

Luftreinhalung Überwachung der Luftschadstoffbelastung

—
Die Luftqualität 2020



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'environnement SEn
Amt für Umwelt AfU

—
Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions **DAEC**
Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion **RUBD**

Impressum

Herausgeber

—
Amt für Umwelt AfU – Mai 2021

Projektleiter

—
Bernard Sturny

Zusammenarbeit

—
Béatrice Balsiger, Rachel Brulhart und Daniel Clément

Titelbild

—
Passivsammler in Villars-sur-Glâne, AfU

Verdankung

—
Bundesamt für Strassen, Amt für Mobilität des Kantons Freiburg, Sektor Mobilität der Stadt Freiburg für die Übermittlung von Verkehrsdaten
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.

Auskünfte

—
Amt für Umwelt AfU
Sektion Luft, Lärm und NIS

Impasse de la Colline 4, 1762 Givisiez

T +26 305 37 60, F +26 305 10 02
sen@fr.ch, www.fr.ch/afu

Inhalt

1	Einleitung	4	6	Amoniak (NH₃)	14
1.1	Kontinuierlich messende Stationen	4			
1.2	Passivsammler-Messnetz	4	7	Stickstoffdeposition	15
1.3	Messunsicherheiten	4			
2	Die allgemeine Luftqualität und Schadstoffbelastung	5	8	Der Einfluss des Lockdown	16
			8.1	Feinstaub (PM10 und PM2.5)	16
			8.2	Stickstoffdioxid (NO ₂)	17
3	Feinstaub	6	9	Online-Publikation im Internet	21
3.1	PM10 – Jahresmittelwerte	6	9.1	Auf den Internetseiten des Staates Freiburg	21
3.2	PM10 – Tagesmittelwerte	6	9.2	AirCheck	21
3.3	PM2.5 – Jahresmittelwerte	7			
4	Stickstoffdioxid (NO₂)	8	10	Schlussfolgerung	22
4.1	NO ₂ – Jahresmittelwerte	8			
4.1.1	Kontinuierlich messenden Stationen	8	A1	Detaillierte NO₂-Passivsammler- Resultate	23
4.1.2	Passivsammler	8	A2	Erklärungen zur Standortcharakteristik der Messorte	24
4.2	NO ₂ – Tagesmittelwerte (kontinuierlich messende Stationen)	11			
5	Ozon (O₃)	12			
5.1	1-Stunden-Mittelwerte	12			
5.2	98 Perzentile	12			

1 Einleitung

Gemäss 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, Pérolles-Park** (Domino-Gärten): 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**: im Dreieck A12 - Jurastrasse – Chantemerlestrasse gelegen ist dieser Standort 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 2019 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 Poya-Brücke 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 Passivsammler werden ebenfalls zur Messung von Ammoniak eingesetzt (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 Pérolles-Park	Freiburg Chamblioux	Bulle Rue de Vevey	Payerne, NABEL	Gewicht
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 %
LBI	2: mässig	3: deutlich	2: mässig	2: mässig	

Teil-Indices für die Leitschadstoffe PM10, NO₂ und O₃ und Langzeit-Luftbelastungs-Index (LBI) für 2020

Für 2020 kann die Schadstoffbelastung für die Messstation Freiburg, Pérolles-Park als mässig beurteilt werden und dies obwohl 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-Kreislaufkrankungen.

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 (aber Auswirkungen auf Landwirtschaft und Wälder sind bekannt). Bei einer mässigen Luftbelastung sind kaum Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit zu erwarten.

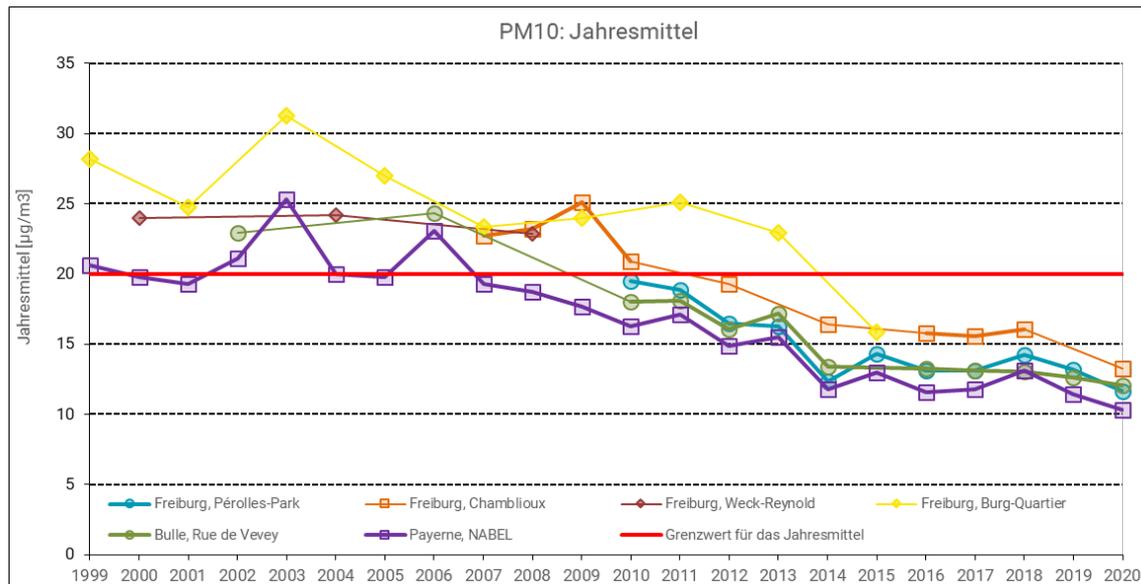
Gegenüber dem Jahr zuvor hat sich der Langzeit-Luftbelastungs-Index für 2020 für die Station Bulle, Rue de Vevey um eine Stufe verbessert und ist für Freiburg, Pérolles-Park und Payerne, NABEL unverändert geblieben. Für die Station Freiburg, Chamblioux hat sich der Index im Vergleich zu 2018 verbessert (die Station war 2019 ausser Betrieb).

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

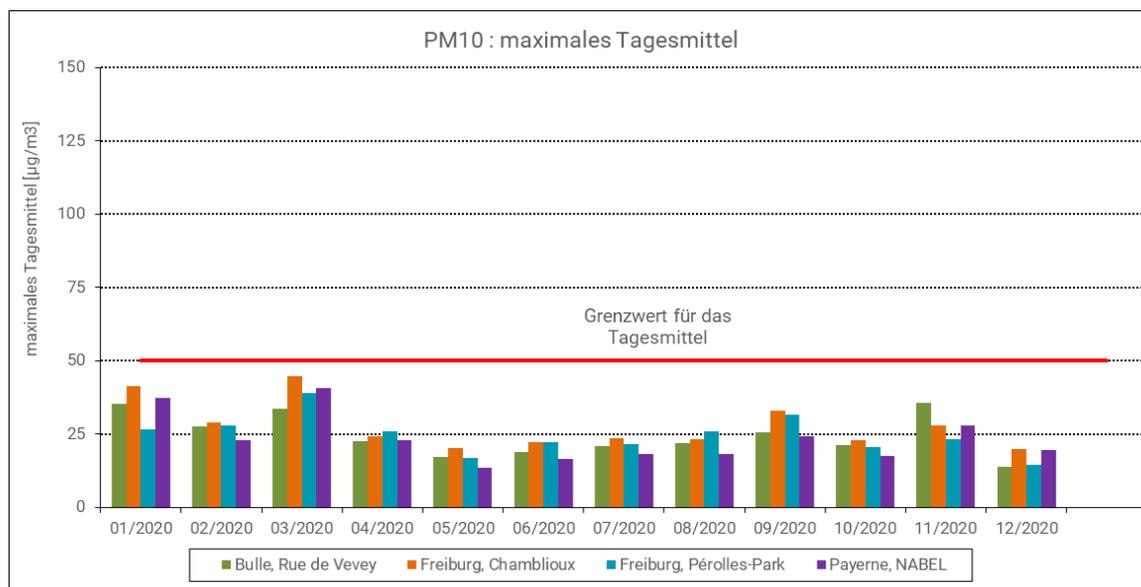
Die Jahresmittel von Feinstaub PM10 (Teilchen von einem Durchmesser bis 10 Mikrometer) lagen für 2020 an den drei kantonalen Messstationen sowie der Station Payerne unterhalb des Immissionsgrenzwertes von 20 µg/m³. Die PM10-Konzentrationen sind gegenüber 2019 weiter gesunken.



Verlauf der PM10-Jahresmittel von 1999 bis 2020

3.2 PM10 – Tagesmittelwerte

Die höchsten Konzentrationen von PM10 werden in der Regel im Winterhalbjahr beobachtet. Als höchstes Tagesmittel wurden am 28. März 2020 am Standort Freiburg, Chamblieux 45 µg/m³ festgestellt. Es wurde zum dritten Jahr in Folge keine einzige Überschreitung des Grenzwertes für die Tagesmittel von 50 µg/m³ registriert.

