

## Immissionsmessungen in Neuhausen nach Eröffnung des Galgenbucktunnels



### Schlussbericht 2022

## **Impressum**

Herausgeber: OSTLUFT – Die Luftqualitätsüberwachung der Ostschweizer Kantone und des Fürstentums Liechtenstein, Frühjahr 2022

Auswertungen: Susanne Schlatter und Hanna Herich, Amt für Umwelt, St. Gallen

Kontakt: OSTLUFT, sekretariat@ostluft.ch

Titelbild: Einfahrt Galgenbucktunnel Quelle: OSTLUFT

Copyright: © OSTLUFT

Bezug und weitere Informationen: Download pdf: [www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch) (eine gedruckte Fassung liegt nicht vor)

# 1. Zusammenfassung

## 2. Ziele

Am 6. Dezember 2019 wurde der Galgenbucktunnel, der das Klettgau mit Schaffhausen verbindet, eröffnet. Der Tunnel führt ab Enge (Beringen) mit einem direkten Autobahnzugang nach Schaffhausen und soll den Durchgangsverkehr durch Neuhausen deutlich reduzieren, vergl. Karte in Abb.1. Vorher gelangte der Durchgangsverkehr zwischen dem Klettgau und Schaffhausen auf der Achse Schaffhauserstrasse - Klettgauerstrasse durch Neuhausen. Gemäss Tiefbau Schaffhausen und Astra verringerte sich das Verkehrsaufkommen an der Schaffhauserstrasse nach der Tunnelöffnung um mehr als 50% und auch Nebenachsen wurden mit bis zu 38% entlastet. Rund um die Autobahneinfahrt im Bahntal blieb der Verkehr vor und nach der Tunnelöffnung gleich. Der folgende Bericht untersucht, wie sich die Schadstoffbelastung im Raum Neuhausen seit Eröffnung des Tunnels verändert hat.

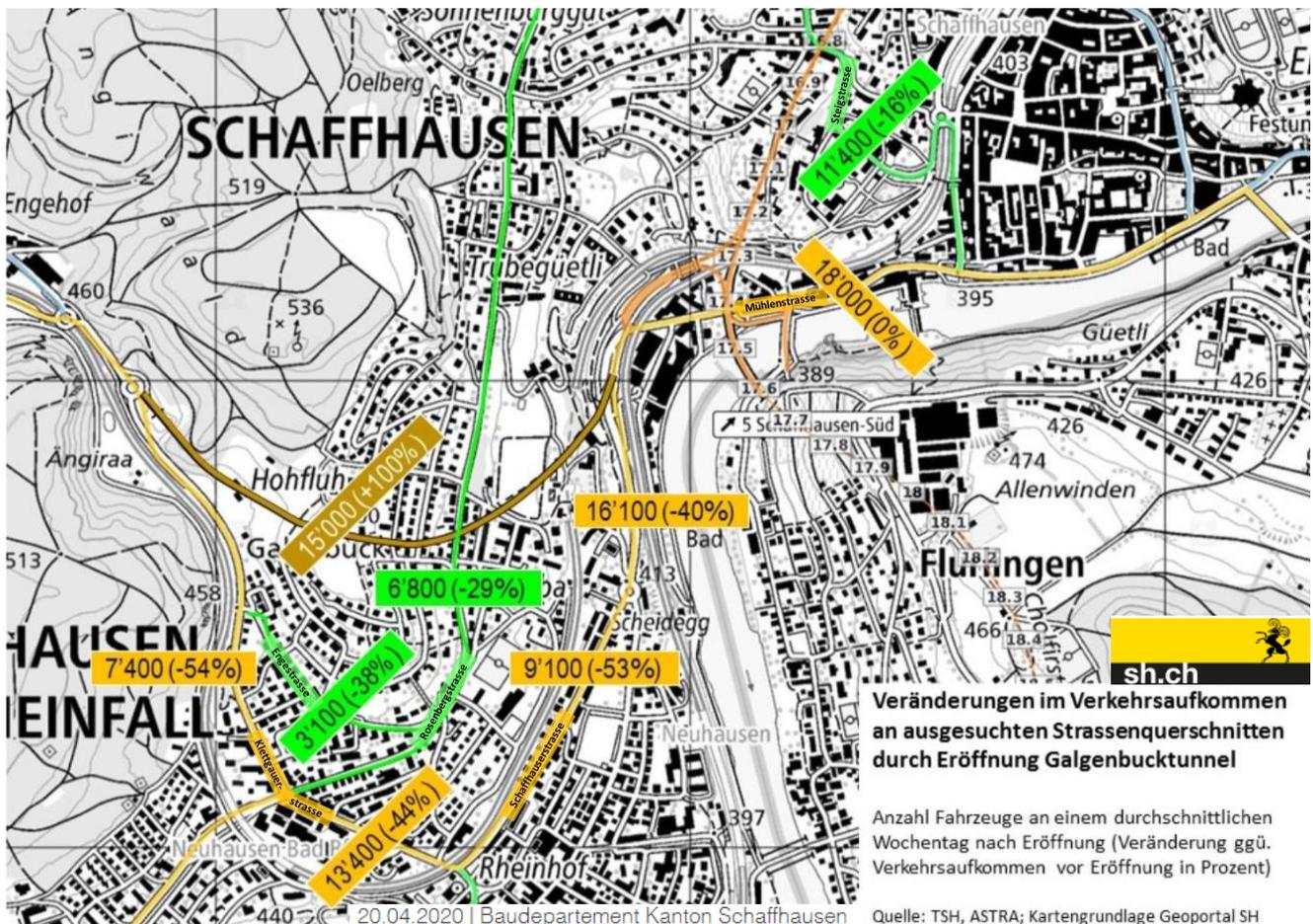


Abb. 1: Verkehrsbelastungsänderungen nach Eröffnung des Galgenbucktunnels gemäss Tiefbau Schaffhausen und Astra (4/2020).

## 3. Methodik

### 3.1 Standortbeschreibungen

Im Raum Neuhausen wurden in den vergangenen 15 Jahren Immissionsmessungen an unterschiedlichen Standorten durchgeführt. Nachfolgend werden die Messstandorte, siehe Abb. 2, beschrieben.

#### **Standorte rund um die Autobahnausfahrt**

Rund um die Ausfahrt des Galgenbucktunnels wurde an mehreren Orten gemessen. Von 2014 bis Mitte 2015 wurde der Standort Autohaus an der Mühlenstrasse betrieben. Im Jahr 2021 wurde der Messcontainer an den nahegelegenen Standort Autobahneinfahrt, Ecke Mühlenstrasse/ Schaffhauserstrasse verlagert und die Messungen dort weitergeführt. Am Messort Autohaus wurden zwischen 2016 und 2021 NO<sub>2</sub>-Passivsammlermessungen weitergeführt.

Bereits zwischen Mitte 2008 und Mitte 2009 wurden erste unvollständige Vormessungen südlich der Autobahneinfahrt an der Schaffhauserstrasse durchgeführt. Diese werden nachfolgend als Standort Bahntal erwähnt. Grundsätzlich befanden sich alle drei Standorte an der gleichen Verkehrsachse, das Verkehrsaufkommen vor der Tunnelöffnung ist daher als ähnlich anzunehmen.

#### **Standort Schaffhauserstrasse**

Der Standort Schaffhauserstrasse in Neuhausen am Rheinfall besteht seit 2015 und wird von OSTLUFT regulär im Zweijahresrhythmus betrieben. 2020 wurde der Standort weiter betrieben, damit die Immissionen vor und nach der Eröffnung des Galgenbucktunnels ohne Unterbruch verglichen werden können. Zukünftig wird ein neuer Standort gemäss Messkonzept MK2020 weiterbetrieben.

Der Messstandort befand sich an der Schaffhauserstrasse (Verkehrsachse Neuhausen - Schaffhausen) nordöstlich des Zentrums am Strassenrand. Aufgrund der geringen Platzverhältnisse wurde für die Messungen kein Messcontainer, sondern ein Anhänger mit airpointer (mlu-recordum) eingesetzt.

#### **Standort Neuhausen am Rhf., Galgenbuck**

Der Standort Neuhausen am Rhf., Galgenbuck in Neuhausen wurde zwischen 2000 und 2015 von OSTLUFT betrieben. Anfangs nur mit reduziertem Messprogramm (Ozon und NO<sub>2</sub>) ausgestattet, wurden dort ab 2007 alle Leitschadstoffe (Feinstaub, NO<sub>2</sub>, Ozon) gemessen. Der Standort dient als Hintergrundmessung für die anderen Standorte in Neuhausen.

