehlungen zur Luftqualität der Weltgesundheitsorganisation (WHO 2021) belegen negative Auswirkungen der Luftqualität, insbesondere auf die Gesundheit, selbst bei Konzentrationen, die unterhalb der derzeit in der LRV festgelegten Grenzwerte liegen. Die WHO hat neue, strengere Grenzwerte festgelegt ([WHO - Luftqualitätsrichtlinien](#)) und die Eidgenössische Kommission für Lufthygiene empfiehlt, die in der Schweiz geltenden Immissionsgrenzwerte anzupassen ([siehe Pressemitteilung](#)).

So ist es unerlässlich, weiterhin eine strikte Politik zur Vermeidung von Luftverschmutzung zu verfolgen, um die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen.

1.1 Massnahmen

Das Amt für Umwelt misst und überwacht Feinstaub (PM10 und PM2.5), Stickstoffdioxid (NO₂), Ozon (O₃) und Ammoniak (NH₃) mithilfe von kontinuierlich messenden Messstationen sowie einem Netz von Passivsammlern. Der vorliegende Bericht gibt Auskunft über die Jahresbilanz sowie die langfristigen Trends in der Immissionsentwicklung dieser Schadstoffe.

1.2 Messunsicherheiten

Für die Resultate der kontinuierlich messenden Stationen:

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

Für die Passivsampler-Resultate:

- > Jahresmittel: Messunsicherheit von 15 bis 20 %.

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

2 Massnahmen

2.1 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:** Dieser Standort ist typisch für die städtische Hintergrundbelastung und repräsentativ für die meisten Gebiete des Kantons Freiburg, die etwas abseits der Verkehrsströme liegen.



Abbildung 1: Messstation Freiburg, Parc de Pérolles – Kartenhintergrund: swisstopo

- > **Freiburg, Chambliaux:** Dieser im Dreieck Autobahn A12–Route du Jura–Route de Chantemerle gelegene Standort ist typisch für verkehrsexponierte Standorte. 2019 war die Station Freiburg, Chambliaux wegen umfassenden Umbauarbeiten teilweise ausser Betrieb, weshalb diese Station für das betroffene Jahr eine Messlücke aufweist.



Abbildung 2: Messstation Freiburg, Chambliaux – Kartenhintergrund: swisstopo

- > **Bulle, Rue de Vevey:** Standort in der Nähe des Platzes Nicolas-Glasson und ebenfalls typisch für verkehrsexponierte Standorte.



Abbildung 3: Messstation Bulle, Rue de Vevey – Kartenhintergrund: swisstopo

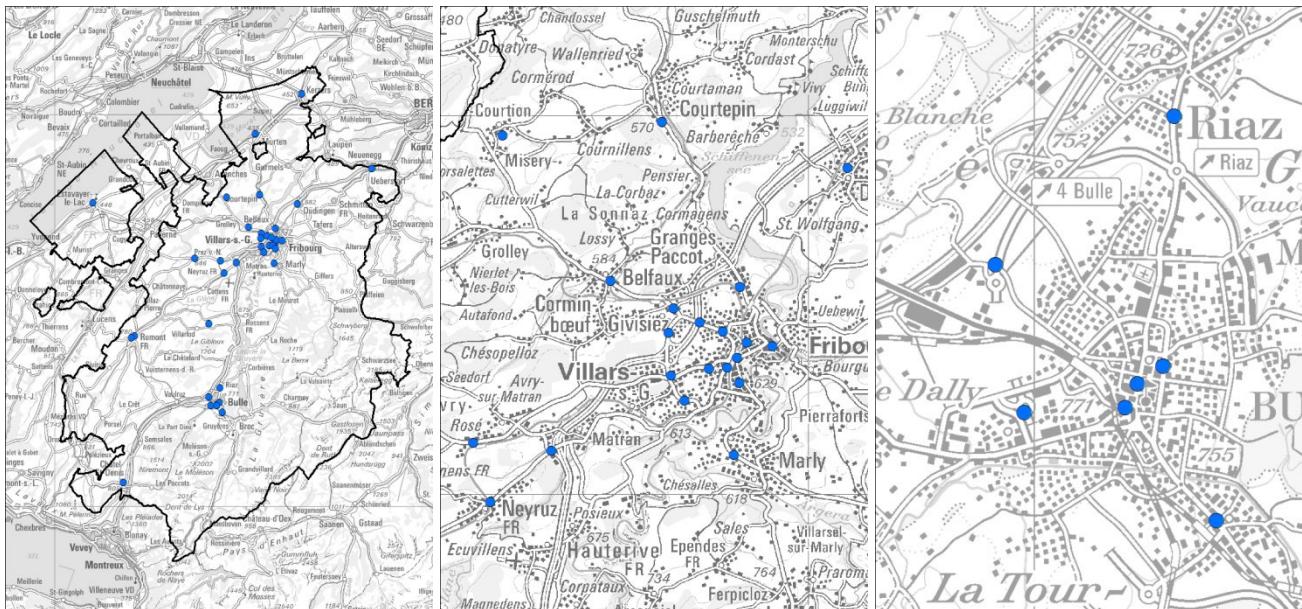
- > **Messstation Payerne, NABEL:** Bei dieser im Kanton Waadt gelegenen Messstation handelt es sich um eine Messstation des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL) des Bundes. Die Resultate dieser Messstation werden als Vergleich hinzugezogen. Die Resultate sind typisch für ländliche 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 Tabellen im Anhang 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.

2.2 Passivsammler-Messnetz

Das AfU betreibt auch ein Messnetz mit sogenannten Passivsammlern. Dieses Messnetz dient der Überwachung des Stickstoffdioxids (siehe [Kapitel 5.2.2](#)) und der Ammoniakkonzentrationen ([Kapitel 5.4](#)). Die Standorte der Passivsammler wurden so gewählt, dass sie verschiedene Immissionssituationen auf dem Land oder in der Nähe des Verkehrs abdecken. Die Passivsammler, die Ammoniak messen, befinden sich an ländlichen Standorten in der Nähe von landwirtschaftlichen Aktivitäten.



Passivsammler-Standorte im Kanton Freiburg, in der Agglomeration Freiburg und in der Agglomeration Bulle – Kartenhintergrund: swisstopo.



Passivsammler in Vuisternens-en-Ogoz

3 Das Wetter im Jahr 2023

Das Wetter hat einen grossen Einfluss auf den Transport, die Ausbreitung und die chemische Umwandlung von Schadstoffen. In seinem Klimabulletin 2023 hat MeteoSchweiz folgende Informationen veröffentlicht:

- > Die Schweiz erlebte das zweitwärmste Jahr seit Messbeginn. Eine lange, heisse Sommerperiode ohne Niederschläge war in einigen Regionen von grosser Trockenheit geprägt.
- > Die Schweiz erlebte einen milden Winter (Jahresbeginn) mit lokal wenig Niederschlag. Der Februar war besonders sonnig.
- > Die Schweiz erlebte einen sonnenarmen Frühling.
- > Der Sommer war heiss, geprägt von Hitzeperioden, insbesondere einer extrem langen Hitzewelle im August.
- > Der Herbst war in einigen Regionen ebenfalls der wärmste.
- > Das Jahresende war von starken Niederschlägen geprägt.