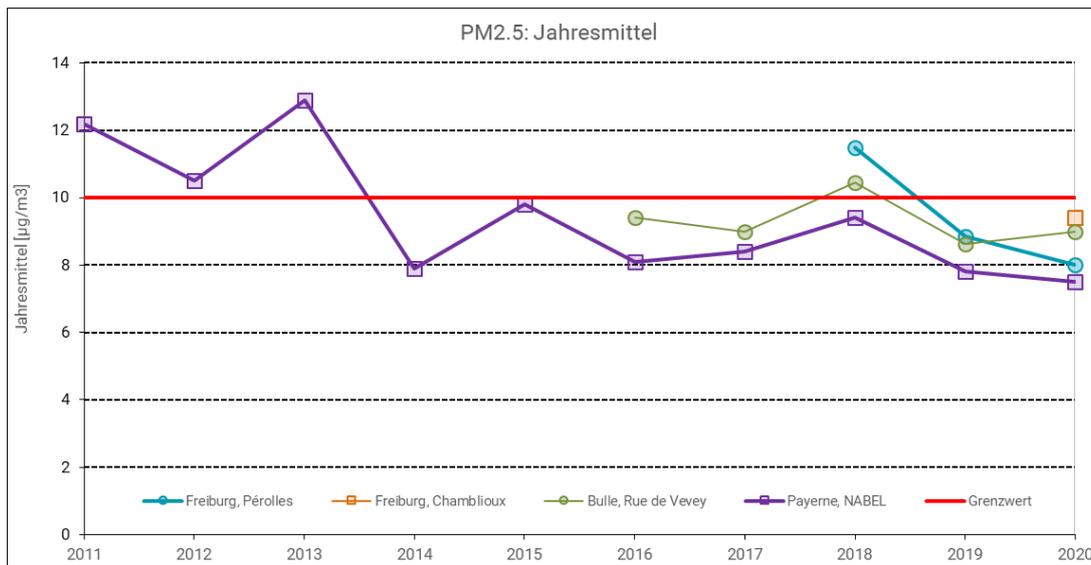


Verlauf des monatlichen, maximalen Tagesmittels von PM10 im Jahre 2020

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, Péroles-Park und für 2020 für den Standort Freiburg, Chamblieux ausgeweitet.

Für PM2.5 gilt ein Immissionsgrenzwert für das Jahresmittel von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieser Grenzwert wurde 2020 an allen Messstationen eingehalten.



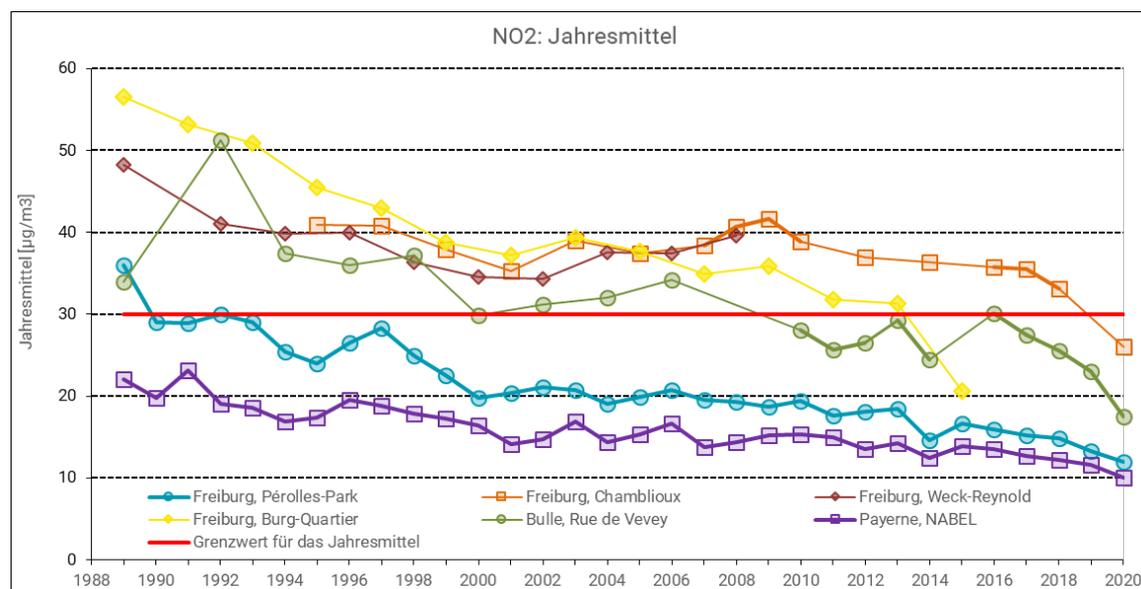
Verlauf der PM2.5-Jahresmittel von 2011 bis 2020

4 Stickstoffdioxid (NO₂)

4.1 NO₂ – Jahresmittelwerte

4.1.1 Kontinuierlich messenden Stationen

Der Trend zur Abnahme der Stickstoffdioxid-Konzentrationen setzte sich auch 2020 fort. Es wurde keine Überschreitung des Grenzwerts von 30 µg/m³ beobachtet. Dies gilt insbesondere auch für den Standort Freiburg, Chamblioux obwohl dieser Standort dem Verkehr sehr ausgesetzt ist. Es ist das erste Mal seit Messbeginn, dass dort dieser Grenzwert eingehalten wird.

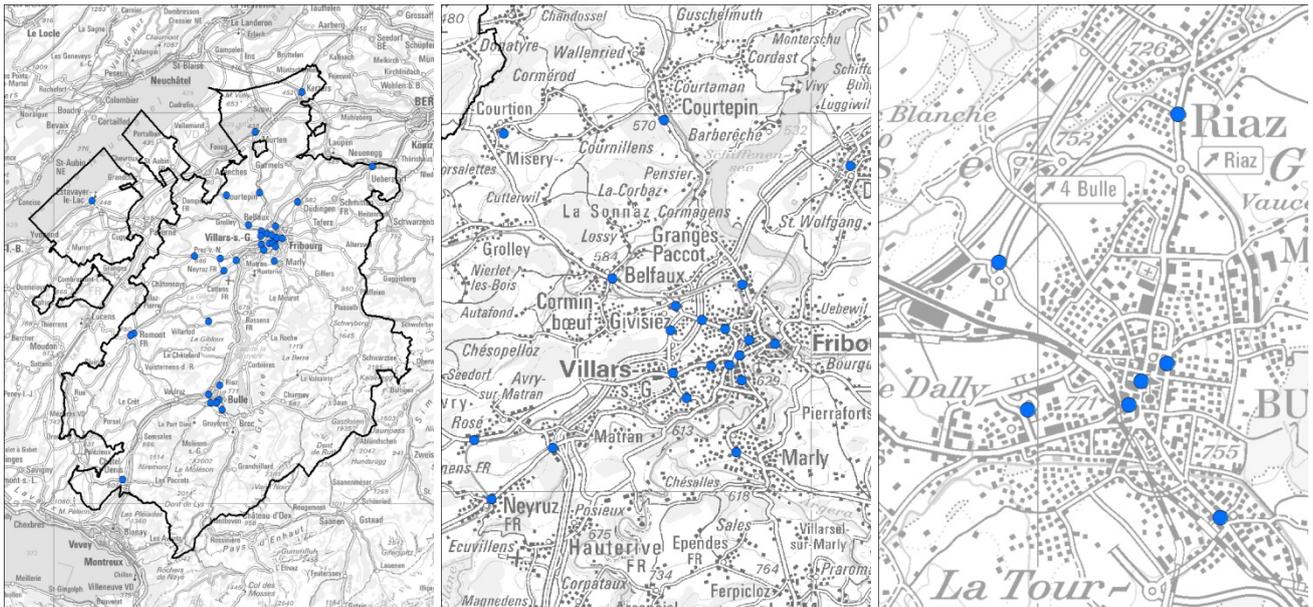


Verlauf der NO₂-Jahresmittel von 1989 bis 2020

4.1.2 Passivsammler

Das AfU betreibt ein zweites Messnetz zur Überwachung des Stickstoffdioxids, eines mit Passivsammlern. Im Vergleich zu den Messstationen, ausgerüstet mit kontinuierlich messenden Geräten, erlauben die Passivsammler eine simultane Messung an einer grossen Zahl 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. 2020 wurde das Stickstoffdioxid auf diese Weise an 31 Orten gemessen. An gewissen Standorten werden die Messungen jedes zweite Jahr durchgeführt.