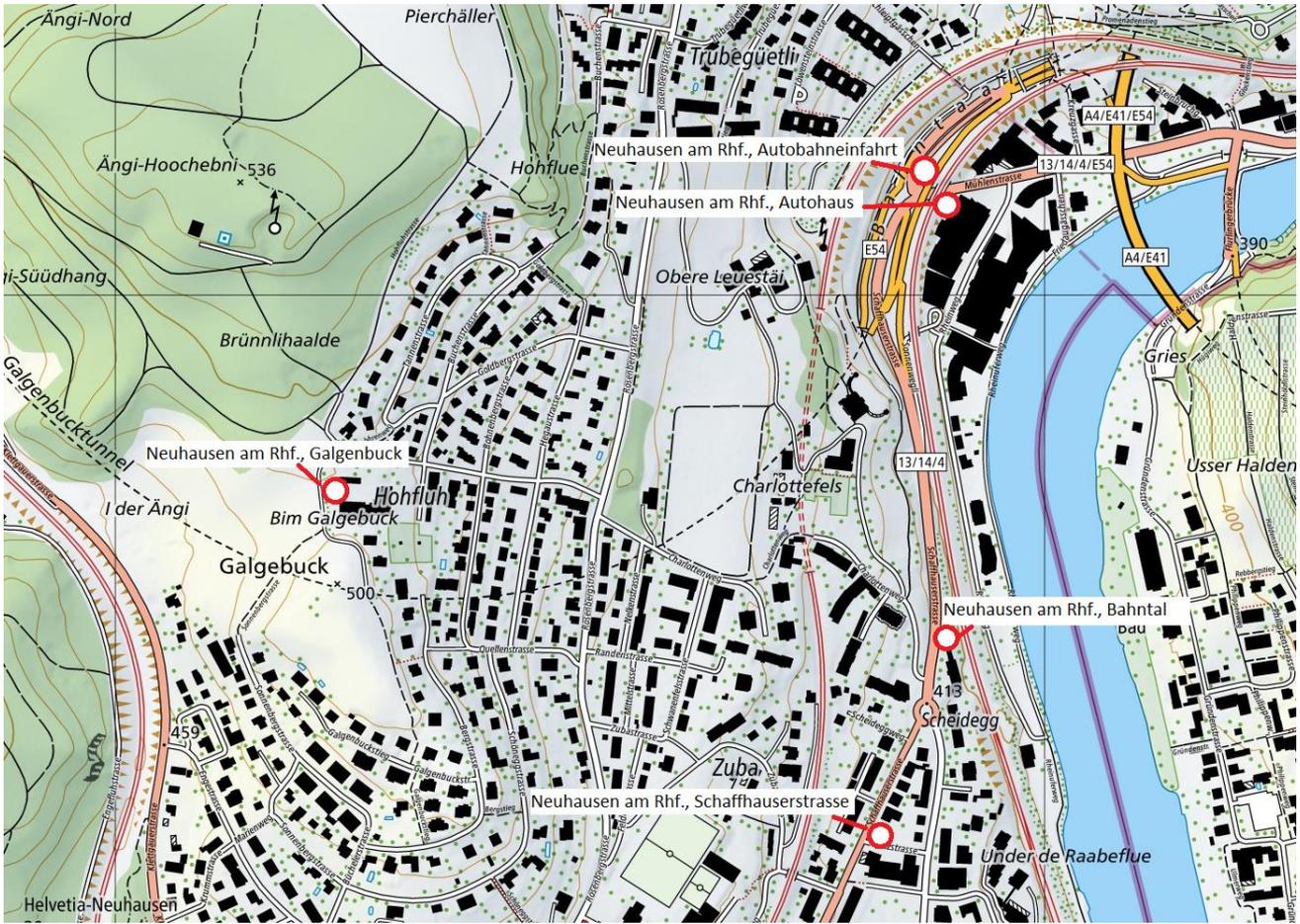


Abb. 2: Übersichtskarte Neuhausen am Rheinfall mit Standorten.

### 3.2 Standortklassierung

In der OSTLUFT Standortklassierung entsprechen die Messstandorte den Kategorien in Tab. 1.

| Standort                               | m ü.M. | Standorttyp |
|--|--------|-------------|
| Neuhausen am Rhf., Schaffhauserstrasse | 418    |             |
| Neuhausen am Rhf., Autohaus            | 390    |             |
| Neuhausen am Rhf., Autobahneinfahrt    | 393    |             |
| Neuhausen am Rhf., Galgenbuck          | 490    |             |
| Neuhausen am Rhf., Bahntal             | 410    |             |
| St.Gallen Blumenbergplatz              | 675    |             |
| Winterthur, Veltheim                   | 440    |             |
| Zürich, Stampfenbachstrasse            | 445    |             |
| Opfikon, Balsberg                      | 430    |             |

Tab.1: OSTLUFT Standortklassierungs-Piktogramme. Eine genaue Beschreibung der Standorttypen unter: [www.ostluft.ch](http://www.ostluft.ch).

### 3.3 Messparameter

|                               |                                  | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-------------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Neuhausen Schaffhauserstrasse | Gas: NOx                         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                               | Aerosol: PM10 Hivol, PM10 Sharp  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                               | Meteo: T,p,Hr,Wind, StrGlo, Rain |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Neuhausen Autohaus            | Gas: NOx, O3                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                               | Aerosol: PM10 Hivol, PM10 Fidas  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                               | Meteo: T,p,Hr,Wind, StrGlo, Rain |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Neuhausen Autobahneinfahrt    | Gas: NOx, O3                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                               | Aerosol: PM2.5 Hivol, PM10 Fidas |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                               | Meteo: T,p,Hr,Wind, StrGlo, Rain |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Neuhausen Bahntal             | Gas: NOx, O3                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                               | Aerosol: PM10 Hivol, TEOM-FDMS   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                               | Meteo: T,p,Hr,Wind, StrGlo, Rain |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Neuhausen Galganbuck          | Gas: NOx, O3                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                               | Aerosol: PM10 Hivol, PM10 Sharp  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                               | Meteo: T,p,Hr,Wind, StrGlo, Rain |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