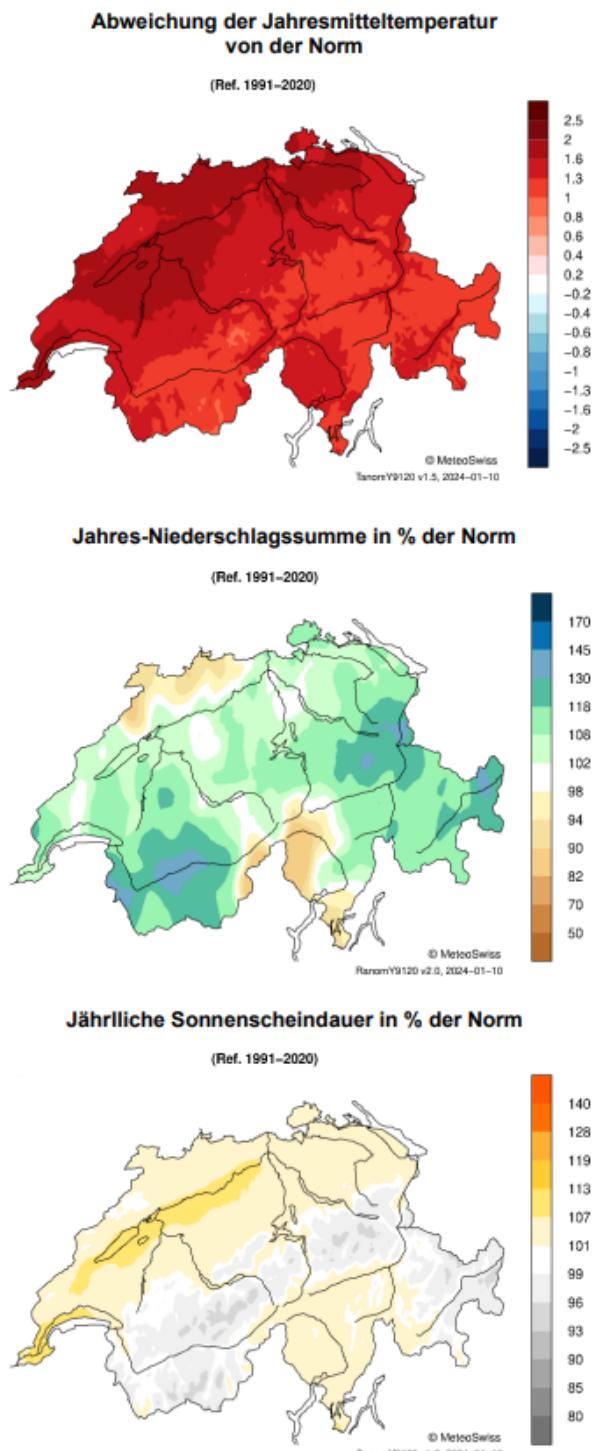
Zusammenfassung

Temperaturen. Ein Jahr mit Rekordtemperaturen. Lange Hitzeperioden im Sommer 2023. Zweitwärmstes Jahr seit Beginn der Messungen.

Niederschläge. Ende des Jahres mit einer hohen Niederschlagssumme.

Sonnenschein. Starke Sonneneinstrahlung während des Sommers.

Saharastaub. Einige Ereignisse mit Saharastaub ohne wesentlichen Einfluss auf die Luftqualität.



Quelle: Jahres-Klimabulletin von MeteoSchweiz

4 Die Luftqualität 2022

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 und Ozon über den Zeitraum eines Jahres berechnet¹.

Schadstoff	Freiburg Parc de Pérrolles	Freiburg Chambloux	Bulle Rue de Vevey	Payerne, NABEL	Gewichtung
PM10	2: mässig	2: mässig	2: mässig	1: gering	45 %
NO ₂	1: gering	3: deutlich	2: mässig	1: gering	45 %
O ₃	5: hoch	5: hoch	5: hoch	5: hoch	10 %
LBI	2: mässig	3: deutlich	2: mässig	1: gering	

Teil-Indices für die Leitschadstoffe PM10, NO₂ und O₃ und Langzeit-Luftbelastungs-Index (LBI) für 2023

Für 2023 kann die Schadstoffbelastung für die Messstation Freiburg, Parc de Pérrolles als «mässig» beurteilt werden, und das, obwohl die Ozonkonzentration hoch ist. Der LBI gibt den Ozonwerten weniger Bedeutung, weil nachhaltige Auswirkungen auf die Gesundheit zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Luftqualitätsleitlinien im Jahr 2005 noch nicht nachgewiesen werden konnten (die Auswirkungen auf die Land- und Forstwirtschaft waren hingegen bereits bekannt). Neuere Studien belegen Gesundheitseffekte bei moderatem LBI (siehe neue [WHO-Luftqualitätsrichtlinien](#)).

Eine deutliche Schadstoffbelastung wird für die Messstation Freiburg, Chambloux beobachtet. Die wichtigsten Schadstoffe sind Stickstoffdioxid und Ozon. 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. Die Ozonbelastung ist hoch, aber die anderen Schadstoffe befinden sich auf einem mässigen Niveau.

Die Schadstoffbelastung für die Messstation Payerne, NABEL kann für 2023 als «gering» beurteilt werden, trotz der «hohen» Ozonbelastung. Gesundheitsschäden für die Bevölkerung sind begrenzt, da die Konzentrationen von PM10 und NO₂ gering sind.

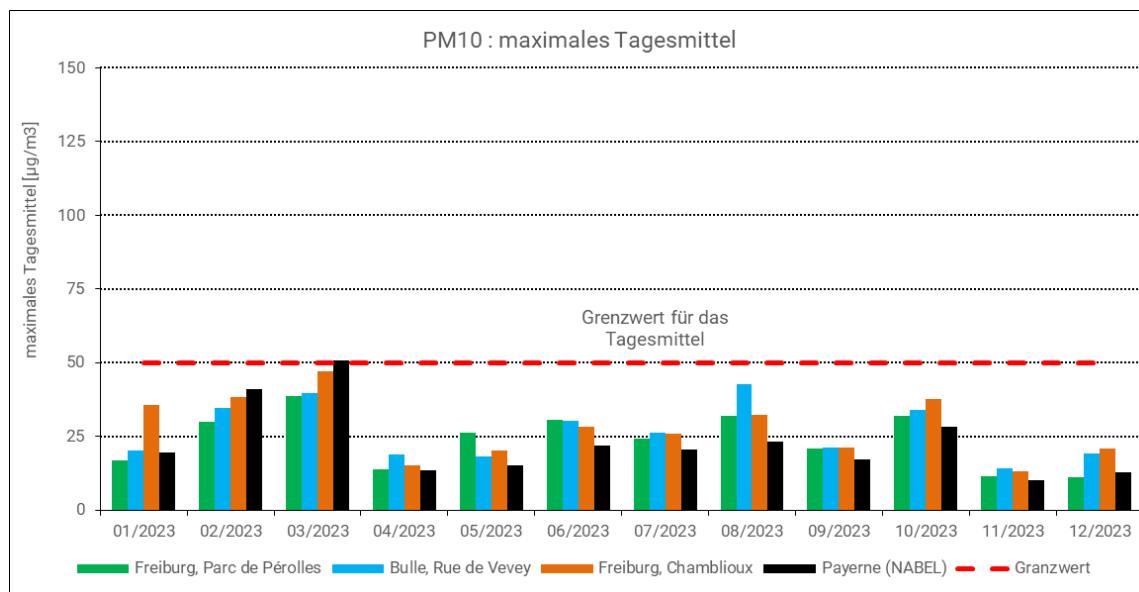
Der LBI für 2023 ist ähnlich wie der für 2022, ausser für die Station "Payerne, NABEL", die von mässig im Jahr 2022 auf niedrig im Jahr 2023 sinkt, da der Jahresdurchschnitt von PM10 leicht unter 10 µg/m³ fällt.

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

4.1 Feinstaub PM10 – Tagesmittelwerte

Die PM10-Konzentrationen sind von Emissionen (Menge des von den Quellen emittierten Schadstoffs) und den Wetterbedingungen abhängig. Die höchsten Werte werden in der Regel im Winter beobachtet.