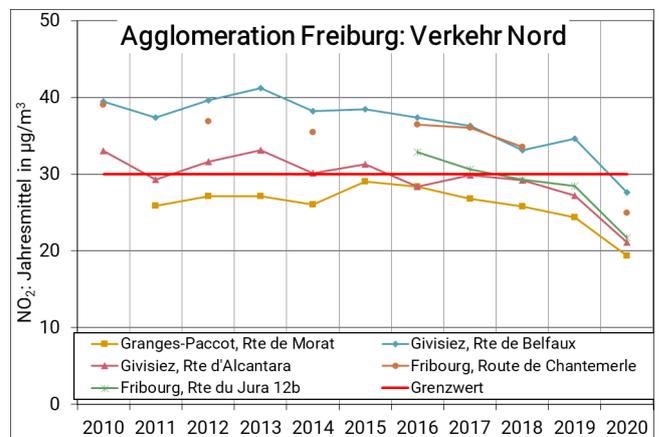
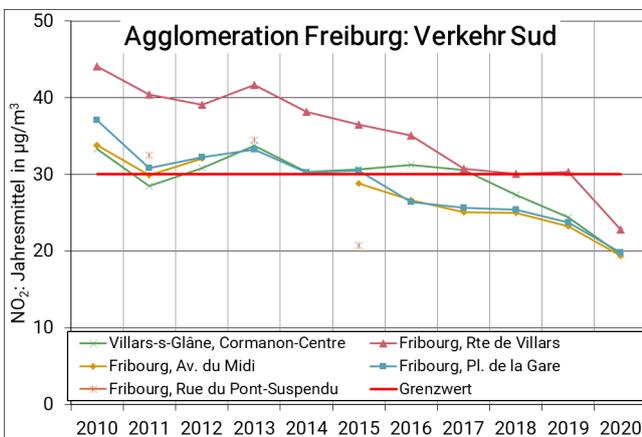
Im Vergleich zum Vorjahr nahmen 2020 die Konzentrationen über alle Messstellen gemittelt um 4.5 µg/m³ oder 18 % ab, was die bedeutendste Abnahme seit Messbeginn darstellt. Mit Ausnahme eines einzigen Messortes in unmittelbarer Nähe zu einer stark befahrenen Strasse wird für alle anderen Messorte der Grenzwert von 30 µg/m³ eingehalten. Detaillierte Angaben zu den NO₂-Passivsammler-Messungen sind im Anhang zu finden.



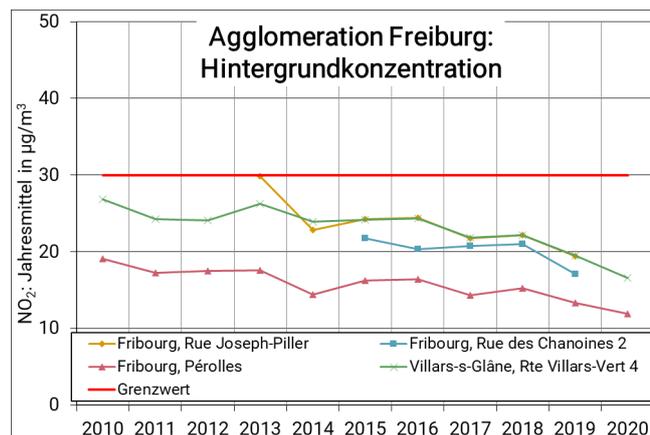
Passivsammler-Standorte im Kanton Freiburg, in der Agglomeration Freiburg und in der Agglomeration Bulle.

4.1.2.1 Agglomeration Freiburg

Der Immissionsgrenzwert wurde 2020 in der Agglomeration Freiburg zum ersten Mal seit Messbeginn vor über 30 Jahren an keinem der Messstandorte überschritten. Der höchste Werte wurde an der Route de Belfaux in Givisiez mit $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt.

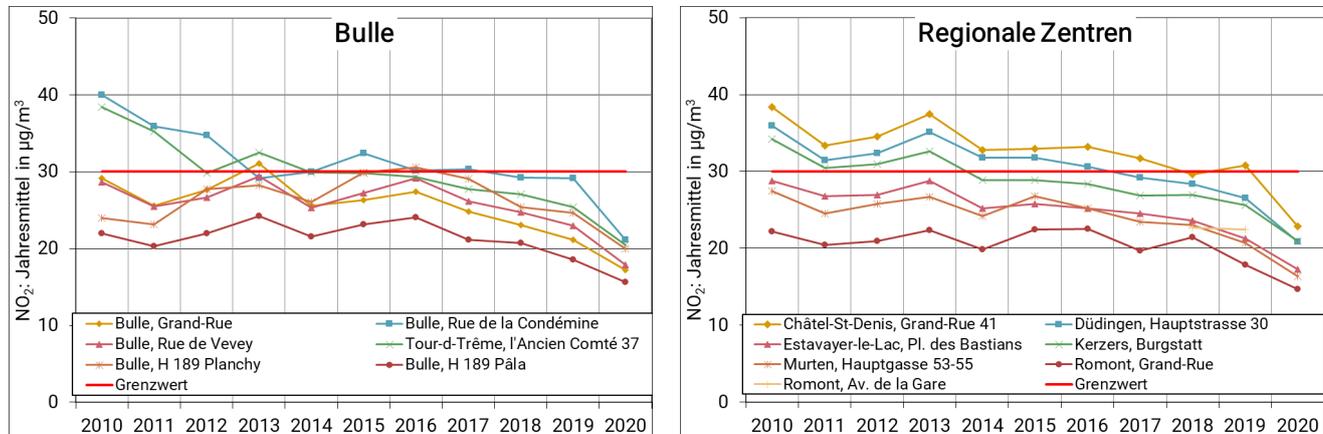


Die sogenannte Hintergrundkonzentration, das heisst die weder durch Strassen noch durch Industrieanlagen dominierte Immissionssituation, liegt in der Agglomeration Freiburg auf einem Niveau unterhalb des Immissionsgrenzwertes.



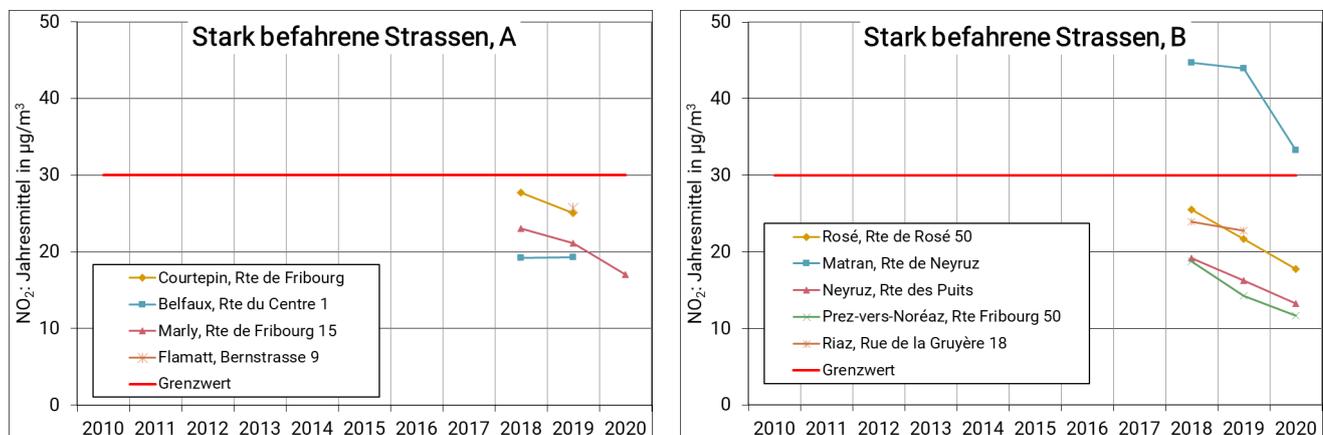
4.1.2.2 Agglomeration Bulle und regionale Zentren

In der Agglomeration Bulle sowie in den regionalen Zentren, wurde 2020 ebenfalls ein deutlicher Rückgang der Konzentrationen beobachtet so dass der Immissionsgrenzwert überall eingehalten wird.



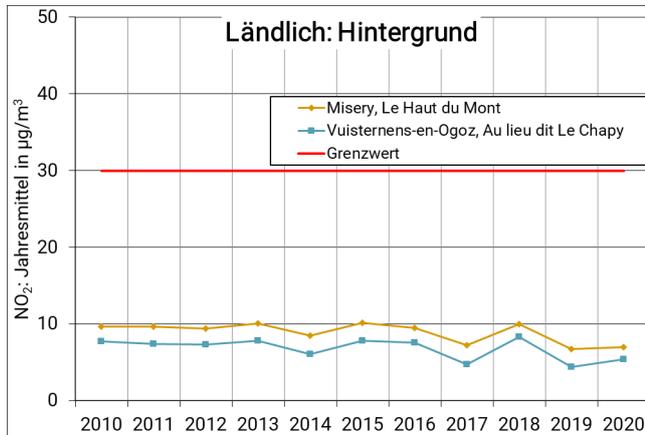
4.1.2.3 Stark befahrene Strassen

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. Mit einer Ausnahme wurde der Immissionsgrenzwert an allen Standorten eingehalten. Einzig am Standort Matran, Route de Neyruz wurde der Grenzwert überschritten ($33 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Dieser Standort befindet sich unweit vom Autobahnanschluss Matran und musste sehr nahe an die hoch frequentierte Route de Neyruz gelegt werden.