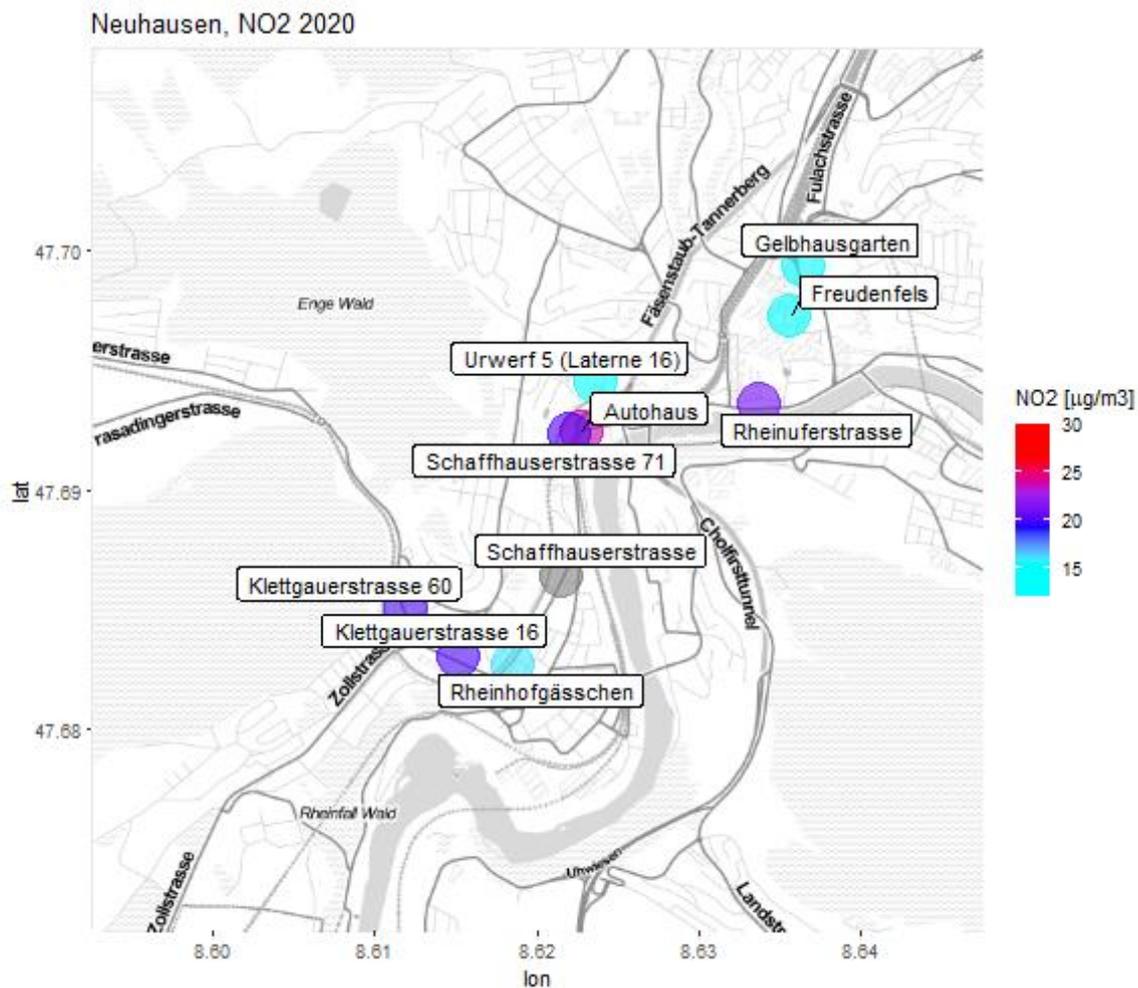
 durchgehend  
 mit Unterbruch

Tab. 2: Messeinsatz der Messgeräte

Tab. 2 zeigt den Einsatz der Messgeräte an den verschiedenen Messstationen im Raum Neuhausen. An allen Standorten kam ein Messcontainer zum Einsatz, in Neuhausen am Rheinfl, Schaffhauserstrasse ein airpointer (mlu-recordum). Neben dem airpointer wurde ein Digital HiVol. Sampler zur Messung von Feinstaub PM10 und dem darin enthaltenen Russ (EC) eingesetzt. Die Messreihen aller Geräte wurden mit der der Jahreszeit entsprechenden Sommer- bzw. Winterzeit berechnet. Ende Juli 2020 wurde der airpointer am Standort Schaffhauserstrasse durch Randalie beschädigt, dies führte zum Ausfall der Luftmessdaten von 1. – 14. August und der Meteo-Messungen zwischen Aug. und Nov. 2020.

### 3.4 Passivsammler

Zur Untersuchung der räumlichen Ausdehnung der NO<sub>2</sub>-Luftbelastung werden im Ostluft-Gebiet in wiederkehrenden Abständen Messungen mit NO<sub>2</sub>-Passivsammlern (PS) durchgeführt, denn mit diesen lässt sich kostengünstig ein dichteres Netz von Messstandorten erfassen. Die Verteilung der NO<sub>2</sub>-Passivsammler im Raum Neuhausen/ Schaffhausen ist auf zentrums- und verkehrsnahen Standorten sowie Übergangsbereichen in weniger verkehrsbelasteten Wohngebieten fokussiert, siehe Abb.3. Die Messungen werden ganzjährig in zweiwöchigem Takt durchgeführt. In der nachfolgenden Auswertung werden NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte berücksichtigt.



**Abb. 3:** Übersichtskarte der Passivsammler in Neuhausen am Rheinfall (NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert 2020 farbkodiert) und des Messstandortes Neuhausen Schaffhauserstrasse (grau)

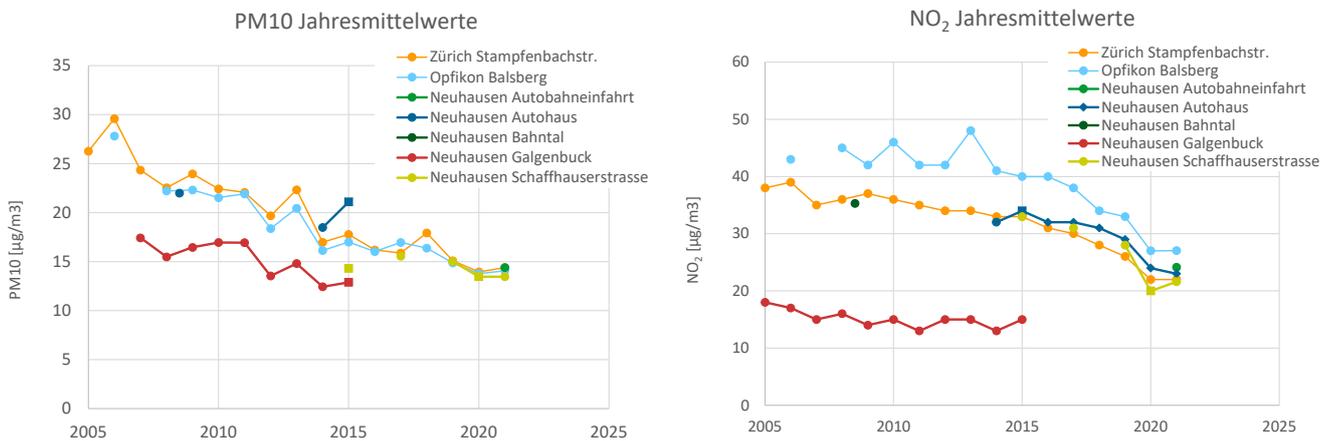
## 4. Ergebnisse

### 4.1 Situation rund um die den Autobahneinfahrt

Abb. 4 zeigt die Belastung der Luft durch die Schadstoffe PM<sub>10</sub> und NO<sub>2</sub> an den fünf Standorten im Raum Neuhausen. Als Vergleich sind weiterhin die langjährigen Messreihen der Standorte Opfikon Balsberg und Zürich

Stampfenbachstrasse dargestellt. Die Belastung beider Schadstoffe hat über die vergangenen zehn Jahre an allen Standorten deutlich abgenommen. Während Feinstaub PM10 überwiegend durch die grossräumige Belastung bestimmt wird, hängt die NO<sub>2</sub> Belastung vor allem von den lokalen Verkehrsemissionen ab. Die Feinstaubbelastung der Standorte Bahntal, Autohaus und Autobahneinfahrt ist im langjährigen Vergleich ähnlich wie die an den Standorten Opfikon Balsberg und Zürich Stampfenbachstrasse. An der Schaffhauserstrasse sind die Feinstaubkonzentrationen ebenfalls durch die Hintergrundbelastung bestimmt. Die Tunnelöffnung hatte keinen nennenswerten Einfluss. Die Ausreisser im Jahr 2015 an den Standorten Autohaus und Schaffhauserstrasse sind durch die unvollständigen Messreihen zu erklären.

Die NO<sub>2</sub> Belastung der Standorte Bahntal, Autohaus, Autobahneinfahrt und Schaffhauserstrasse in Neuhausen bewegt sich auf ähnlichem Niveau wie die Konzentrationen am Standort Zürich Stampfenbachstrasse. Durch die Tunnelöffnung sanken die Konzentrationen am Standort Schaffhauserstrasse 2020 stärker als an den anderen Standorten, 2021 war der Unterschied weniger stark.



**Abb. 4:** Jahresmittelwerte der PM10 und NO<sub>2</sub>-Belastungen an den Standorten in Neuhausen und anderen OSTLUFT-Standorten von 2010-2021 (soweit vorhanden). Unvollständige Messreihen sind als Viereck markiert. Am Messort Autohaus wurde zwischen 2016 und 2021 die NO<sub>2</sub>-Belastung durch Passivsammler weiterbestimmt (Symbol Raute).