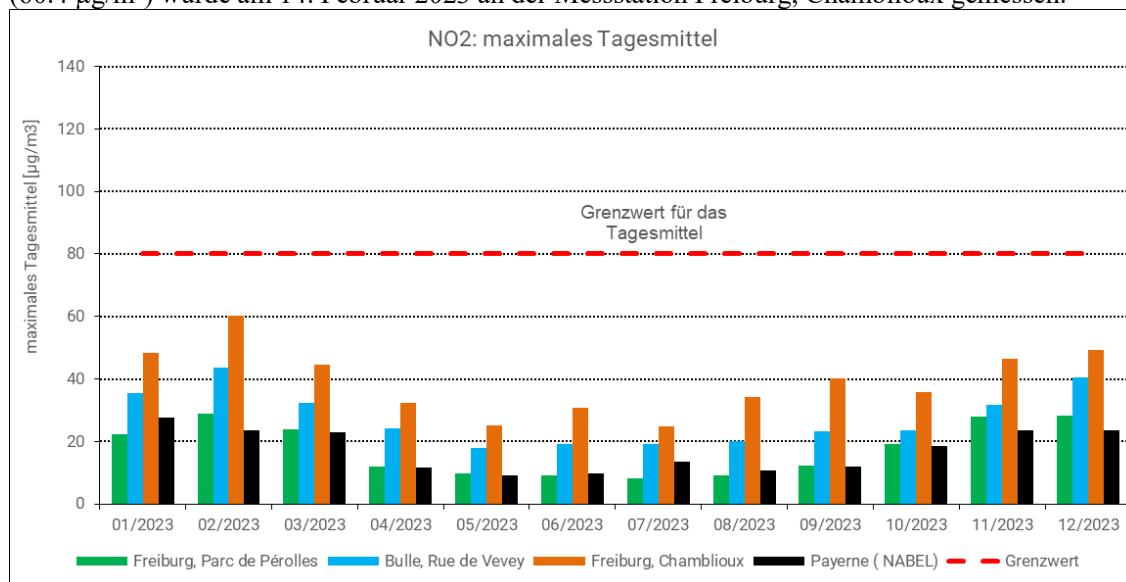
Der Tagesmittelgrenzwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an einer Messstation überschritten. Am 3. März 2023 wurde am Standort "Payerne, NABEL" ein Wert von $50.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Dieses einmalige Ereignis, das wahrscheinlich mit einer starken Temperaturinversion zusammenhing, hielt nicht lange an. Der Kanton Waadt hat aufgrund dieser Überschreitung keine Massnahmen ergriffen.



Verlauf des monatlichen maximalen Tagesmittels von PM10 im Jahre 2023

4.2 Stickstoffdioxid NO₂ – Tagesmittelwerte (kontinuierlich messende Stationen)

Der Grenzwert für das Tagesmittel wurde 2023 an allen Messstandorten eingehalten. Das höchste Tagesmittel ($60.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde am 14. Februar 2023 an der Messstation Freiburg, Chambliau gemessen.



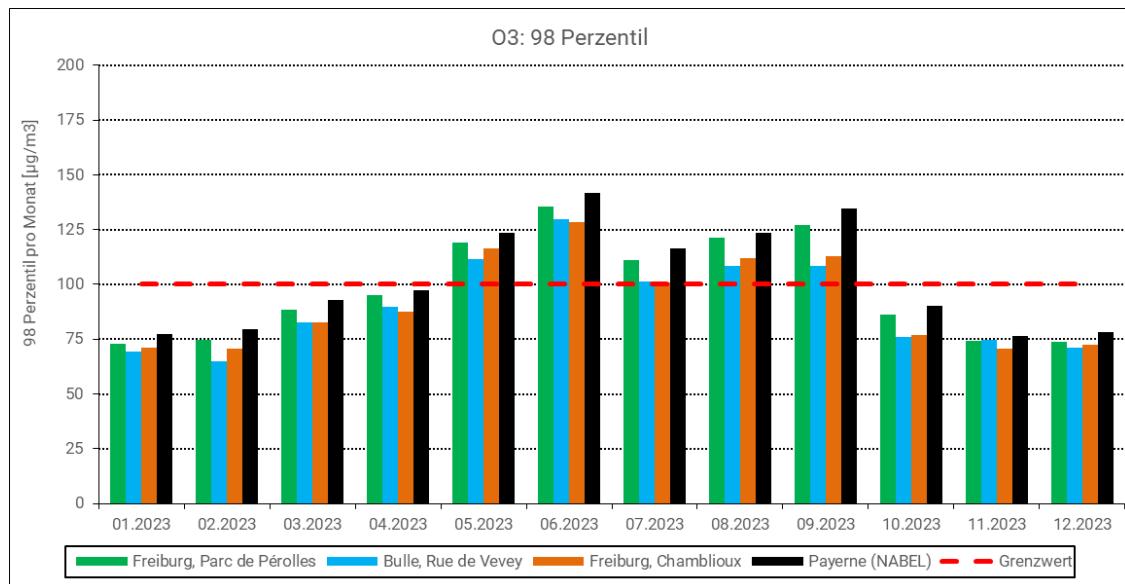
Verlauf des monatlichen maximalen Tagesmittels von NO₂ im Jahre 2023

4.3 Ozon – Stunden-Mittelwerte und 98-Perzentil

Der Stundenmittelgrenzwert wird schweiz- und europaweit fast überall jährlich einige zehn bis einige hundert Mal überschritten. Für 2023 wurden z. B. 210 Überschreitungen an der Messstation Freiburg, Parc de Pérrolles festgestellt.

Der Sommer 2023 war heiss und trocken, was die Bildung von Ozon förderte. Die Immissionsgrenzwerte, d. h. das monatliche 98-Perzentil (98 % aller gemessenen Konzentrationen liegen unter diesem Wert) sowie die Stunden-Mittelwerte wurden an allen Messstationen mehrfach überschritten.

Die höchsten Konzentrationen sind im Sommer zu beobachten. Die höchsten Werte des 98-Perzentils wurden im Juni, ein besonders sonniger Monat im Sommer 2023, gemessen.



Verlauf des monatlichen 98-Perzentils von Ozon im Jahre 2023

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:

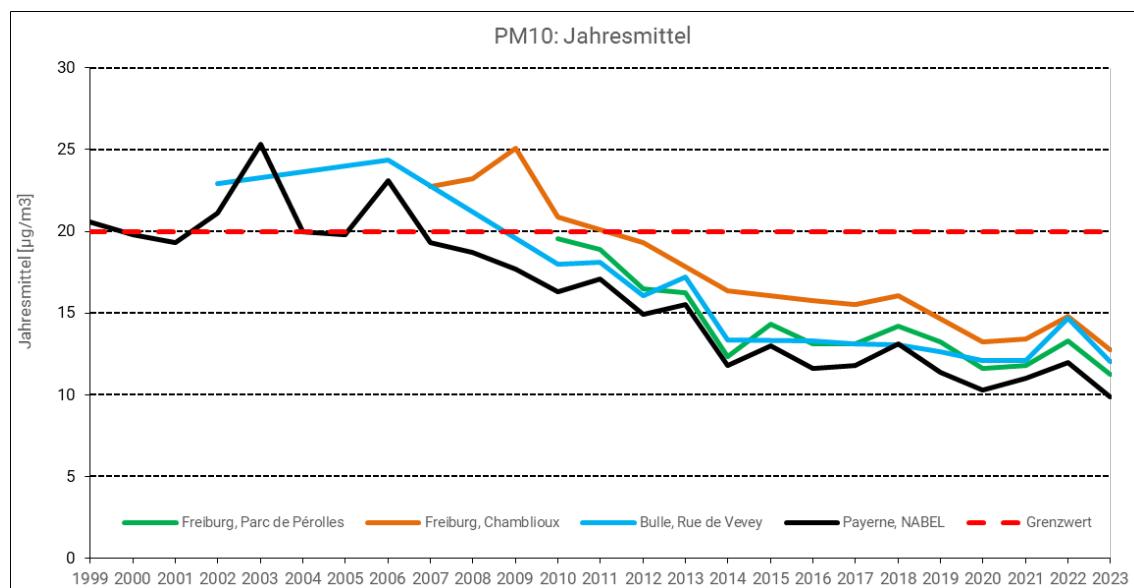
- > Im Bereich der Emissionsquellen der Vorläuferschadstoffe (z. B. Freiburg, Chambloux) bauen diese Ozon ab.
- > Mit zunehmender Distanz zu den Quellen der Vorläuferschadstoffe nimmt deren Konzentration ab und es wird somit weniger Ozon abgebaut, weshalb dort – z. B. am ländlich geprägten Messstandort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