4.1.2.4 Ländliche Gebiete

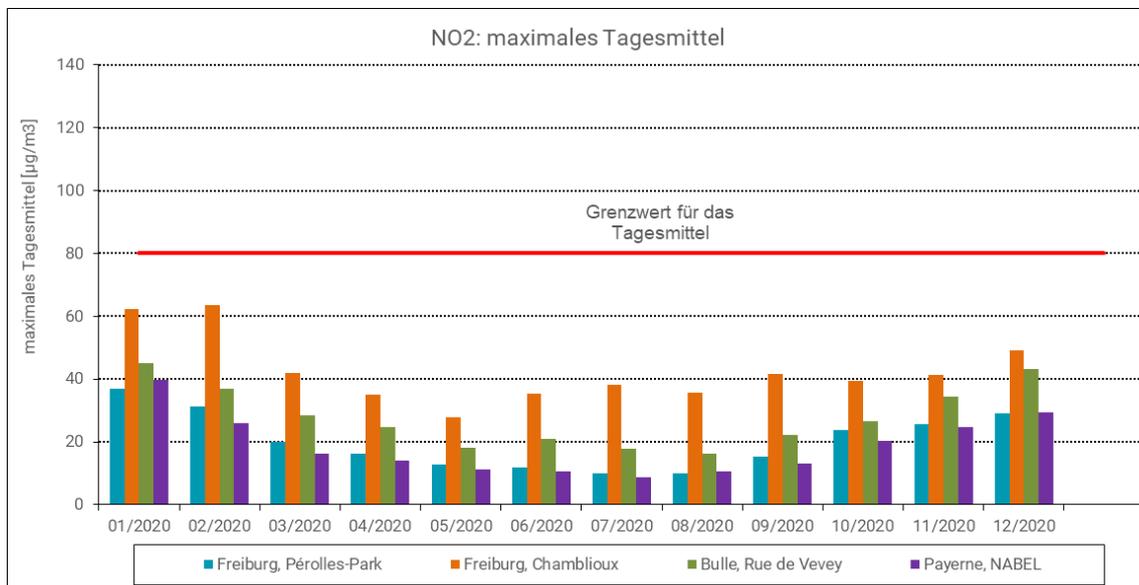
In ländlichen Gebieten, abseits von jeglichen Schadstoffquellen, ist der Immissionsgrenzwert deutlich eingehalten.



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 2020 an allen Messorten eingehalten. Das höchste Tagesmittel, 63 µg/m³, wurde am 7. Februar 2020 bei der Station Freiburg, Chamblieux gemessen.



Verlauf des monatlichen, maximalen Tagesmittels von NO₂ im Jahre 2020

5 Ozon (O₃)

Für Ozon gelten zwei Immissionsgrenzwerte:

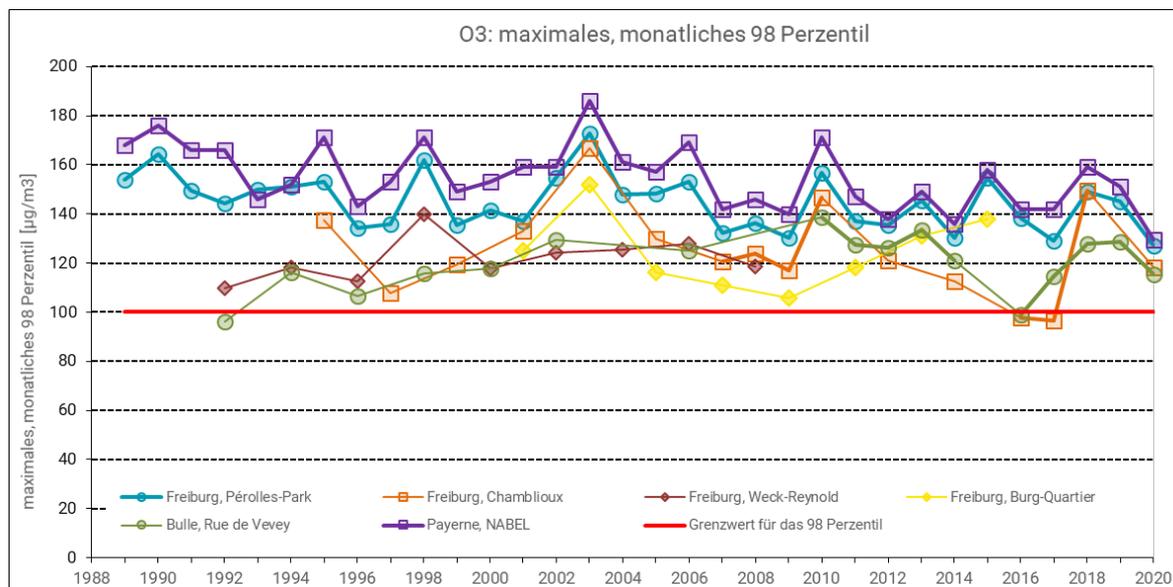
- > **Der 1-h-Mittelwert** darf höchstens einmal pro Jahr den Grenzwert von 120 µg/m³ überschreiten;
- > **98 Prozent aller 30-Minuten-Mittel eines Monats** sollten tiefer als der Grenzwert von 100 µg/m³ sein. Dieser sogenannte 98 Perzentil-Wert charakterisiert die Luftqualität besser als der 1-h-Mittelwert.

5.1 1-Stunden-Mittelwerte

Dieser strenge Grenzwert wird schweiz- und europaweit fast überall jährlich einige zehn bis einige hundert Mal überschritten. Für 2020 wurden die meisten Überschreitungen, an deren 122, an der Messstation Freiburg, Péroles festgestellt und an der Messstation Payerne gar deren 173.

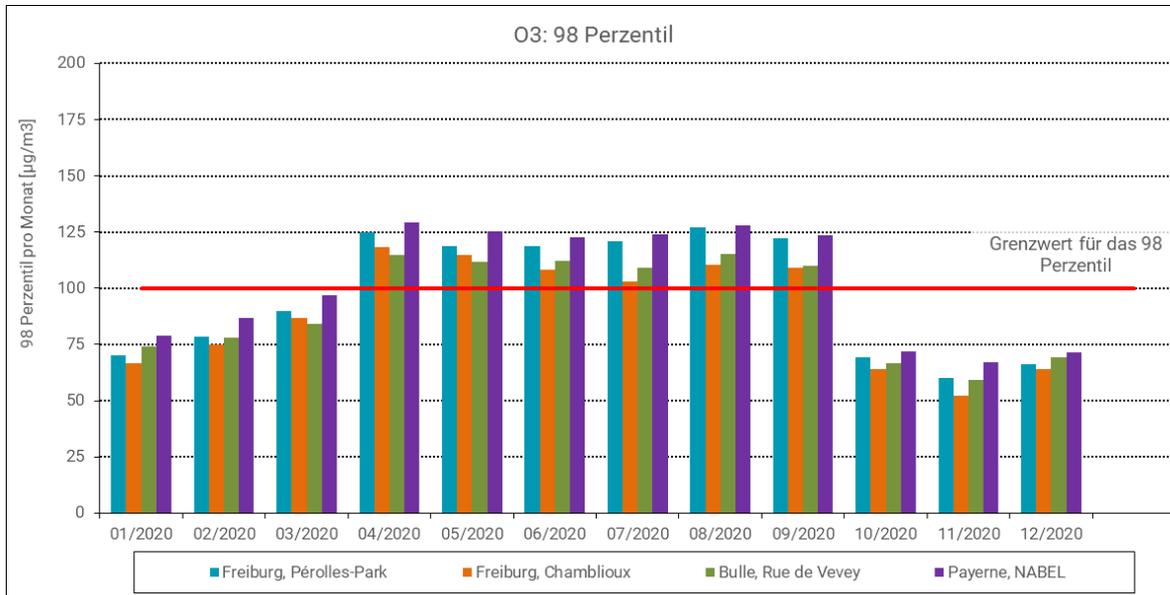
5.2 98 Perzentile

Für die Ozonbelastung ist das Wetter des Sommerhalbjahres ausschlaggebend. Im Vergleich zum Sommer 2019, der landesweit der drittwärmste seit Messbeginn war, war die Hitze im Sommer 2020 moderat, was den deutlichen Rückgang der 98 Perzentil-Werte widerspiegelt. Trotzdem wurde an den vier Messstationen der Grenzwert nach wie vor überschritten.



Maximales, monatliches 98 Perzentil pro Jahr von Ozon

Die höchsten Konzentrationen von Ozon werden in der Regel im Sommerhalbjahr beobachtet. 2020 weisen neben dem Sommermonat August ebenfalls der Frühjahrsmonat April die höchsten 98-Perzentil-Werte auf. Dies ist nicht aussergewöhnlich, bewegte sich doch bei der Temperatur und bei der Sonnenscheindauer der April 2020 im Rekordbereich.