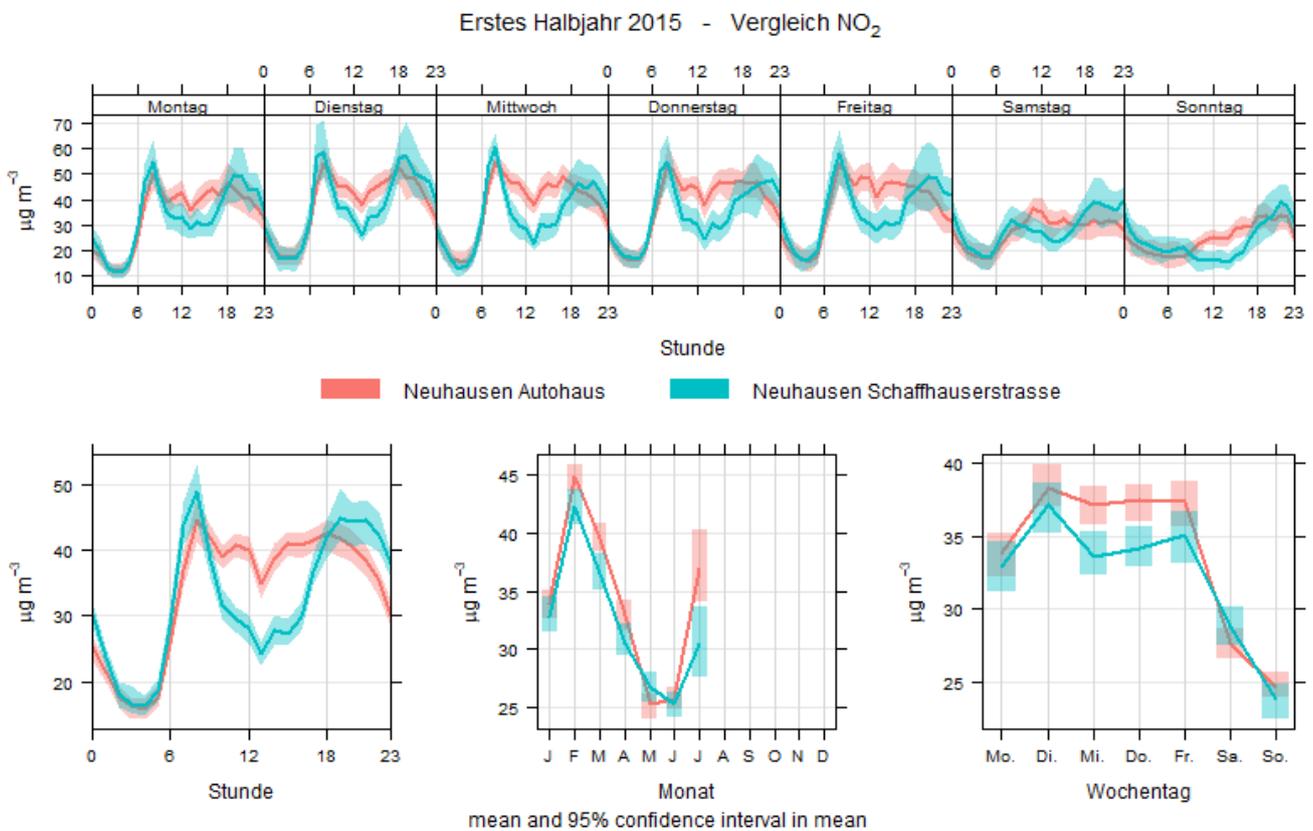
Für NO<sub>2</sub> und PM10 liegen Immissionsgrenzwerte gemäss LRV vor (Jahresmittelwert: NO<sub>2</sub>: 30 µg/m<sup>3</sup>, PM10: 20 µg/m<sup>3</sup> sowie 24h-Mittelwert, darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden: NO<sub>2</sub>: 80 µg/m<sup>3</sup>, PM10: 50 µg/m<sup>3</sup>. die Jahresmittelgrenzwerte 2021 wurden an allen Standorten in Neuhausen deutlich unterschritten, siehe Tab. 3. Der Tagesmittelgrenzwert für NO<sub>2</sub> wurde 2021 an allen Standorten in Neuhausen eingehalten, der Tagesmittelgrenzwert für PM10 wurde an der Schaffhauserstrasse dreimal überschritten (während einer Saharastaubepisode im Februar, die in weiten Teilen der Schweiz registriert wurde).

| Jahr                          | PM10 [µg/m <sup>3</sup> ] |      | NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ] |      |
|-------------------------------|---------------------------|------|--------------------------------------|------|
|                               | 2020                      | 2021 | 2020                                 | 2021 |
| Neuhausen Autobahneinfahrt    |                           | 14   |                                      | 24   |
| Neuhausen Schaffhauserstrasse | 13                        | 13   | 20                                   | 22   |

**Tab.3:** Jahresmittelwerte 2020/2021 an den Standorten in Neuhausen.

## Überschneidende Messungen der Neuhauser Standorte

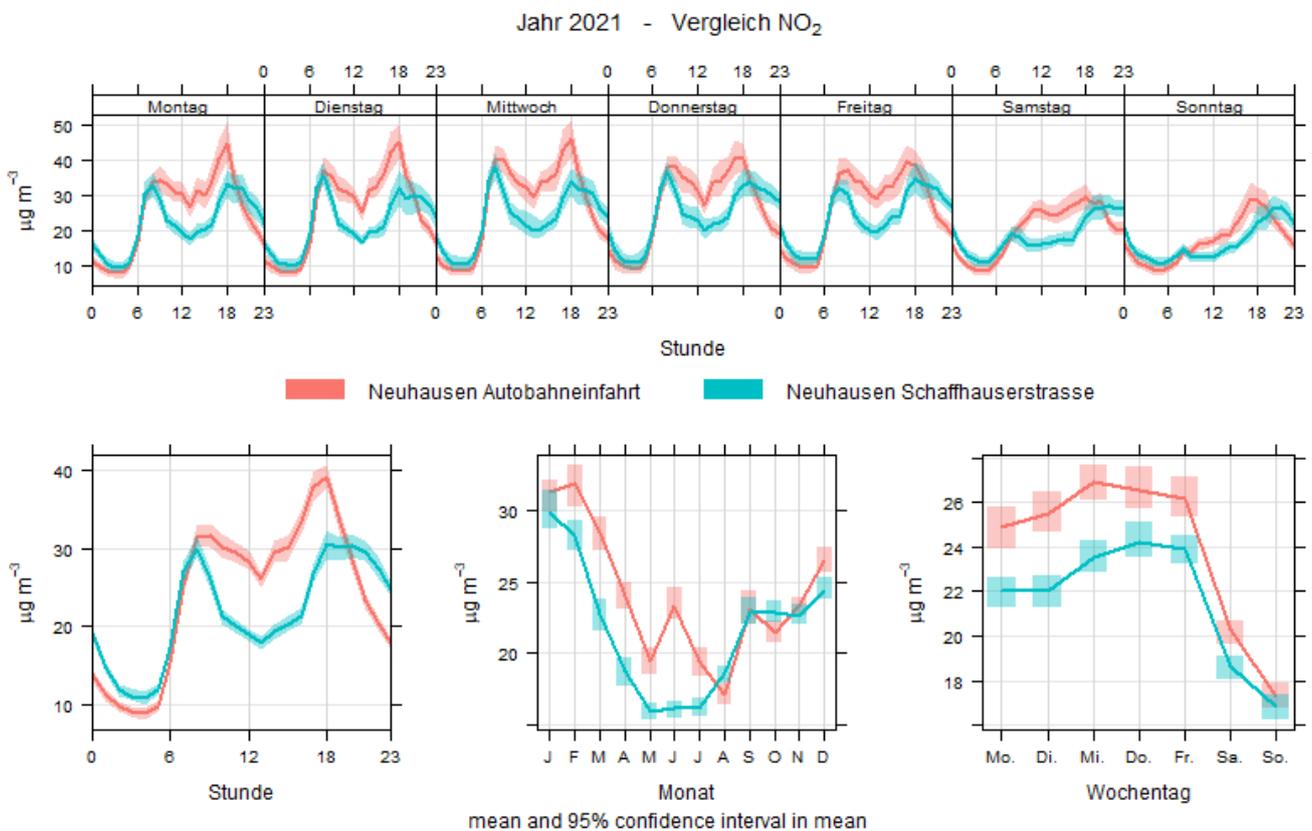
Bis zur Eröffnung des Galgenbucktunnels war das Verkehrsaufkommen an den Standorten Autohaus bzw. Autobahneinfahrt und der Schaffhauserstrasse sehr ähnlich. Ab Dez. 2019 verlagerte sich der Verkehr auf die Tunnelumfahrung und die Schaffhauserstrasse wurde stark entlastet. Für zwei Messperioden liegen parallele Messungen für den Standort Schaffhauserstrasse sowie einen Standort (Autohaus bzw. Autobahneinfahrt) rund um die Tunneleinfahrt vor, diese werden nachfolgend verglichen.



**Abb. 5:** Vergleich der NO<sub>2</sub>-Belastung (in µg/m<sup>3</sup>) an den Standorten Neuhausen Schaffhauserstrasse und Autohaus für das erste Halbjahr 2015, mittlerer Wochengang in Stundenaufösung (oben), Tagesgang (unten links), Jahrgang (unten Mitte) und Wochengang in Tagesaufösung (unten rechts).

Im ersten Halbjahr 2015 überschneiden sich die Messungen an den Standorten Schaffhauserstrasse und Autohaus. Abb. 5 zeigt die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen während dieser Periode in verschiedenen Zeitaufösungen. Als Monatsmittelwerte und im Wochengang liegen die Belastungen der beiden Standorte ähnlich hoch. Im Tagesgang zeigt sich jedoch ein Unterschied. Während am Standort Schaffhauserstrasse die höchsten Konzentrationen an Werktagen nur während der Hauptverkehrszeiten auftreten, ist die Belastung am Standort Autohaus tagsüber stabil. Die nächtliche Hintergrundbelastung ist an beiden Standorten gleich.

Nach Öffnung des Galgenbucktunnels liegen für das Jahr 2021 Messungen an den zwei Standorten Schaffhauserstrasse und Autobahneinfahrt vor. Abb. 6 zeigt die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen während dieses Jahres in verschiedenen Zeitauflösungen. Als Monatsmittelwerte und im Wochengang liegen die Belastungen an der Schaffhauserstrasse deutlich unter denen am Standort Autobahneinfahrt. Der Tagesgang zeigt, dass an der Schaffhauserstrasse noch immer hohe Konzentrationen an Werktagen während der morgendlichen Hauptverkehrszeiten erreicht werden. Im restlichen Tagesverlauf liegen die Belastungen aber deutlich unter denen an der Autobahneinfahrt. Die nächtliche Hintergrundbelastung ist an beiden Standorten ähnlich tief, jedoch minimal höher an der Schaffhauserstrasse.