5 Entwicklung der Luftqualität

5.1 Feinstaub

5.1.1 PM10 – Jahresmittelwerte

Die Jahresmittel von Feinstaub PM10 (Teilchen von einem Durchmesser bis 10 Mikrometer) lagen für 2023 an den drei kantonalen Messstationen sowie der Station Payerne unterhalb des Immissionsgrenzwertes von $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Jahresmittelwerte von Feinstaub PM10 zeigen in den letzten 10 Jahren einen rückläufigen Trend. Das Wetter, insbesondere die Inversionsphänomene, sowie die Emissionen beeinflussen den Jahresmittelwert erheblich.

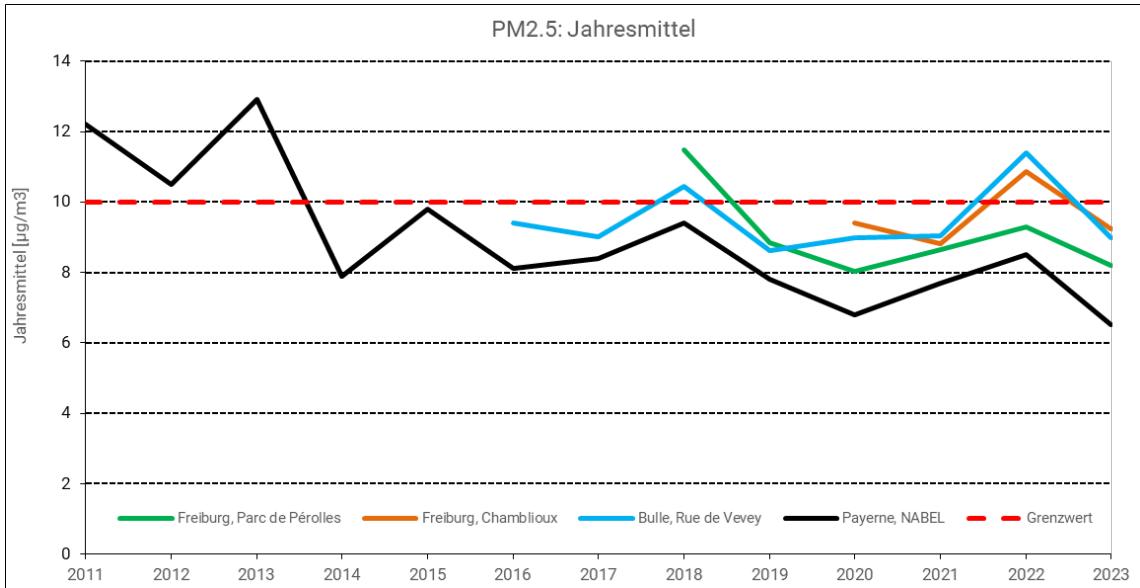


Verlauf der PM10-Jahresmittel von 1999 bis 2023

5.1.2 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 2018 auf die Messstation Freiburg, Parc de Pérolles und 2020 auf den Standort Freiburg, Chambloux ausgeweitet.

Für PM2.5 gilt ein Immissionsgrenzwert für das Jahresmittel von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Jahr 2023 wurde dieser Grenzwert eingehalten. Der Jahresmittelwert von PM2.5 zeigt in den letzten sieben Jahren einen schwachen Abwärtstrend. Wiederholte Temperaturinversionsphänomene im Winter sowie lange Perioden ohne Niederschlag können den Jahresdurchschnitt der PM2.5-Konzentration beeinflussen.

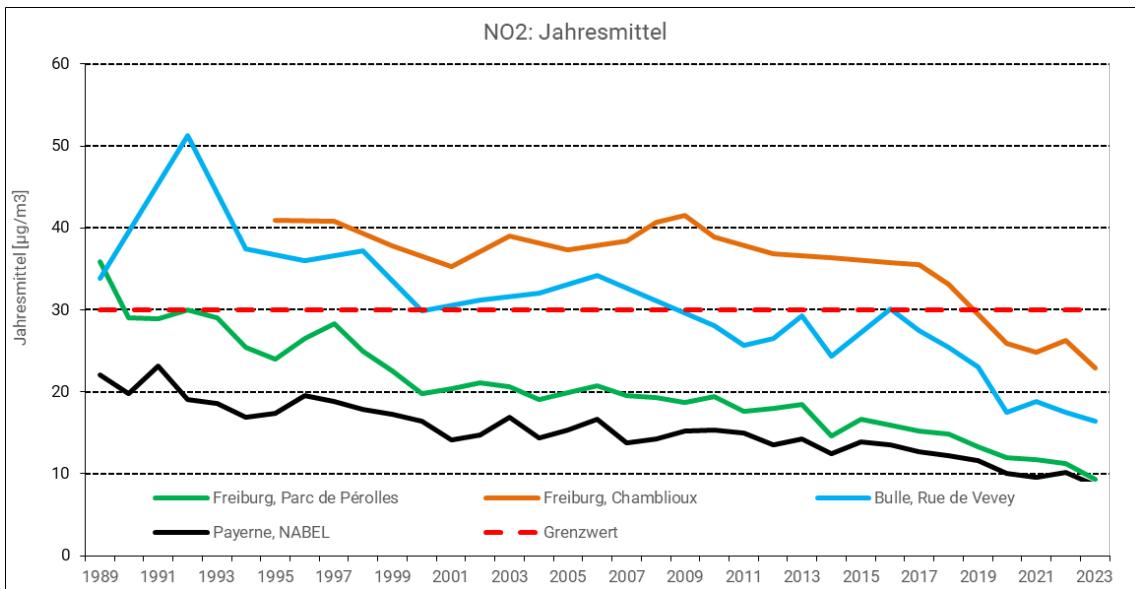


Verlauf der PM2.5-Jahresmittel von 2011 bis 2023

5.2 Stickstoffdioxid (NO_2) – Jahresmittelwerte

5.2.1 Kontinuierlich messende Stationen

Die Situation bei den Stickoxidkonzentrationen ist mit dem Vorjahr vergleichbar und hat sich stabilisiert. Die stationsspezifischen Trends scheinen von lokalen Faktoren beeinflusst zu werden, z. B. vom Anstieg oder Rückgang des Verkehrsaufkommens. Der Grenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird sowohl an den drei kantonalen Messstationen als auch an der Station in Payerne eingehalten.



Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 1989 bis 2023

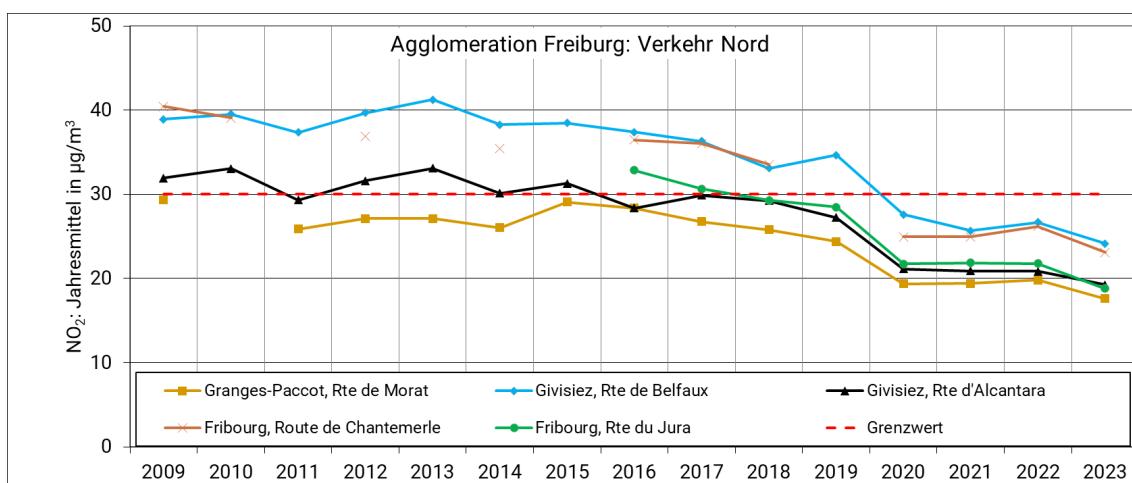
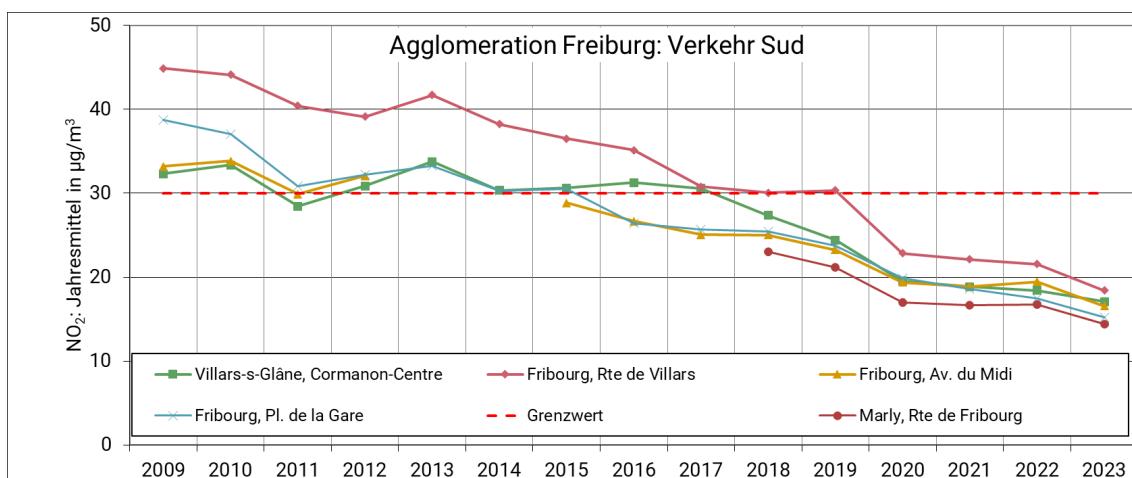
5.2.2 Passivsammler

Zusätzlich zu den kontinuierlich messenden Stationen betreibt das AfU mit einem Netz aus Passivsammlern ein zweites Messnetz zur Überwachung des Stickstoffdioxids. Anders als die kontinuierlich messenden Stationen erlauben die Passivsammler eine simultane Messung an einer grossen Zahl von Standorten zu wesentlich tieferen Kosten. Demgegenüber können keine kurzzeitigen Spitzenwerte erfasst werden. Die Messung mit Passivsammlern erfolgt mithilfe von Probenahemröhrchen, die mehrere Wochen lang der Luft ausgesetzt sind und nach der Expositionszeit im Labor analysiert werden. Aufgrund der grossen Unsicherheit der Monatswerte wird diese Methode nur zur Bestimmung des Jahresdurchschnitts verwendet.

2023 wurde das Stickstoffdioxid an 31 Orten mit dieser Methode gemessen. An gewissen Standorten werden die Messungen jedes zweite Jahr durchgeführt. Die durchschnittlichen Jahreskonzentrationen 2023 sind im Allgemeinen im Vergleich zu 2022 leicht zurückgegangen. Der Grenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde nicht überschritten.

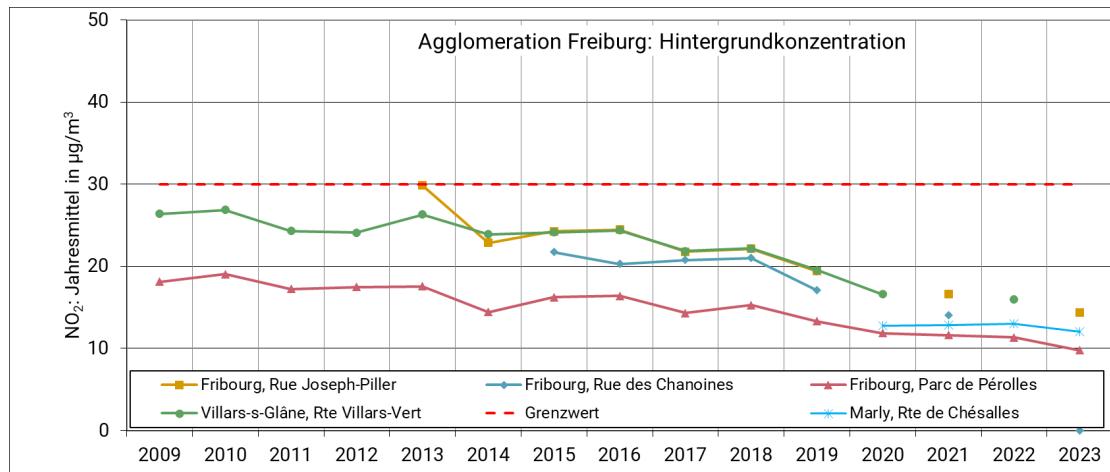
5.2.2.1 Agglomeration Freiburg

2023 wurde der Immissionsgrenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Agglomeration Freiburg zum vierten Mal in Folge seit Messbeginn vor über 30 Jahren an keiner der Messstationen überschritten. Der höchste Wert wurde an der Route de Belfaux in Givisiez mit $24.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt. Die im letzten Jahr verzeichneten Jahresdurchschnittswerte liegen etwas unter dem Durchschnitt der letzten Jahre.



Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 2009 bis 2023

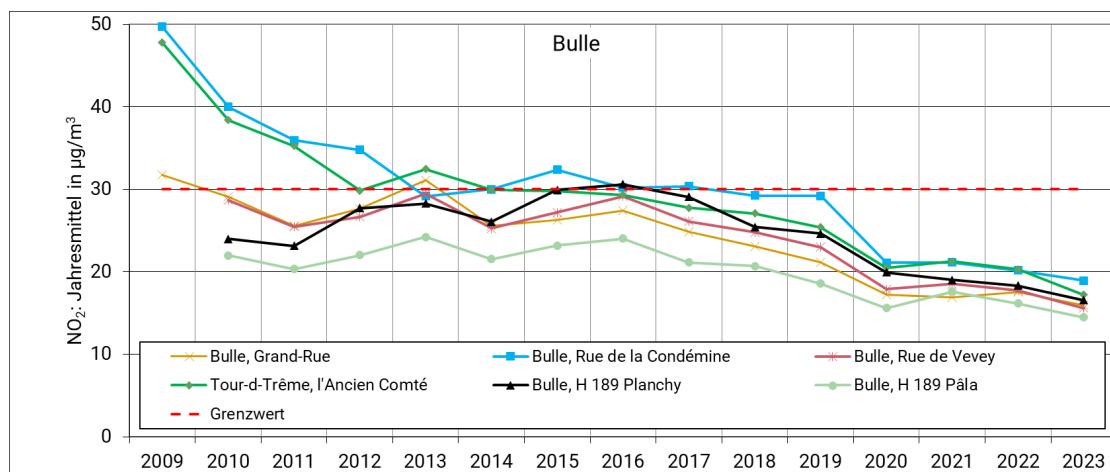
Die sogenannte Hintergrundkonzentration, das heisst die weder durch Strassen noch durch Industrieanlagen dominierte Immissionssituation, liegt unterhalb des Immissionsgrenzwertes in der Agglomeration Freiburg.