Verlauf des monatlichen 98 Perzentils von Ozon im Jahre 2020

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)

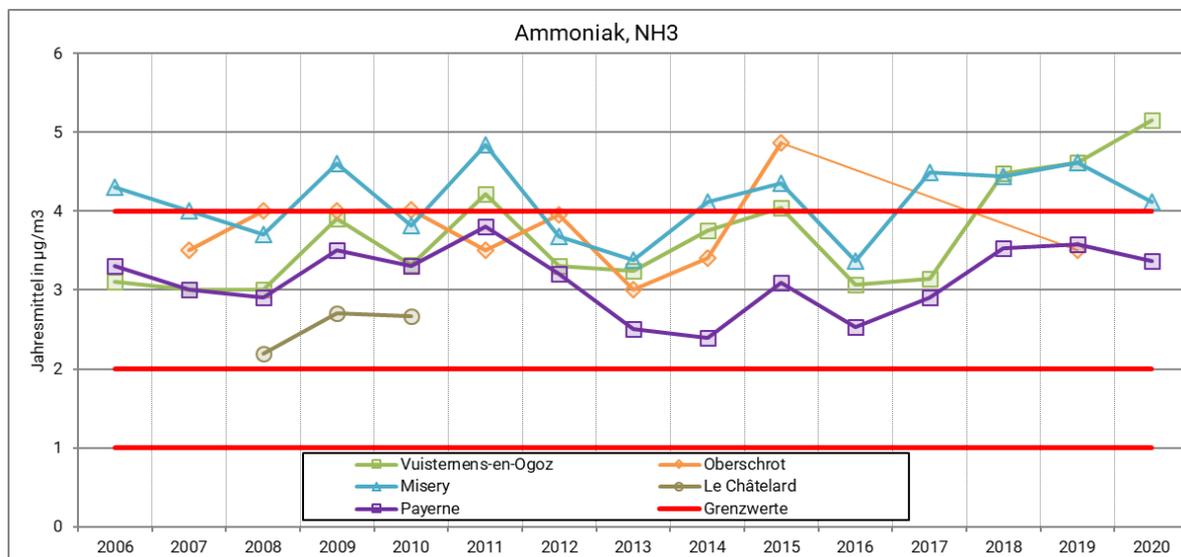
Ammoniak ist wesentlich für die Überdüngung und Versauerung von empfindlichen Ökosystemen verantwortlich. Zu diesen Systemen gehören u.a. Wälder, Hoch- und Flachmoore, artenreiche Naturwiesen und Heidelandschaften. Ammoniak trägt aber auch zur Bildung von sekundärem Feinstaub bei, welcher negative Auswirkungen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

Um den Langzeitwirkungen erhöhter Ammoniak-Konzentrationen 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 – 4 µg/m³ für höhere Pflanzen (Gräser und Wälder).

Das AfU misst das Ammoniak mittels Passivsammlern (s. Kapitel 4.1.2). Gegenüber dem Vorjahr wurde 2020 für die drei durchgehenden Messorte ein unterschiedlicher Verlauf beobachtet. Die Ammoniak-Konzentration in Payerne nahm leicht und in Misery deutlich ab. Demgegenüber wurde in Vuistemens-en Ogoz noch nie eine so hohe Konzentration gemessen. Im Gegensatz zu anderen Schadstoffen ist der Einfluss von Quellen in unmittelbarer Nähe bei Ammoniak bedeutender, was deutlich unterschiedliche Verläufe je nach Messort erklären kann. Eine Nutzungsänderung des landwirtschaftlich genutzten Landes in Vuistemens-en Ogoz mit einer bedeutenderen Ausbringung von Hofdünger ist eine naheliegende Erklärung, dass dort die Ammoniakbelastung seit 2018 nicht mehr tiefer sind als in Misery. Zu bemerken ist ebenfalls, dass in der mittlerweile fünfzehnjährigen Beobachtungsperiode für keinen Messort eine langfristige Tendenz zu tieferen Werten feststellbar ist.

An allen aufgeführten Messorten 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 2-4 µg/m³

² Kritische Konzentration (Critical Level): Luftschadstoff-Konzentration 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 Stickstoffdeposition

Neben Ammoniak (s. Kapitel 6) können ebenfalls andere Stickstoffeinträge in die Umwelt übermässig sein und dadurch zur Bodenversauerung in empfindlichen Ökosysteme beitragen und eine Überdüngung bewirken, welche langfristig u.a. zu einer Verschiebung der Artenzusammensetzung führt. Um die Bedeutung dieser Prozesse in der Schweiz abschätzen zu können, wurden an ausgewählten, meist nahe bei Wiesen, Mooren oder Wäldern gelegenen Standorten in den Jahren 2000, 2014 und 2019 die atmosphärische Stickstoff-Deposition bestimmt und mit den Grenzwerten (CLN, s. Kapitel 6) für Stickstoff verglichen. Der Kanton Freiburg hat für 2019 an dieser Erfassung teilgenommen. Der Bericht³ ist im Januar 2021 veröffentlicht worden.

Der «Freiburger» Messort befindet sich in der Gemeinde Plaffeien auf einer Wiese am Rande eines Nadelwaldes. Die aus diesen Messungen geschätzte totale Stickstoff-Fracht beträgt für den nahe liegenden Nadelwald **43 kg Stickstoff pro Hektare und Jahr** [kg/(ha*a)]. Der Stickstoffeintrag für Nadelwälder sollte den Bereich 5-15 kg/(ha*a) nicht überschreiten.

Wie auch anderswo in der Schweiz, wird in der Nähe von intensiver Landwirtschaft auch beim Standort des Kantons Freiburg eine beträchtliche Überschreitung des Grenzwertes festgestellt. Um die Biodiversität von empfindlichen Ökosystemen nicht zu gefährden ist es notwendig, die Emissionen stickstoffhaltiger Luftschadstoffe zu vermindern. Im Landwirtschaftsbereich (Hauptemittent von Ammoniak) müssen vorsorgliche Massnahmen getroffen werden. Der [Massnahmenplan Luftreinhaltung](#) sieht insbesondere Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakemissionen bei der Lagerung von Gülle vor.



Messvorrichtung zur Bestimmung von Stickstoffdeposition in Plaffeien

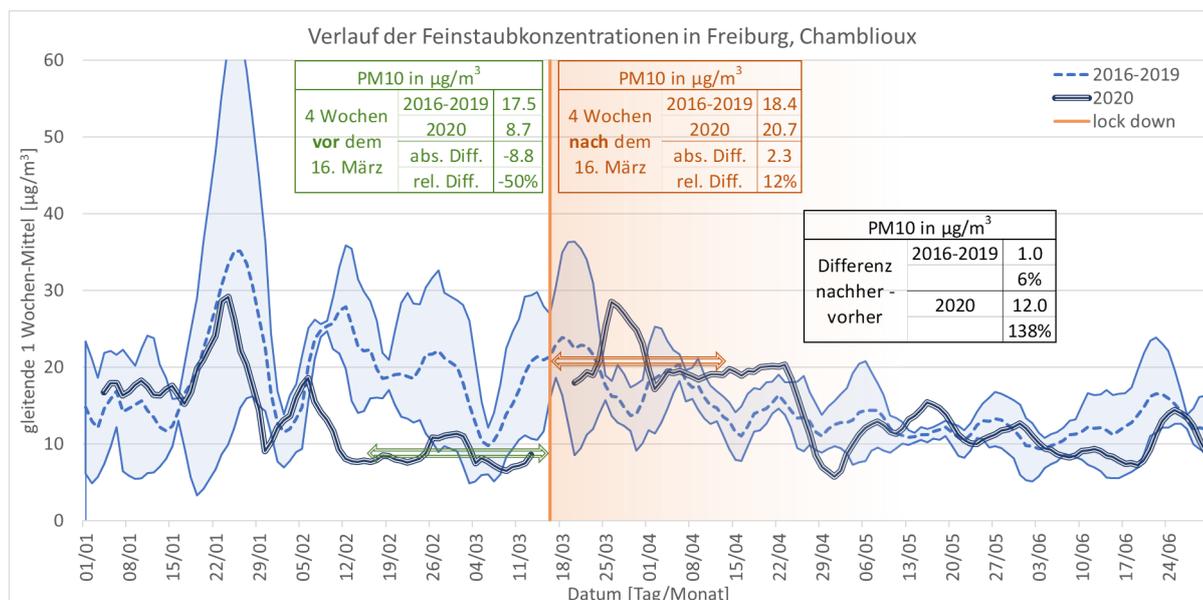
³ <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/luft/externe-studien-berichte/atmosphaerische-stickstoff-deposition-in-der-schweiz-2000-2019.pdf.download.pdf/Stickstoffdeposition2019.pdf>

8 Der Einfluss des Lockdown

Am 13. März 2020 beschloss der Bundesrat aufgrund der sanitären Lage (COVID-19) einen «Lockdown» mit Wirkung ab dem 16. März. Um den Einfluss des Lockdown auf die Luftqualität zu untersuchen, wurde die Entwicklung der Luftqualität der drei kantonalen Messstationen vor und nach dem Lockdown mit der durchschnittlichen Entwicklung der Jahre 2016 bis 2019 verglichen, welche je nach Schadstoff einen anderen Jahresverlauf aufzeigt. Dabei wurde der Verlauf von Ozon nicht berücksichtigt, da die Ozonkonzentration sehr stark mit der jahreszeitlichen Änderung der Lufttemperatur gekoppelt ist.

8.1 Feinstaub (PM10 und PM2.5)

Während den vier Wochen vor dem Lockdown waren die Konzentrationen von Feinstaub für alle drei kantonalen Messstationen deutlich tiefer als während den vier Wochen nach der Verfügung des Lockdown. Der durchschnittliche Verlauf der Jahre 2016 bis 2019 zeigt, dass in diesem Zeitraum des Jahres kein merklicher Unterschied zu beobachten ist zwischen der Zeit «vorher» (16. Februar bis 15. März) und der Zeit «nachher» (17. März bis 13. April). So erhöhte sich zum Beispiel bei der Station Freiburg, Chamblieux die Feinstaubkonzentration um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zwischen der Situation «vorher» ($17.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und «nachher» ($18.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) im Mittel für 2016 bis 2019. 2020 betrug die Unterschied «vorher» / «nachher» demgegenüber $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Verlauf der gleitenden 1 Wochen-Mittel von Feinstaub PM10 in Freiburg, Chamblieux; die hellblaue Zone umfasst die tiefsten und höchsten Werte zwischen 2016 und 2019.