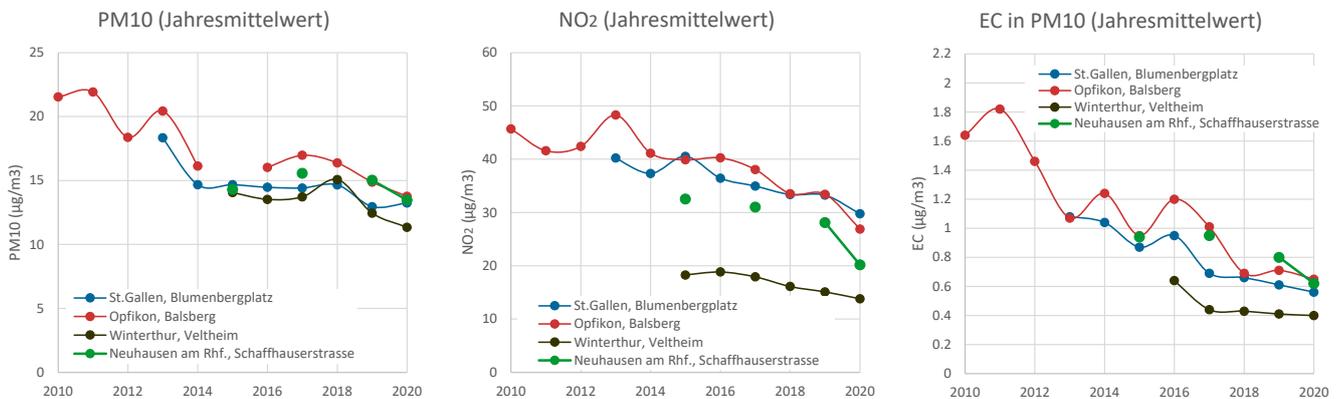
**Abb. 6:** Vergleich der NO<sub>2</sub>-Belastung (in µg/m<sup>3</sup>) an den Standorten Neuhausen Schaffhauserstrasse und Autobahneinfahrt im Jahr 2021, mittlerer Wochengang in Stundenaufösung (oben), Tagesgang (unten links), Jahresgang (unten Mitte) und Wochengang in Tagesaufösung (unten rechts).

## 4.2 Vorher- / Nachhersituation an der Messstation Schaffhauserstrasse

### Vergleich mit langjährigen OSTLUFT-Standorten

Abb. 7 zeigt die Belastung der Luft durch die Schadstoffe PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> und EC an vier städtischen Standorten im OSTLUFT-Gebiet. Der Vergleich mit andern langjährigen Messreihen an Standorten ähnlichen Standorttyps soll verdeutlichen, ob und wie der Standort Schaffhauserstrasse durch die Tunnelöffnung entlastet wurde.

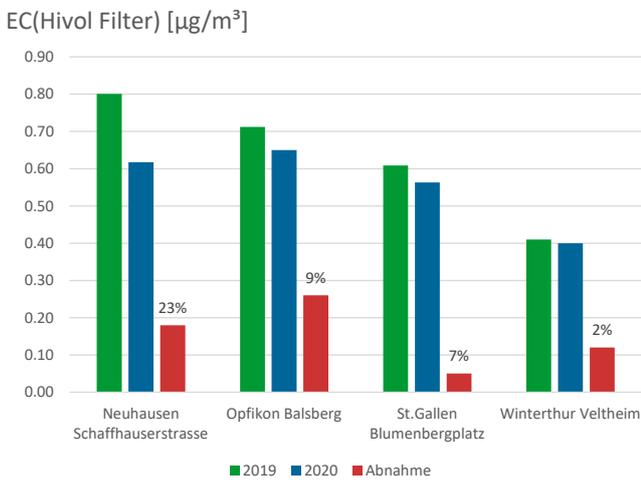
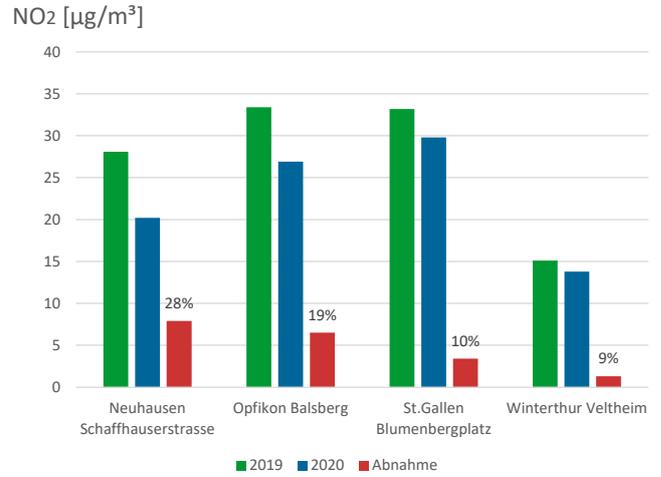
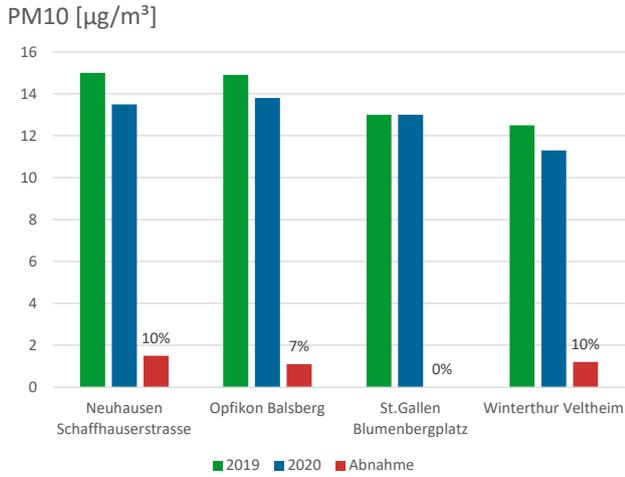
Für die Schadstoffe NO<sub>2</sub> und EC ist der Belastungsrückgang 2019/2020 am Standort Neuhausen seit Eröffnung des Galgenbucktunnels deutlich erkennbar.



**Abb. 7:** Jahresmittelwerte der PM10 und NO<sub>2</sub>-Belastung, sowie der EC Belastung (anhand von HiVol Filtern, Messung jeder 12. Tag) am Standort Schaffhauserstrasse und anderen OSTLUFT-Standorten von 2010-2020 (soweit vorhanden).

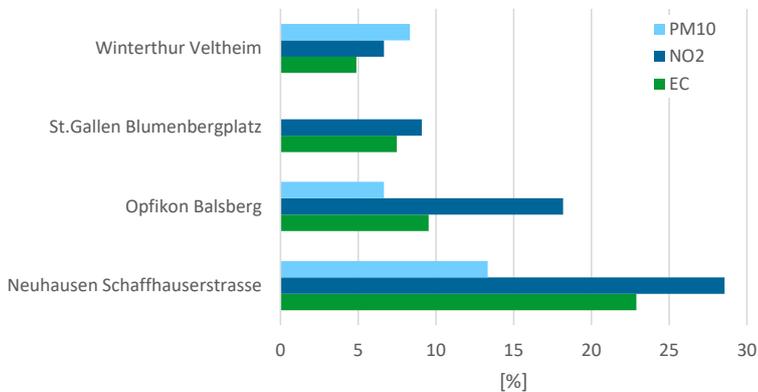
## Vergleich Jahresmittelwerte

Nachfolgend werden die Immissionen der Jahre 2019 und 2020, vor und nach der Tunneleröffnung, verglichen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Verkehrszahlen während des Lockdowns (Sars-CoV-2 Pandemie) im Frühling 2020 zeitweilig deutlich verringert waren. Parallel zum verringerten Verkehrsaufkommen sanken auch die Stickstoffdioxid-Belastungen an stark befahrenen Strassen. Zudem war das Jahr 2020 milder und stürmischer als 2019, so dass die Russbelastung und die Feinstaubbelastung wie schon in den letzten Jahren auch 2020 an fast allen Standorten weiter gesunken sind. Im OSTLUFT-Gebiet lagen die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2020 an den Hintergrundstandorten fast 10% und an den verkehrsbeeinflussten Messstandorten rund 15% tiefer als im Vorjahr. Abb. 8 zeigt die Jahresmittelwerte für 2019 und 2020 von Feinstaub PM10, NO<sub>2</sub> und Russ in Neuhausen Schaffhauserstrasse und an drei anderen städtischen Standorten im OSTLUFT-Gebiet, in Opfikon, St.Gallen und Winterthur. Die Prozentuale Abnahme nochmals ist separat in Abb. 9 dargestellt.