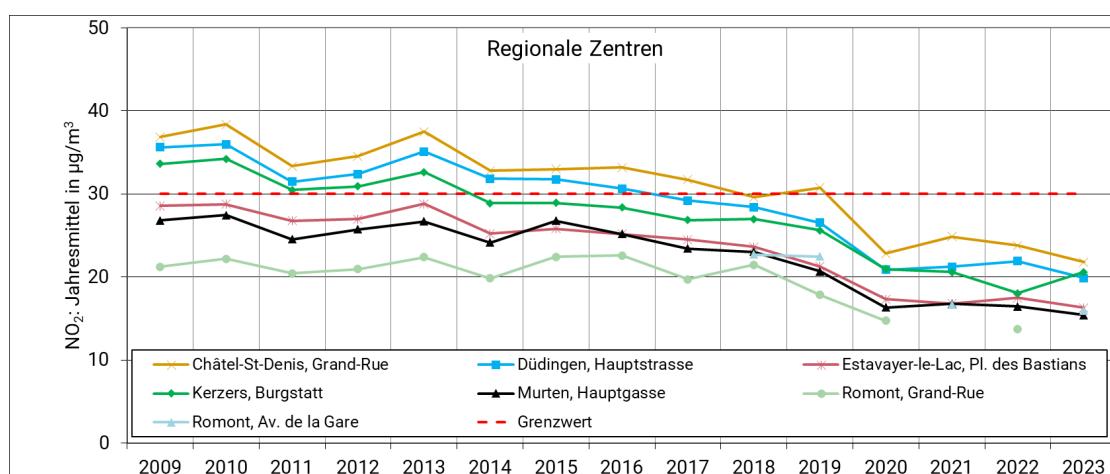
Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 2009 bis 2023

5.2.2.2 Agglomeration Bulle und regionale Zentren

Im Allgemeinen blieben die Konzentrationen in der Agglomeration Bulle und den regionalen Zentren in den letzten drei Jahren stabil. Der Jahressgrenzwert wurde überall eingehalten.



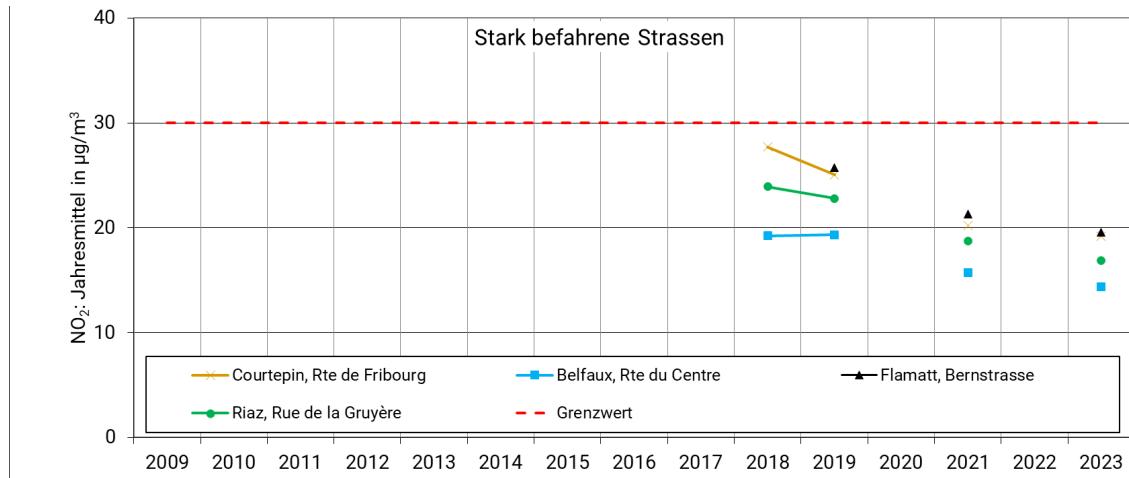
Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 2009 bis 2023



Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 2009 bis 2023

5.2.2.3 Stark befahrene Strassen

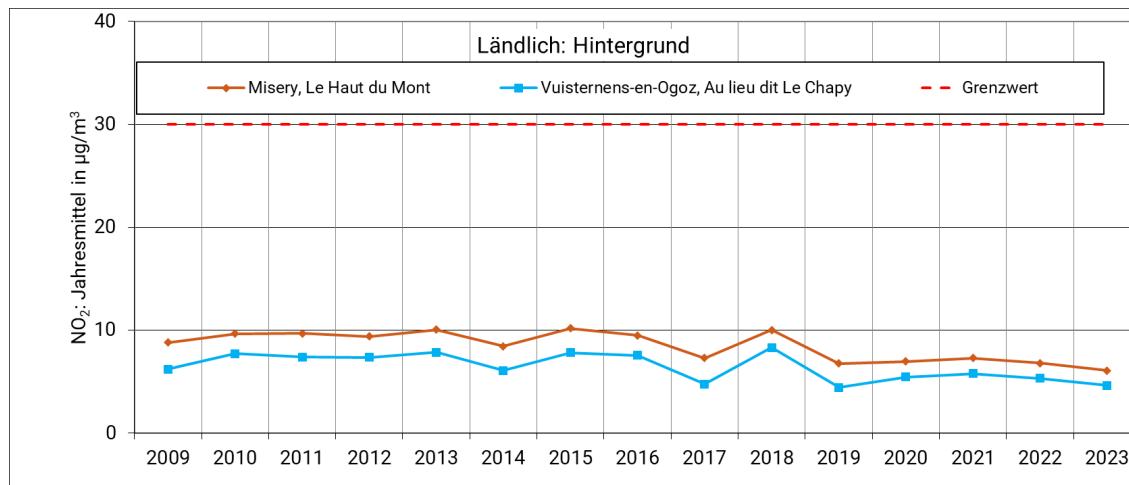
2018 wurde das Passivsammler-Messnetz erweitert, um die Belastung von stark befahrenen Strassen besser verfolgen zu können. Ab 2020 werden an den meisten dieser Standorte die Messungen jedes zweite Jahr durchgeführt. Im Jahr 2023 wurde der Jahresgrenzwert an allen gemessenen Standorten eingehalten.



Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 2009 bis 2023

5.2.2.4 Ländliche Gebiete

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



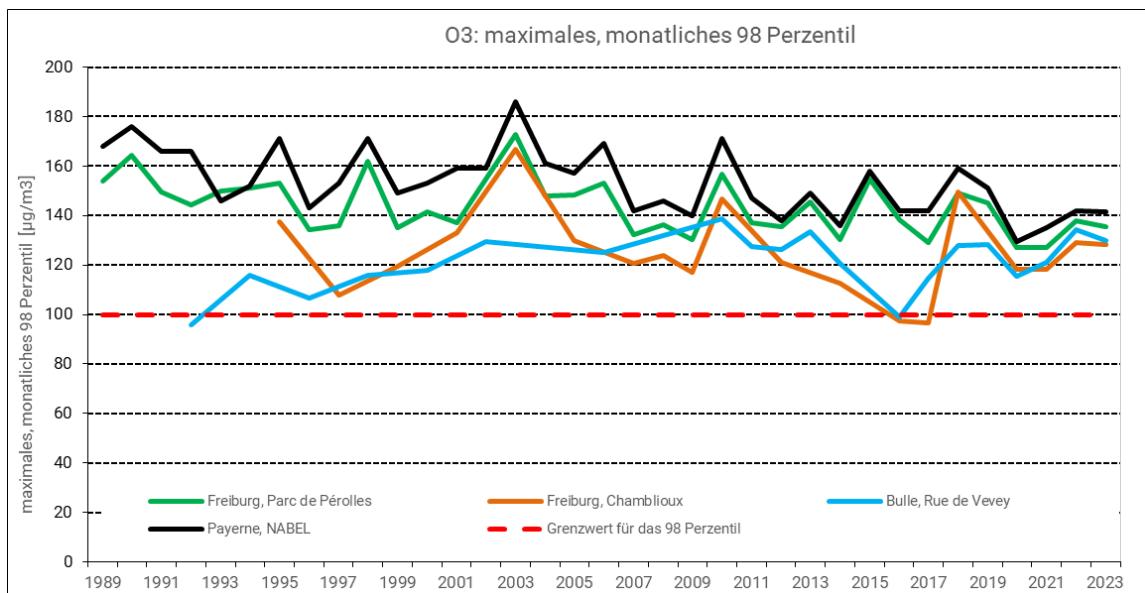
Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 2009 bis 2023