Die Quellen von Feinstaub sind vielfältig. Die Feinstaub-Emissionen der Quellen motorisierter Strassenverkehr, Schienenverkehr, Land- und Forstwirtschaft, Industrie, Gewerbe und Baustellen haben während des Lockdown eher abgenommen während dem die Emissionen der Feuerungen vom Lockdown kaum beeinflusst wurden. Als letzte bedeutende Emissionsquelle verbleibt noch die sekundäre Bildung von Feinstaub aus anderen Schadstoffen. Für die sehr komplexe sekundäre Bildung von Feinstaub ist keine einfach zu erklärende Ursache in Zusammenhang mit dem Lockdown ersichtlich.

Neben den Emissionsquellen spielt das Wetter einen entscheidenden Einfluss auf die Schadstoffbelastung. Vor der Verfügung des Lockdown war das Wetter ausserordentlich stürmisch und warm und es war zudem reichlich

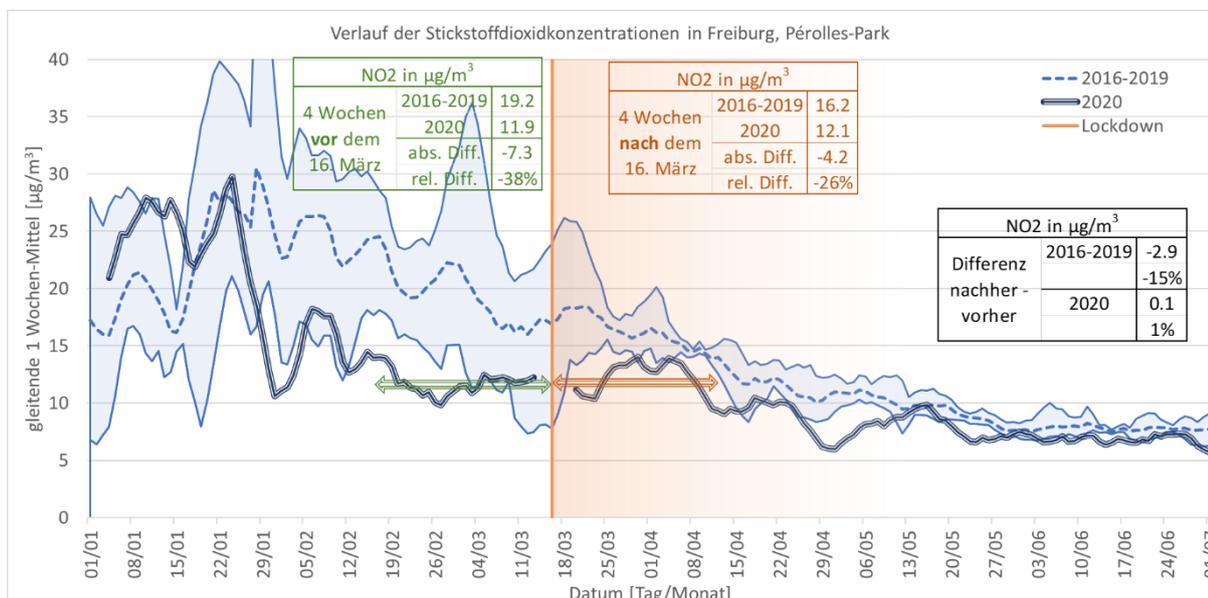
Niederschlag zu vermeiden. Das windige Wetter erhöht die Verdünnung der Schadstoffe und die reichlichen Niederschläge verstärken ein Auswaschen des Feinstaubes aus der Luft. Diese Faktoren mögen wohl der Grund sein, weshalb während den vier Wochen vor dem Lockdown eine erstaunlich tiefe Feinstaubbelastung zu beobachten war. Die ersten vier Wochen des Lockdown waren hingegen mit Temperaturen nur wenig über der Norm, mit deutlich weniger Wind und mit einer ausserordentlich langen Trockenperiode zu charakterisieren. Dadurch war eine Feinstaubbelastung leicht über dem üblichen Mass zu beobachten. Der Anstieg der Feinstaubbelastung nach der Verfügung des Lockdown steht somit nicht in Zusammenhang mit dem Lockdown, sondern ist mit der ausserordentlichen Meteorologie vor dem Lockdown und der damit verursachten ungewöhnlich tiefen Feinstaubbelastung vor dem Lockdown zu erklären.

8.2 Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Stickstoffdioxidkonzentrationen waren 2020 bei alle drei kantonalen Messstationen sowohl in den vier Wochen vor als auch nach der Verfügung des Lockdown tiefer als in der gleichen Jahreszeit der Jahre 2016 bis 2019. Während bei der Station Freiburg, Pérolles-Park die Konzentrationen auf praktische gleichem Niveau verharrten (Zunahme von 1 %), nahmen sie bei der Station Bulle, Rue de Vevey um 16 % ab. Für Freiburg, Chamblieux war eine Abnahme von 19 % zu beobachten.

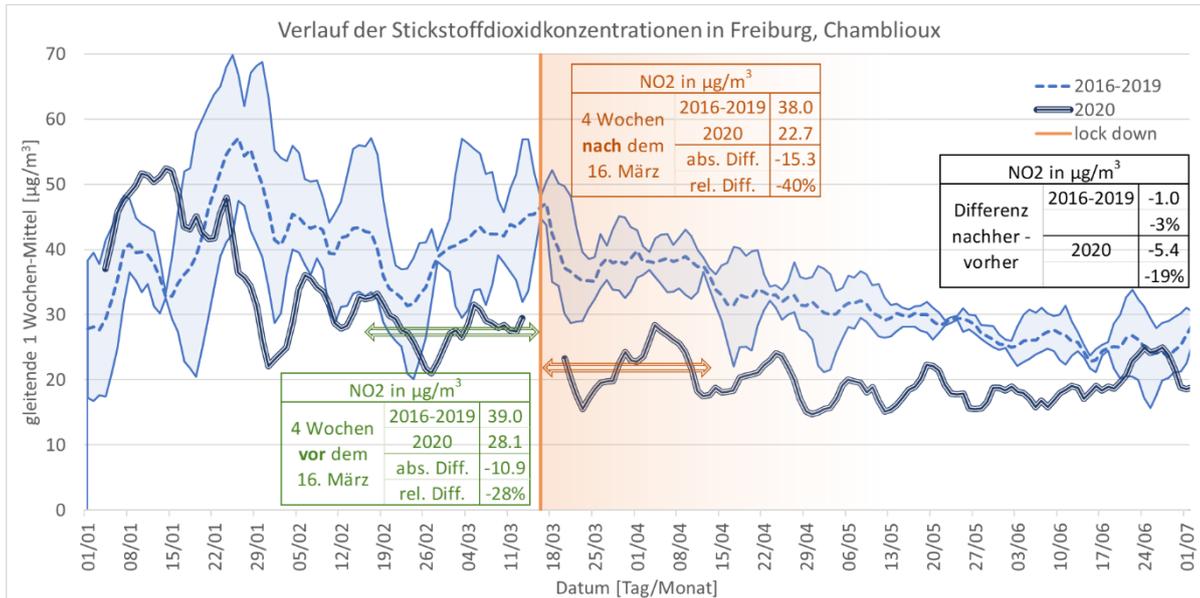
Stickstoffdioxid weist einen Jahresgang auf und die Werte 2016 bis 2019 zeigen eine je nach Messstation deutlich unterschiedliche Konzentrationsabnahme zwischen der Zeit «vorher» (16. Februar bis 15. März) zu «nachher» (17. März bis 13. April). Die durchschnittliche Abnahme der Jahre 2016 bis 2019 reicht von 3 % bei der Station Freiburg, Chamblieux bis zu 15 % für Freiburg, Pérolles-Park.

Bei der Station **Freiburg, Pérolles-Park** folgte die NO₂-Konzentration von 2020 nicht der Jahreszeit üblichen Entwicklung. Die tiefen Werte vor dem Lockdown können durch die ausserordentlich windige Wettersituation erklärt werden. Trotz des Rückkehr zu «normalem» Wetter sind die Konzentrationen während den ersten vier Wochen des Lockdown um 26 % tiefer ausgefallen im Vergleich zum Durchschnitt 2016-2019. Die durch den Lockdown verursachte Verkehrsreduzierung hat wahrscheinlich einen Anstieg der NO₂-Konzentrationen verhindert.