**Abb. 8:** Jahresmittelwerte der PM10 und NO<sub>2</sub>-Belastung, sowie der EC Belastung (anhand von HiVol Filtern, Messung jeder 12. Tag) am Standort Schaffhauerstrasse und anderen OSTLUFT-Standorten.

### Abnahme zwischen 2019 und 2020 in %



**Abb. 9:** Prozentuale Abnahme der Jahresmittelwerte zwischen 2019 und 2020 für PM10, NO<sub>2</sub>, sowie EC (anhand von HiVol Filtern, Messung jeder 12. Tag) am Standort Schaffhauerstrasse und anderen OSTLUFT-Standorten.

Der Jahresmittelwert für Russ wurde anhand der EC (elemental carbon) Messungen ausgewählter Hivol-Filter berechnet. Am Standort Neuhausen wurde an jedem 12. Tag ein Hivol-Filter auf EC bestimmt. Der hier gezeigte Jahresmittelwert EC (HiVol) an den Standorten in Opfikon, St.Gallen und Winterthur wurde ebenfalls zur Vergleichbarkeit anhand von HiVol-Filter-Messungen (gleiche Stichprobe, gleiche Tage) berechnet, obwohl für diese drei Standorte auch kontinuierliche Messungen vorliegen.

Die PM10 Konzentrationen in Neuhausen lagen mit  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich unter dem Grenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel. Zwischen 2019 und 2020 sanken die Konzentrationen damit um etwa 13%, das sind nur wenige Prozent mehr, als an anderen Standorten. Welchen Beitrag die Tunnelöffnung auf die Abnahme hat, ist daher nicht exakt abschätzbar, da die PM10 Belastung auch stark durch das Hintergrundniveau und die Witterung bestimmt wird.

Weitaus grösser war die Verbesserung der  $\text{NO}_2$  Belastung, die direkt den Verkehrsemissionen zugeordnet werden kann. Diese lag 2019 bei  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und sank 2020 auf  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und damit deutlich unter den Jahresmittel-Grenzwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Abnahme zwischen den beiden Jahren ist mit  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bzw. fast 30%, viel grösser, als an den anderen vergleichbaren Standorten. Mindestens die Hälfte des Rückganges kann auf die Tunnelöffnung zurückgeführt werden.

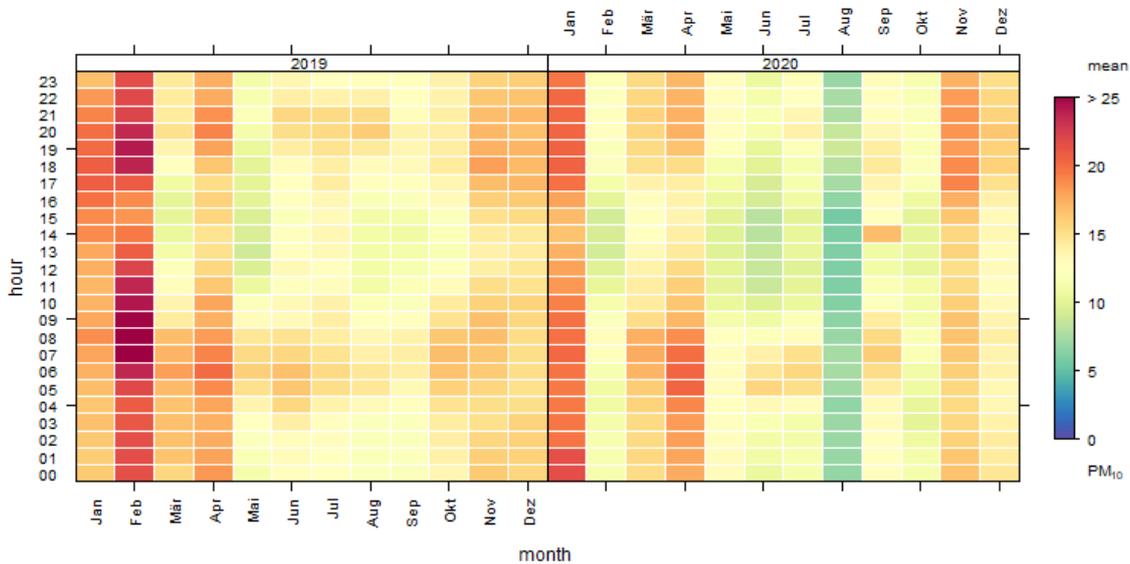
Die Russbelastung (EC Messungen ausgewählter Hivol-Filter) ist in Neuhausen mit  $0.80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $0.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  deutlich höher als der Richtwert der EKL von  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Auch hier ist die Abnahme zwischen den Jahren 2019 und 2020 (rund 20%) grösser als an vergleichbaren Standorten. Ein Teil des Rückganges kann somit auf die Tunnelöffnung zurückgeführt werden.

Weitere Immissionsgrenzwerte gemäss LRV für 24h-Mittelwerte sind für  $\text{NO}_2$ :  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und PM10:  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Tagesmittelgrenzwerte für  $\text{NO}_2$  und PM10 wurden in Neuhausen Schaffhauserstrasse im gesamten Messzeitraum eingehalten.

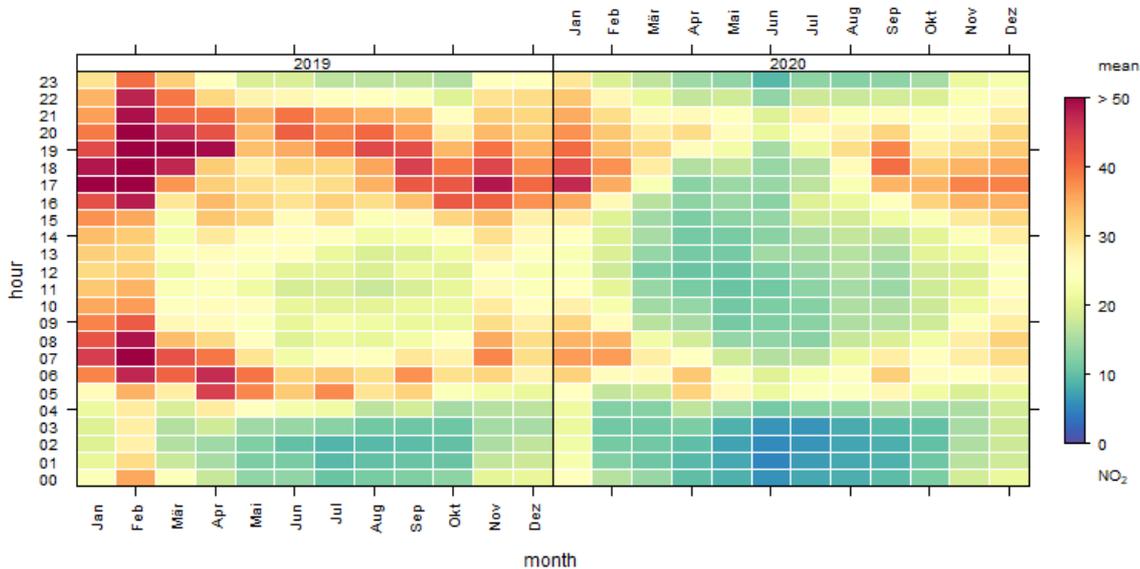
## Vergleich Jahres und Tagesgang

Für Feinstaub PM10 ist der lokale Einfluss des Verkehrs relativ klein, die Belastung wird vor allem durch den stabilen Hintergrund und die Witterung bestimmt. Abb. 10 zeigt den Verlauf der PM10-Belastung in Abhängigkeit von der Tages- und Jahreszeit für 2019 und 2020 in Neuhausen Schaffhauserstrasse. Die Konzentration schwankt im Jahresverlauf stark zwischen Sommer und Winter, diese Unterschiede lassen sich durch die Grenzschichthöhe und das Auftreten von Inversionen erklären, sowie die bessere Durchlüftung im Sommer. Die witterungsbedingten Unterschiede erklären auch die teils deutlichen Konzentrationsunterschiede zwischen den einzelnen Monaten. Auffallend ist z.B. der inversionsreiche Februar 2019. Die Messwerte im August 2020 sind aufgrund des Messausfalls/ Randalairpointer unvollständig und nicht repräsentativ. Im Tagesverlauf schwanken die Konzentrationen nur wenig, leicht erhöhte PM10 Konzentrationen werden jedoch ganzjährig während der Hauptverkehrszeiten erreicht. Generell ist zwischen 2019 und 2020 eine leichte Abnahme (vgl. Abb.8) ersichtlich. Für die  $\text{NO}_2$  Belastung ist der Einfluss des Verkehrs gross, und die Abnahme zwischen 2019 und 2020 markant, vgl. Abb. 11. Die Konzentrationen schwanken im Jahresverlauf zwischen Sommer und Winter, die Witterung ist für  $\text{NO}_2$  jedoch nicht so ausschlaggebend, wie für PM10. Die grössten Konzentrationsunterschiede werden im

Tagesverlauf während der Hauptverkehrszeiten erreicht. Während 2019 noch dauerhaft Stundenmittelwerte über  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auftraten sind 2020 fast keine Belastungen in dieser Grössenordnung zu finden.