In der Tabelle im Anhang sind detaillierte Angaben zu den NO₂-Passivsammler-Messungen aufgeführt wie auch die Resultate von Standorten, die nicht in die vorgängigen Grafiken integriert wurden, weil beispielsweise die Messreihe nach 2009 nicht weitergeführt worden ist.

5.3 Ozon (O_3)

5.3.1 O_3 – Entwicklung des maximalen, monatlichen 98-Perzentils

Für die Ozonbelastung ist das Wetter des Sommerhalbjahres ausschlaggebend. Der Sommer 2023 war heiss und sonnig, was der Bildung von Ozon zuträglich ist. Betrachtet man das Maximum der monatlichen 98-Perzentile über drei Jahrzehnte, stellt man fest, dass Überschreitungen der Ozongrenzwerte ein weiterhin bestehendes Problem sind. So ist eine Begrenzung der Emissionen von Vorläuferschadstoffen nötig, nicht nur auf regionaler, sondern auch auf nationaler und europäischer Ebene.



Maximales, monatliches 98-Perzentil pro Jahr von Ozon

5.4 Ammoniak (NH_3)

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 Zergstrauchheiden. 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 5.2.2](#)).

Wegen technisch begründeten Qualitätsproblemen kam es bei den Ammoniakmessungen 2023 zu aussergewöhnlich Messausfällen³. Am Standort Vuisternens-en-Ogoz wurden zwei Monate und am Standort Misery einen Monat von Messausfällen getroffen. Der Jahresdurchschnitt wurde somit über 10 bzw. 11 Monate gebildet.

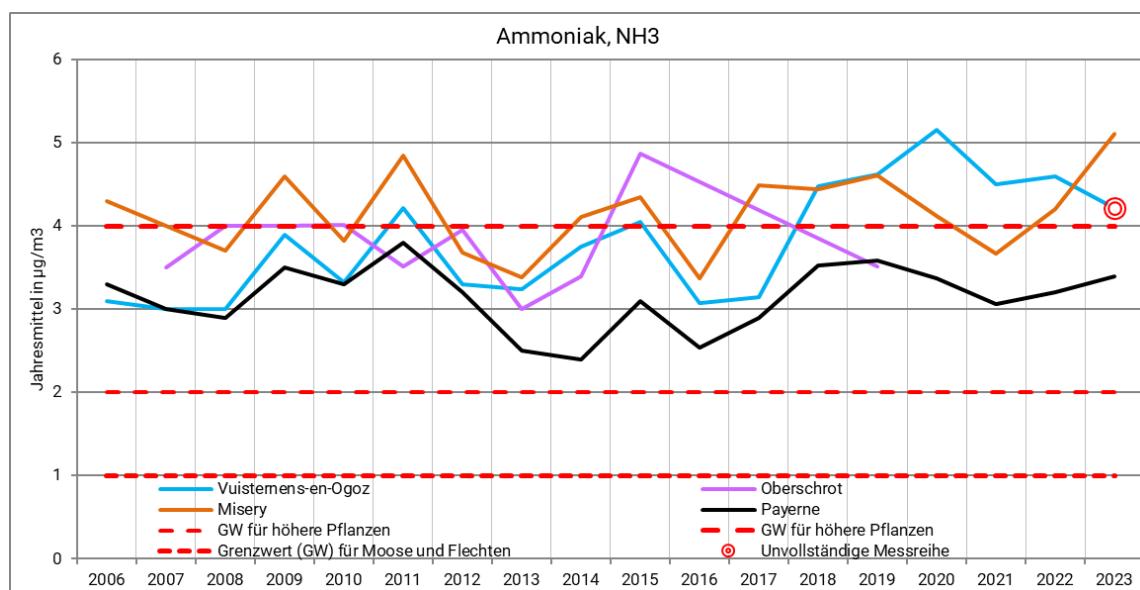
² Kritische Konzentration (Critical Level): Luftschatstoffkonzentration in der Atmosphäre, oberhalb derer nach dem heutigen Stand des Wissens mit schädlichen Auswirkungen auf Rezeptoren wie Menschen, Pflanzen, Ökosysteme und Materialien gerechnet werden muss. UN/ECE: United Nations Economic Commission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

³ Die Ammoniakmessausfällen werden im Messbericht « Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2023 » im Details beschrieben.

Im Vergleich zum Vorjahr nahmen die Ammoniakkonzentrationen leicht zu. Der höchste Wert der Messreihe wurde erneut in Vuisternens-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. An den Messstandorten ist 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. Die Ammoniakkonzentrationen blieben in etwa konstant; in den letzten 17 Jahren wurde kein Rückgang festgestellt. Die Situation im Kanton Freiburg ist ein Spiegelbild der Situation in der Schweiz.



Jahresmittel von Ammoniak. Als Grenzwerte gelten $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für empfindliche Ökosysteme und ein Bereich von 2 bis $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für höhere Pflanzen.

6 Online-Publikation im Internet

6.1 Auf den Internetseiten des Staats Freiburg

Mit Ausnahme der Daten für Ammoniak sind alle in diesem Bericht zitierten Resultate auf der Website des Amts für Umwelt unter der Adresse <https://www.fr.ch/de/energie-landwirtschaft-und-umwelt/luft/luftqualitaet> verfügbar. Die Seiten werden mindestens einmal pro Tag aktualisiert. Sie finden auf dieser Seite:

Aktuelle Situation

- > Karte der Luftqualität im Kanton Freiburg (ständlich 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 2023

Möglichkeit von Suchanfragen

- > Abfrage von historischen Daten für O₃, NO₂, PM10 und PM2.5

6.2 airCHeck

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

7 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.

Bei **Feinstaub PM10** wird der Grenzwert für das Jahresmittel schon seit mehreren Jahren eingehalten – so auch dieses Jahr. Die Konzentrationen folgen einem rückläufigen Trend. Bei **Feinstaub PM2.5** wurde der Grenzwert für das Jahresmittel an allen Stationen eingehalten, liegt aber in der Nähe des Grenzwerts. Im Vergleich zu 2022 könnte eine geringe Anzahl von Inversionswetterlagen zum Rückgang der gemessenen PM-Konzentrationen im Freiburger Stadtgebiet beigetragen haben.

Das Jahresmittel für **Stickstoffdioxid** lag an allen Messstandorten unter dem Grenzwert. Es ist ein Trend zur Abnahme der Konzentrationen im Kanton zu beobachten.

Die **Ozonkonzentrationen** 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 auch auf internationaler und nationaler Ebene Massnahmen ergriffen werden.

Der Eintrag von Stickstoff in die Umwelt, insbesondere in Form von **Ammoniak**, liegt deutlich über den kritischen Eintragsraten. 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; damit gehen 23 600 Lebensjahre verloren.

Um die Auswirkungen auf die Gesundheit besser zu verstehen, hat das Schweizerische Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH) mit der Mitfinanzierung der Kantone eine Infografik erstellt, mit der die kurz- oder langfristigen Auswirkungen von Schadstoffen auf die verschiedenen Organe visualisiert werden können ([HealthEffects – swisstph.ch](#)).