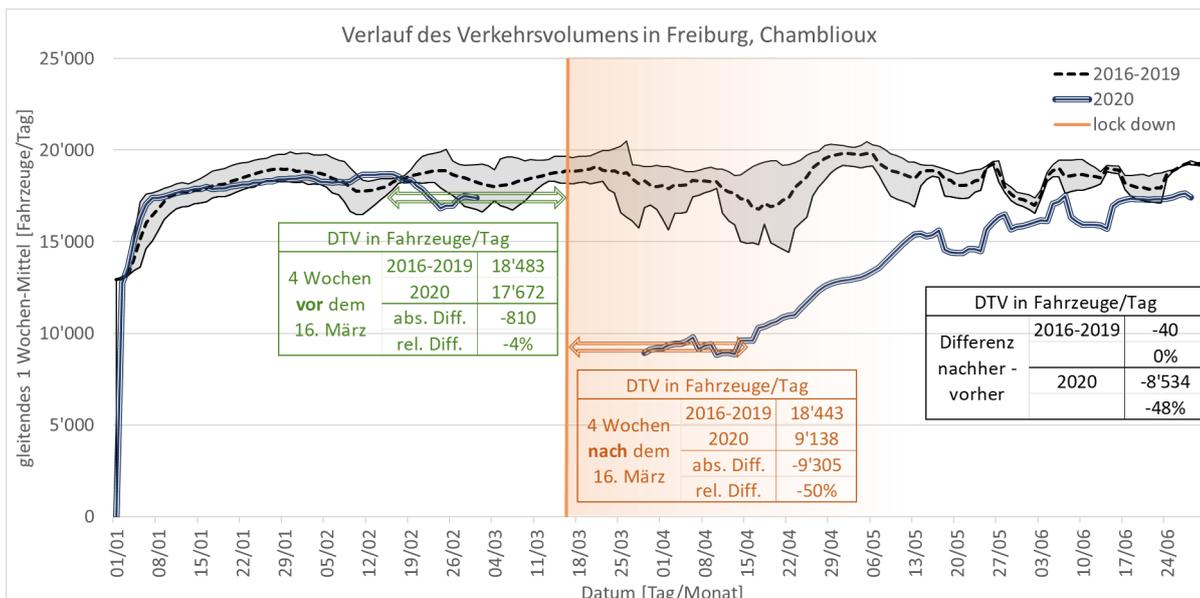
Verlauf der gleitenden 1 Wochen-Mittel von Stickstoffdioxid in Freiburg, Pérolles-Park; die hellblaue Zone umfasst die tiefsten und höchsten Werte zwischen 2016 und 2019.

Nachdem das stürmische Wetter vor dem Lockdown abgeklungen ist, sind die NO₂-Konzentrationen der Station **Freiburg, Chamblieux** danach trotzdem deutlich um 5.4 µg/m³ oder 19 % gesunken (Differenz 2020 «nachher» minus «vorher») und befanden sich deutlich unter dem Niveau des Durchschnitts 2016-2019.



Verlauf der gleitenden 1 Wochen-Mittel von Stickstoffdioxid in Freiburg, Chamblieux; die hellblaue Zone umfasst die tiefsten und höchsten Werte zwischen 2016 und 2019.

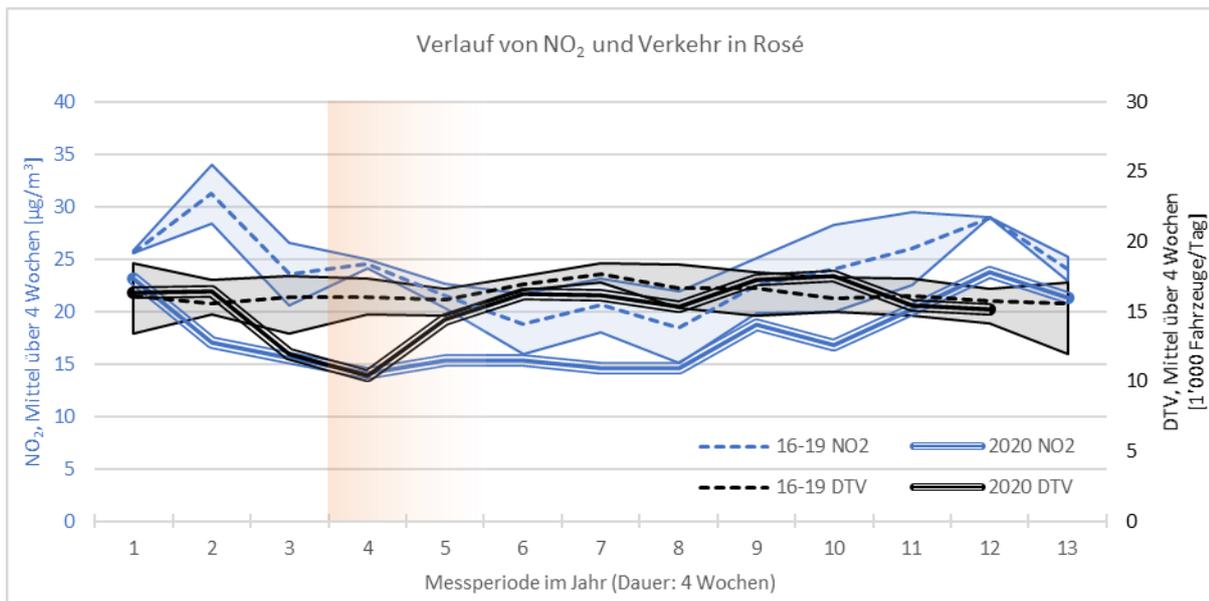
Dieser Messort ist die am stärksten dem Strassenverkehr ausgesetzte Station, dies einerseits durch die Autobahn A12 und andererseits durch die Route de Jura. Das durchschnittliche tägliche Verkehrsvolumen auf der Route de Jura sank nach dem Lockdown um 48 % und nahm ab Ende April 2020 wieder stetig zu. Die Verbesserung der Luftqualität durch eine niedrige Stickstoffdioxid-Belastung kann teilweise durch die Verringerung des Verkehrs begründet werden. Die günstige Witterung ist ein weiterer Einflussfaktor, der dazu beigetragen hat, dass die Konzentrationen ab Mai 2020 tiefer bleiben als zu gleichen Zeit in den Jahren 2016-2019.



Verlauf der gleitenden 1 Wochen-Mittel des Verkehrsvolumens (DTV) in Freiburg, Chamblieux; die hellblaue Zone umfasst die tiefsten und höchsten Werte zwischen 2016 und 2019.

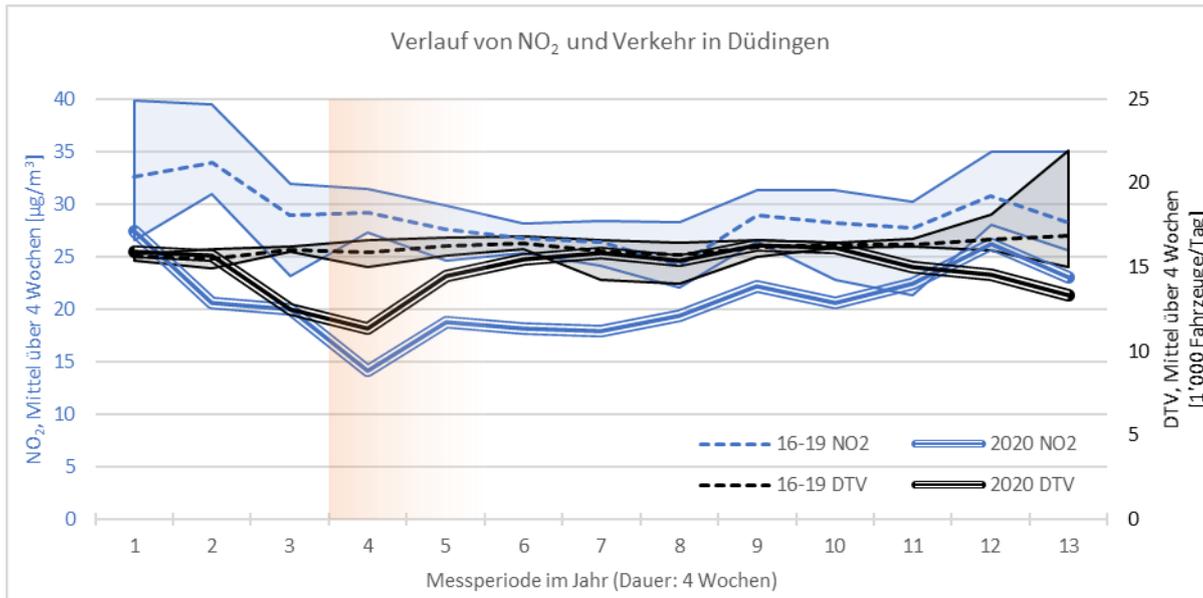
Neben den Resultaten der drei Messstationen weisen ebenfalls die NO₂-Resultate durch Passivsammler eine deutliche Abnahme auf: mit 18 % gegenüber dem Vorjahr ist es die bedeutendste Abnahme seit Messbeginn. Für gewisse Passivsammlerstandorte lagen Verkehrsdaten vor, die im Folgenden mit den NO₂-Resultaten verglichen werden.