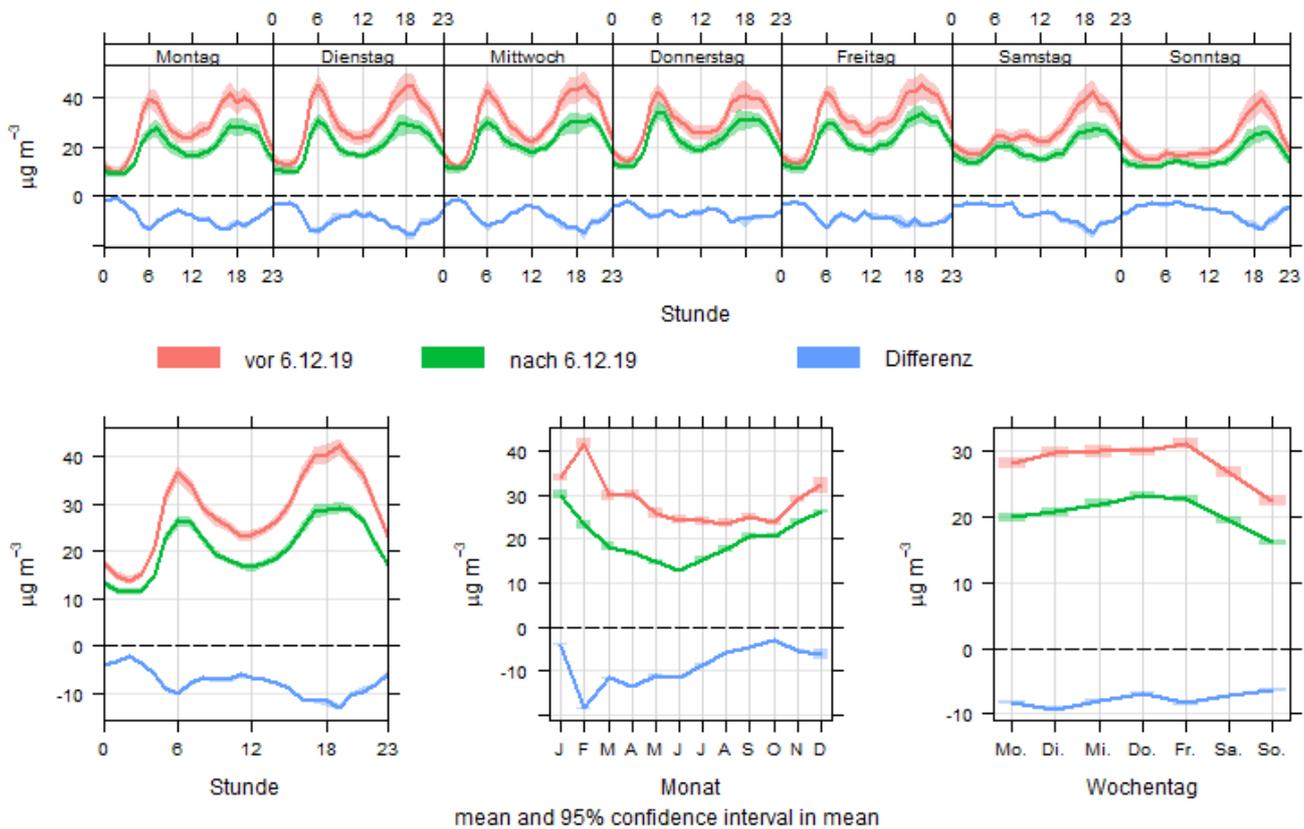
**Abb. 10:** Verlauf der PM<sub>10</sub>-Belastung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (farbkodiert) in Abhängigkeit von der Tages- und Jahreszeit für 2019 und 2020 am Standort Schaffhauserstrasse. Die Messwerte im August 2020 sind aufgrund des Messausfalls (Randale airpointer) unvollständig und nicht repräsentativ.



**Abb. 11:** Verlauf der NO<sub>2</sub>-Belastung in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (farbkodiert) in Abhängigkeit von der Tages- und Jahreszeit für 2019 und 2020 am Standort Schaffhauserstrasse. Die Messwerte im August 2020 sind aufgrund des Messausfalls (Randale airpointer) unvollständig und nicht repräsentativ.

In Abb. 12 sind die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen in Neuhausen Schaffhauserstrasse auch in verschiedenen Zeitaufösungen dargestellt. Die Messreihe der Jahre 2019-2020 wurden dabei für die Zeit vor und nach der Tunnelöffnung analysiert (Messdaten vor dem 6. Dez. 2019 und alle Messdaten danach). Für beide Zeiträume

ist der Tagesverlauf stark verkehrsabhängig. Nach der Tunneleröffnung sanken die durchschnittlichen Konzentrationen im Tagesverlauf um rund  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  während der Hauptverkehrszeiten. Die Konzentrationen folgen dabei einem Wochengang, am Wochenende sind sowohl die Belastungen, als auch die Belastungsänderungen nach der Tunneleröffnung, ein wenig geringer als an Werktagen. Im Jahresgang der Messung nach der Tunneleröffnung (nach 6.Dez. 2019) ist deutlich der Lockdown (März-Juni 2020) erkennbar, in diesem Zeitraum lagen die Monatsmittelwerte der  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen mehr als  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tiefer als im Vorjahr, während sie in den anderen Monaten durchschnittlich nur um  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sanken. Die tiefste Abnahme wurde jedoch im Februar 2020 gemessen, dies ist auf unterschiedliche Witterung (keine Inversion im zweiten Messjahr) der Jahre 2019 und 2020 zurückzuführen.



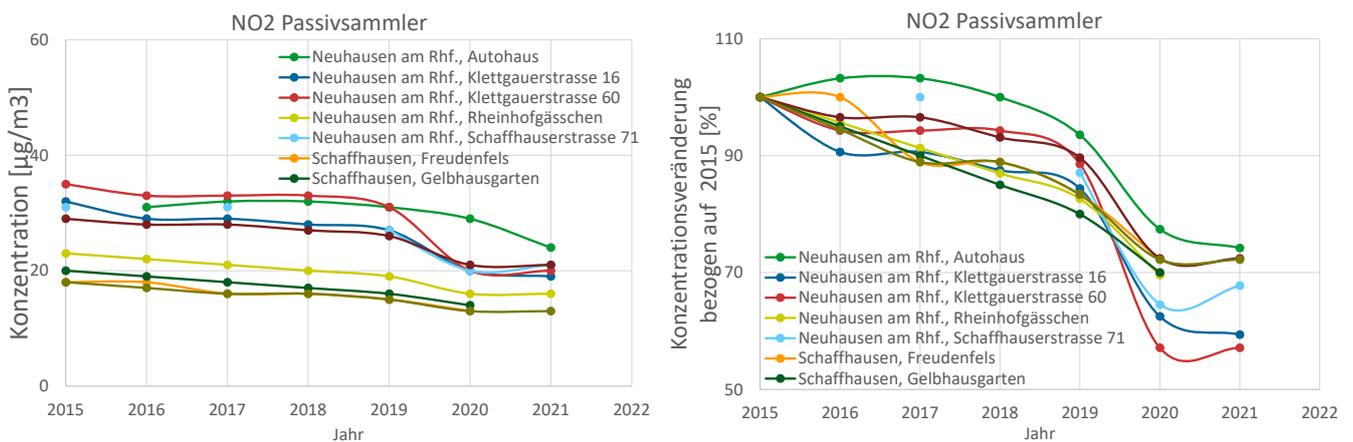
**Abb. 12:** Vergleich der  $\text{NO}_2$ -Belastung (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) am Standort Neuhausen Schaffhauserstrasse, mittlerer Wochengang in Stundenaufösung (oben), Tagesgang (unten links), Jahresgang (unten Mitte) und Wochengang in Tagesaufösung (unten rechts).