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

A1 Detaillierte Entwicklung der Luftqualität

	Jahr																																																
	PM10: Jahresmittel (ug/m ³)																																																
FR PLPE																					19.53	18.86	16.48	16.24	12.34	14.32	13.09	13.14	14.22	13.22	11.62	11.80	13.31	11.22															
FR CHAM																				22.75	23.21	25.09	20.88	19.31	16.39	15.77	15.55	16.05	13.25	13.40	14.82	12.74																	
FR WERE																				24.00	24.19	22.85																											
FR BURG																				28.17	24.76	31.30	27.02	23.33	23.99	25.13	22.91	15.87																					
BU VEVE																				22.92		24.36		17.99	18.11	16.04	17.18	13.37	13.27	13.14	13.05	12.65	12.08	12.09	14.70	12.07													
PAYnabel																				20.60	19.80	19.30	21.10	25.30	20.00	19.80	23.10	19.30	18.70	17.70	16.30	14.90	15.50	11.80	13.00	11.60	11.80	13.10	11.40	10.30	11.00	9.87							
	PM10: Maximaler Tagesmittelwert (ug/m ³)																																																
FR PLPE																				79.25	73.81	92.74																											
FR CHAM																				79.07	60.58	133.91	79.98	80.96	64.50	70.06	77.47	48.61																					
FR WERE																				65.00	72.00	68.00	71.00	122.00	64.00	70.00	150.00	84.00	89.00	60.00	87.00	64.00	74.00	72.00	56.00	47.00	49.00	65.00	47.00	39.70	40.50	62.80	39.70	50.70					
FR BURG																				18.00	14.08	39.84	39.95	36.35	34.50	34.32	37.59	37.39	39.65																				
BU VEVE																				29	9	43	27	9	14	22	27	0																					
PAYnabel																				9	12	9	13	21	9	5	29	8	14	4	4	9	7	9	2	0	0	4	0	0	0								
	PM10: Anzahl Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes (ug/m ³)																																																
FR PLPE																				18	9	43	27	9	14	22	27	0																					
FR CHAM																				29	9	43	27	9	14	22	27	0																					
FR WERE																				29	9	43	27	9	14	22	27	0																					
FR BURG																				18	9	43	27	9	14	22	27	0																					
BU VEVE																				29	9	43	27	9	14	22	27	0																					
PAYnabel																				9	12	9	13	21	9	5	29	8	14	4	4	9	7	9	2	0	0	4	0	0	0								
	Stickstoffdioxid (NO ₂): Jahresmittel (ug/m ³)																																																
FR PLPE	35.94	29.06	28.86	29.98	29.06	25.47	24.03	26.49	28.28	24.95	22.49	19.72	20.33	21.10	20.67	19.09	19.84	20.72	19.48	19.29	18.64	19.41	17.62	18.02	18.42	14.63	16.68	15.90	15.21	14.80	13.26	11.93	11.67	11.26	9.31														
FR CHAM																				40.87	40.77	37.85	35.26	39.00	37.38	38.43	40.69	41.58	38.90																				
FR WERE	48.26																			41.08	39.84	39.95	36.35	34.50	34.32	37.59	37.39	39.65																					
FR BURG	56.48																			53.16	50.90	45.47	42.90	38.78	37.20	39.34	37.63	34.90																					
BU VEVE	33.89																			51.24	37.48	36.04	37.17	29.88	31.15	32.00	34.19																						
PAYnabel	22.00	19.80	23.10	19.10	18.60	16.90	17.40	19.50	18.80	17.90	17.20	16.40	14.10	14.70	16.90	14.40	15.30	16.60	13.80	14.30	15.20	15.30	15.00	14.20	13.90	13.50	12.70	12.20	11.60	10.00	9.50	10.22	8.60																
	Stickstoffdioxid (NO ₂): Maximaler Tagesmittelwert (ug/m ³)																																																
FR PLPE	81.12	65.52	81.33	81.53	72.11	62.63	61.20	72.32	86.36	72.19	55.14	68.90	47.13	52.74	65.94	54.14	51.51	76.39	63.61	60.65	85.26	71.98	54.98	63.56	56.86	45.17	56.26	50.46	66.12	47.47	41.66	36.92	37.22	35.87	28.94														
FR CHAM																				75.93	92.15	81.15	62.71	85.24	81.39	74.59	94.59	124.43	89.12																				
FR WERE																				97.55	67.97	81.81	73.04	75.68	59.52	77.81	74.70	80.89																					
FR BURG	99.88																			91.24	75.05	66.12	58.19	77.78	70.56	59.12	75.31																						
BU VEVE																				94.78	62.15	78.27	80.34	65.72	70.12	71.34	83.14																						
PAYnabel	67.00	55.00	74.00	88.00	52.00	61.00	49.00	48.00	63.00	56.00	51.00	54.00	40.00	48.00	54.00	46.00	43.00	78.00	43.00	46.00	57.00	53.00	41.00	59.00	49.00	41.00	43.00	46.00	53.00	37.00	34.00	39.80	30.40	33.28	27.74														
	Ozon (O ₃): Maximaler Tagesmittelwert (ug/m ³)																																																
FR PLPE	177.44	176.31	184.51	154.46	181.67	169.13	176.76	160.32	158.23	178.94	155.38	157.21	155.21	172.27	199.90	165.20	173.92	166.80	157.07	149.87	167.28	175.08	146.43	160.01	155.58	143.93	174.10	152.97	151.29	168.52	172.63	145.03	139.78	154.67	140.53														
FR CHAM																				161.28	133.72	130.71	153.22	186.29	162.28	139.54	137.48	155.16	168.98																				
FR WERE																				128.21	142.06	131.77	161.53	125.64	144.18	151.58	156.52	134.65																					
FR BURG																				131.79	135.71	132.90	138.57	128.72	153.74	158.80	158.80																						
BU VEVE																				189.00	188.00	179.00	166.00	202.00	163.00	179.00	175.00	176.00	219.00	180.00	184.00	180.00	176.00	154.00	165.00	188.00	159.00	168.00	158.00	151.00	175.00	165.00	160.00	174.00	180.90	152.00	146.00	164.08	149.69
PAYnabel	525	521	452	401	241	354	398	350	287	422	304	334	353	342	790	305	336	391	233	188	230	336	272	178	298	147	389	143	155	412	253	171	114	236	276														
	Ozon (O ₃): Anzahl Überschreitungen des stündlichen Immissionsgrenzwertes																																																
FR PLPE																				117	324	154	163	101	237	541	122	198	275	100	103	98	241	171	91	213	56	336	113	106	280	180	122	56	193	210			
FR CHAM																																																	
FR WERE																																																	

A2 Detaillierte NO₂-Passivsammler-Resultate

A3 Erklärungen zur Standortklassifikation

Die Klassifikation folgt den Empfehlungen «Immissionsmessung von Luftfremdstoffen» vom 1. Januar 2004 vom Bundesamt für Umwelt (2. aktualisierte Auflage 2021).

Standorttypen

Umgebung der Station		Einwohnerzahl
U	Städtisches Gebiet (Urban)	> 50 000
S	Kleinstädtisches oder vorstädtisches Gebiet (Suburban)	5000 – 25 000
R	Ländliches Gebiet (Rural)	0 – 5000

Haupt-Emissionsquellen

T	Verkehr (Trafic)
I	Industrie (Industry)
B	Hintergrund (Background)

Zusätzliche Informationen zur Station

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

Verkehrsbelastung	DTV (durchschnittlicher täglicher Verkehr)
A	sehr gering
B	gering
C	mittel
D	hoch
E	sehr hoch

Beschreibung der lokalen Ausbreitungssituation

Strassenschlucht
einseitig offen
offen
erhöht