So weist das Verkehrsvolumen beispielsweise in **Rosé** für 2020 gegenüber dem Vorjahr eine Reduktion von 6 % auf und verläuft im Verlaufe des Jahres in etwa gleich wie der Durchschnitt der Jahre 2016 bis 2019 mit Ausnahme der Passivsammler-Messperioden 3 und 4 vom 05.03. bis 30.04.2020. Demgegenüber ist die NO₂-Konzentration für 2020 gegenüber 2019 um 18 % tiefer und verläuft über das gesamte Jahr 2020 deutlich unter dem Durchschnitt 2016 bis 2019. Für diesen, einer Verkehrsbelastung von gut 15'000 Fahrzeugen pro Tag ausgesetzten Messort ist kein Zusammenhang zwischen dem Verlauf von NO₂ und Verkehr ersichtlich.



Verlauf der Mittel über 4 Wochen von NO₂ und des Verkehrsvolumens (DTV) in Rosé; die blaue und graue Zone umfassen die tiefsten und höchsten Werte zwischen 2016 und 2019.

Für den Passivsammlerstandort **Düdingen** verlaufen der während den Passivsammler-Messperioden 4 und 5 (02.04. bis 02.06.2020) festgestellte Einbruch und der nachfolgende Wiederanstieg der NO₂-Konzentration parallel zur Verkehrsentwicklung. Danach bleiben aber die NO₂-Konzentrationen tief obwohl das Verkehrsvolumen wieder Werte wie 2016-2019 annimmt.



Verlauf der Mittel über 4 Wochen von NO₂ und des Verkehrsvolumens (DTV) in Düdingen; die blaue und graue Zone umfassen die tiefsten und höchsten Werte zwischen 2016 und 2019.

Die Tatsache der deutlichen Abnahme der NO₂-Konzentrationen für 2020 kann auch für die Passivsammler-Resultate nur teilweise mit dem etwas kleineren Verkehrsvolumen erklärt werden.

Eine Studie⁴ der EMPA (CH) und der Universität York (UK) konnte dank einem aufwendigen Modell den Einfluss von fünf meteorologischen Parameter auf den Verlauf von Luftschadstoffen während des Lockdown «herausfiltern». Die Studie kam zum Schluss, dass für verkehrsbelastete städtische Standorte in der Schweiz die NO₂-Konzentration im Frühjahr 2020 um 5.5 µg/m³ abgenommen hat gegenüber den prognostizierten Werten nach dem «herausfiltern» der Wettereinflüsse. Für städtische Hintergrundstandorte wird die Abnahme auf 3.3 µg/m³ geschätzt.

Für den verkehrsbelasteten Messort Freiburg, Chamblieux hat die NO₂-Konzentration in den vier Wochen nach dem 16. März 2020 – dies entspricht nicht dem Zeitraum der Studie – um 15 µg/m³ abgenommen bezüglich dem Mittelwert über den gleichen Zeitraum der Jahre 2016-2019. Für den Hintergrundstandort Freiburg, Pérolles-Park beträgt die Abnahme 4 µg/m³.

Auch wenn diese Studie nur beschränkt auf die freiburgischen Messstationen übertragen werden kann, zeigen deren Resultate in die gleiche Richtung einer NO₂-Abnahme.

⁴ <https://acp.copernicus.org/articles/21/4169/2021/>

9 Online-Publikation im Internet

9.1 Auf den Internetseiten des Staates Freiburg

Sämtliche in diesem Bericht aufgeführten Resultate sind auf den Internet-Seiten <http://www.fr.ch/afu> abrufbar (eine Ausnahme bilden aktuell noch die Ammoniak-Resultate). Die Seiten werden mindestens einmal pro Tag aktualisiert. Sie finden auf diesen Seiten:

- > Zugang zu zusätzlichen, im vorliegenden Bericht nicht aufgeführten Grafiken, Statistiken und Tabellen;
- > zeitlich höher aufgelöste Schadstoff-Entwicklungen, in der Regel Tages-Werte und für Ozon gar Stunden-Werte.

Luftbelastungs-Index

- > [Karte der aktuellen Luftqualität des Kantons Freiburg](#)

Feinstaub

- > [Retrospektive ab 1999 sowie Monats- und Tages-Resultate der letzten 5 Jahre](#)
- > [Entwicklung der Luftqualität der vergangenen 31 Tage](#)

Stickstoffdioxid

- > [Retrospektive ab 1989 sowie Monats- und Tages-Resultate der letzten 5 Jahre](#)
- > [Entwicklung der Luftqualität der vergangenen 31 Tage](#)

Ozon

- > [Retrospektive ab 1989 sowie Monats- und Tages-Resultate der letzten 5 Jahre](#)
- > [Entwicklung der Ozonkonzentration der vergangenen Tage](#)
- > [Prognose für die maximale Ozon-Belastung der kommenden Tage](#)

9.2 AirCheck

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

10 Schlussfolgerung

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

Das Jahr 2020 war ein Jahr der allgemeinen Verbesserung der Luftqualität. Die Ursachen für diese Verbesserung sind vielfältig:

- > **Verkehrsabnahme:** der Lockdown aufgrund der Pandemie hatte eine Abnahme des Verkehrsvolumens zur Folge, was die Stickstoffdioxidkonzentrationen positiv beeinflusste;
- > **Besonders günstige Witterungsverhältnisse:** das aussergewöhnlich stürmische und warme Wetter zum Winterende trug dazu bei, die Feinstaubkonzentrationen zu senken, während die gemässigten Temperaturen im Sommer beitrugen, die Ozonwerte zu begrenzen;
- > **Anstrengungen zur Reduzierung der Schadstoffemissionen:** die seit mehreren Jahren unternommenen Reduzierungsmassnahmen zeigen Früchte.

Erstmals seit Beginn der Messungen lagen die **Stickstoffdioxid**-Konzentrationen an allen Messstellen unter dem Jahresgrenzwert, mit Ausnahme eines Standortes in Matran in der Nähe der Autobahn und der Kantonsstrasse. Im Vergleich zum Vorjahr nahmen die Konzentrationen über alle Passivsammler-Messstellen gemittelt um 18 % ab. Bei der Station Freiburg, Chamblioux wurde der Grenzwert zum ersten Mal eingehalten. An diesem Standort fielen die Konzentrationen während des Lockdown um 40 % tiefer aus, verglichen mit dem gleichen Zeitraum der Jahre 2016 bis 2019. Dank günstiger meteorologischer Bedingungen lag dieser Rückgang bereits in den vier Wochen vor dem Lockdown bei 28 %. Der deutliche Rückgang der Stickstoffdioxid-Konzentrationen ist also nicht nur durch den Rückgang des Strassenverkehrs, sondern auch durch das Wetter zu erklären.

Der Grenzwert für das Jahres- und Tagesmittel von **Feinstaub PM10** wird seit mehreren Jahren eingehalten. Die Konzentrationen sind im Jahr 2020 weiter gesunken. Für Feinstaub **PM2.5** wird der Grenzwert ebenfalls eingehalten.

Obwohl die **Ozon**-Konzentrationen im Jahr 2020 im Vergleich zum Vorjahr gesunken sind, überschreiten sie immer noch die Grenzwerte an allen Messstellen und es ist kein klarer Abwärtstrend zu erkennen. Ozon wird durch die Einwirkung von Sonnenlicht auf die Vorläuferschadstoffe (Stickoxide und flüchtige organische Verbindungen) erzeugt. Um die Vorläuferschadstoffe zu reduzieren, müssen Massnahmen 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.

Die meteorologischen Bedingungen sowie die aussergewöhnliche Abnahme des Verkehrs haben dazu geführt, dass die Luftqualität sich im Jahr 2020 verbessert hat. Um diese Situation aufrechtzuerhalten, müssen in den kommenden Jahren verschiedene [vom Staatsrat beschlossene Massnahmen](#) in den Bereichen Mobilität, Energie und Landwirtschaft umgesetzt werden. Diese Massnahmen zielen speziell auf die Verbesserung der Luftqualität ab. Indirekt tragen sie aber auch zur Erreichung anderer Ziele bei, wie z.B. der Klimapolitik durch die Reduzierung der CO₂-Emissionen und dem Lärmschutz durch Massnahmen zur Förderung der Elektromobilität.

Die Luftverschmutzung ist kein unabwendbares Schicksal. Individuelle, oft [einfache Verhaltensweisen](#) können dazu beitragen die Qualität unserer Luft zu verbessern.

A2 Erklärungen zur Standortcharakteristik der Messorte

Gemäss den „Empfehlungen zur Immissionsmessung von Luftfremdstoffen“ vom 1. Januar 2004 vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (heutiges Bundesamt für Umwelt).

Standorttypen

	Standortcharakterisierung	Grössenordnung der Einwohnerzahl
1	Stadt – strassennah	> 25'000
2	Agglomeration – strassennah	5'000 – 25'0000
3	ländlich – strassennah	0 – 5'000
4	Industriezone	
5	Stadt – Hintergrund	> 25'000
6	Agglomeration – Hintergrund	5'000 – 25'0000
7	ländlich, unterhalb 1000 m.ü.M. # – Hintergrund	0 – 5'000
8	ländlich, oberhalb 1000 m.ü.M. # – Hintergrund	0 – 5'000
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	< 5'000
B	mittel	5'000 – 20'000
C	hoch	20'001 – 50'000
D	sehr hoch	> 50'000

	Bebauung
a	Keine
b	Offen
c	Einseitig offen
d	Geschlossen