## 4.3 Passivsammler

### Übersicht über die $\text{NO}_2$ -Passivsammlerwerte

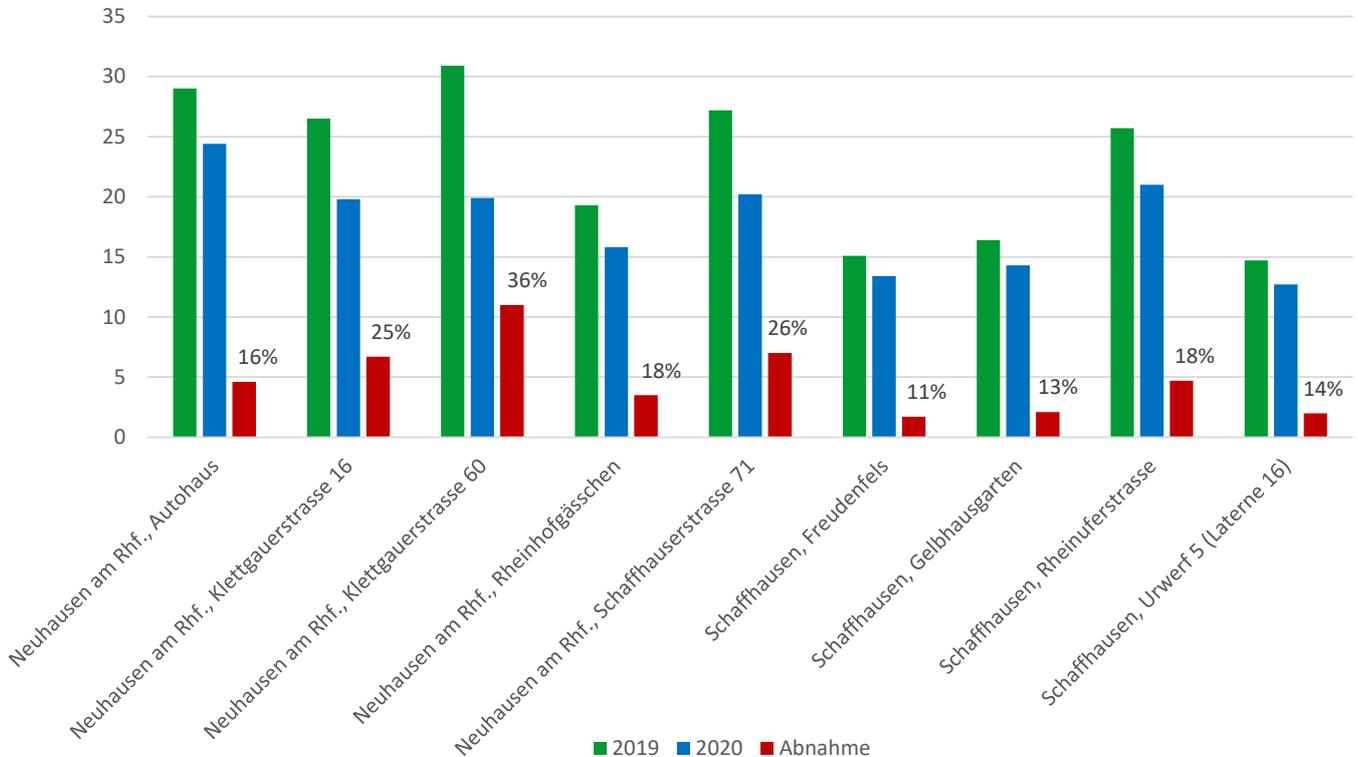
In Abb. 13 sind die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte der langjährigen Passivsammlerstandorte von 2015-2021 als absolute und normierte Werte dargestellt. Aufgrund der Verschärfung der Abgas-Grenzwerte hat die NO<sub>2</sub>-Belastung in den letzten Jahren generell abgenommen. Der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert wurde 2019 nur noch an der Klettgauerstrasse 60 überschritten. Auch 2020 sanken die Konzentrationen an allen Standorten und der Jahresmittelgrenzwert wurde flächendeckend eingehalten. Die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte an den durch den Galgenbucktunnel nicht betroffenen Gebieten sanken zwischen 2015 und 2020 um rund 20-30%. Die Standorte, die durch den Tunnel entlastet wurden (Klettgauerstrasse 16, Klettgauerstrasse 60 und Schaffhauserstrasse. 71) hingegen um bis zu 40%. Im Jahr 2021 blieben die Konzentrationen etwa auf dem Vorjahresniveau.

Abb. 14 vergleicht die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte von 2019 und 2020. An allen Standorten sanken die Konzentrationen um mindestens 13%. Dies ist auf die allgemeine Abnahme 2019/2020 zurückzuführen. An den Standorten Klettgauerstrasse 16, Klettgauerstrasse 60 und Schaffhauserstrasse. 71 sanken die NO<sub>2</sub> Belastungen mit 26-35% markant höher, als an den anderen Passivsammlerstandorten. Der zusätzliche Rückgang von mindestens 15% ist somit auf die Tunnelöffnung zurückzuführen.



**Abb. 13:** NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte (Passivsammlermessungen) für Standorte mit langjährigen Messreihen im Raum Neuhausen/Schaffhausen. Links: Absolute Werte, rechts: Werte normiert zum Jahr 2015.

## NO<sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



**Abb. 14:** Vergleich der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte 2019 und 2020 (Passivsammlermessungen) für Standorte mit langjährigen Messreihen im Raum Neuhausen/ Schaffhausen, sowie die relative Abnahme 2019 zu 2020.

## 4.4 Fazit

- In Raum Neuhausen/Schaffhausen sanken nach der Eröffnung des Galgenbucktunnels im Dezember 2019 die Verkehrsbelastungen entlang der Achse Schaffhauserstrasse - Klettgauerstrasse um 40–54%.
- Auch auf den Ausweichstrecken / Schleichwegen über Rosenbergstrasse / Breite verringerte sich der DTV um 16 – 38 %.
- Die PM<sub>10</sub> Konzentrationen am Standort Neuhausen Schaffhauserstrasse sanken nach der Tunneleröffnung leicht, jedoch kaum mehr als an vergleichbaren OSTLUFT-Standorten, da PM<sub>10</sub> überwiegend durch den Hintergrund beeinflusst wird.
- Die NO<sub>2</sub> Belastung sank am Standort Schaffhauserstrasse zwischen 2019 und 2020 um fast ein Drittel. Rund die Hälfte des Rückganges, also etwa 15%, der Gesamtbelastung kann auf die Tunneleröffnung zurückgeführt werden.

- Im Jahr 2021 lag die NO<sub>2</sub>-Belastung am Standort Schaffhauserstrasse deutlich unter der am Standort Autobahneinfahrt. Einige Jahre zuvor (2014/15) waren die Konzentrationen an den beiden Standorten noch ähnlich hoch.
- Bei der Russbelastung (EC Messungen, Stichproben) ist der Rückgang am Standort Schaffhauserstrasse zwischen den Jahren 2019 und 2020 mit rund 25% deutlich grösser als an vergleichbaren Standorten (5-10%).
- Im Vergleich zu anderen langjährigen Messstandorten im OSTLUFT-Gebiet ist die Messreihe am Standort Neuhausen Schaffhauserstrasse kurz. Dennoch zeigen die vier vorhandenen Jahreswerte einen ähnlichen Verlauf zu anderen Strassenstandorten und bei NO<sub>2</sub> ist deutlich der Rückgang nach der Eröffnung des Galgenbucktunnels sichtbar.
- Eine gleichzeitige Abnahme von DTV und NO<sub>2</sub>, die direkt auf die Tunneleröffnung zurückzuführen ist, trat in Neuhausen auch an den Passivsammlermessorten entlang der Schaffhauserstrasse und Klettgauerstrasse auf. Die NO<sub>2</sub>-Abnahme war proportional jedoch viel geringer als der DTV-Rückgang. Grund dafür ist, dass die Verkehrszahlen keinen linearen Zusammenhang mit dem sekundären Schadstoff NO<sub>2</sub> haben.
- 2020 und 2021 wurde der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelgrenzwert an allen Passivsammlerstandorten im Raum Neuhausen/Schaffhausen eingehalten.

## Anhang

|   | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Neuhausen am Rhf., Autohaus               | 31   | 32   | 32   | 31   | 29   | 24   | 23   |
| Neuhausen am Rhf., Klettgauerstrasse 16   | 32   | 29   | 29   | 28   | 27   | 20   | 19   |
| Neuhausen am Rhf., Klettgauerstrasse 60   | 35   | 33   | 33   | 33   | 31   | 20   | 20   |
| Neuhausen am Rhf., Rheinhofgässchen       | 23   | 22   | 21   | 20   | 19   | 16   | 16   |
| Neuhausen am Rhf., Schaffhauserstrasse 71 | 31   |      | 31   |      | 27   | 20   | 21   |
| Schaffhausen, Freudenfels                 | 18   | 18   | 16   | 16   | 15   | 13   |      |
| Schaffhausen, Gelbhausgarten              | 20   | 19   | 18   | 17   | 16   | 14   |      |
| Schaffhausen, Rheuferstrasse              | 29   | 28   | 28   | 27   | 26   | 21   | 21   |
| Schaffhausen, Urwerf 5 (Laterne 16)       | 18   | 17   | 16   | 16   | 15   | 13   | 13   |

**Tab. A1:** Jahresmittelwerte der Passivsammler im Untersuchungsgebiet in µg/m<sup>3</sup>