

Feinstaub-Messungen mit Mikrosensoren auf Tramlinien Region Dreiländereck Basel

Bericht

Lufthygieneamt beider Basel

28.09.2020

Cécile Waber | Silja Oelrichs | René Glanzmann



Bildquelle: Basler Verkehrsbetriebe (BVB)

Inhalt

| | |
|--|----|
| 1. Zusammenfassung..... | 3 |
| 2. Einleitung..... | 5 |
| 2.1. Ausgangslage..... | 5 |
| 2.2. Das Atmo-VISION Gebiet..... | 6 |
| 2.3. Einsatz von Mikrosensoren..... | 6 |
| 2.4. Feinstaub..... | 7 |
| 2.5. Zusammenarbeit mit der BVB..... | 7 |
| 2.6. Ziel des Projektes..... | 8 |
| 2.7. Mikrosensor AtmoTrack..... | 8 |
| 3. Resultate..... | 10 |
| 3.1. Datenauswertung..... | 10 |
| 3.2. Referenzmessungen..... | 13 |
| 4. Fazit..... | 15 |
| 5. Literaturverzeichnis..... | 16 |
| 6. Anhang..... | 17 |
| 6.1. Medienmitteilung vom 31. Januar 2020..... | 17 |

1. Zusammenfassung

Als grenzüberschreitendes Projekt hat sich «Atmo-VISION» zum Ziel gesetzt, eine Verbesserung der Luftqualität im gesamten Oberrheingebiet zu erreichen. Da Luftverschmutzung keine Grenzen kennt, ist die Erforschung der Verursacher der Luftverschmutzung auf trinationaler Ebene zielführender. Atmo-VISION versucht, verschiedenste Interessensgruppen miteinzubeziehen und konkrete Instrumente zur Verfügung zu stellen. Die Versuche mit preisgünstigen Mikrosensoren sind Teil des Atmo-VISION-Projektes.

In Zusammenarbeit mit den Basler Verkehrs-Betrieben (BVB) wurden durch das Lufthygieneamt beider Basel (LHA) fünf Tramzüge mit Mikrosensoren ausgerüstet. Der ausgewählte Sensor «AtmoTrack» misst die Konzentration der Feinstaubfraktionen von <1 bis 10 Mikrometer in der Luft. Parallel zu den Trammessungen wurden zwei permanente Messstationen des LHA für Referenzmessungen mit diesem Mikrosensoren-Typ ausgerüstet. Für die Messungen wurde der Tramtyp „Flexity“ ausgewählt, weil dieser Typ über die Grenzen nach Frankreich (St. Louis) und Deutschland (Weil am Rhein) fährt. Wir danken der BVB an dieser Stelle herzlich für ihre Bereitschaft unser Projekt tatkräftig zu unterstützen.

Da in der Winterzeit die Feinstaubbelastung in der Regel höher ist als in den Sommermonaten, startete die Messkampagne Ende 2019 und endete im März 2020.

Ziel dieses Projektes war die Beobachtung der Luftqualität während den Tramfahrten um zu prüfen, ob die Messungen aktuelle Luftanalysen der Stadt Basel verfeinern und erweitern können. Gleichzeitig konnte der Einsatz von Mikrosensoren für mobile Messungen getestet und Vor- und Nachteile der neuen Messtechnik konnten ermittelt werden.

Das Projekt stiess bereits zu Beginn auf reges mediales Interesse und zeigt das Bedürfnis der Bevölkerung, mehr über die regionale Luftqualität zu erfahren. Die mobilen Messungen ermöglichen eine Visualisierung der Feinstaubwerte, wie es bis jetzt noch nicht möglich war. Die Belastung an Feinstaub veränderte sich während des Messzeitraumes regelmässig grossräumig, was nebst den Emissionsquellen (z.B. Verkehr, Heizungen) den starken Einfluss der Wetterverhältnisse (z.B. winterliche Inversionslagen) aufzeigt.

Die Datenauswertung erfolgte mittels QGIS Version 3.10. Mit dieser GIS-Applikation wurden Kartenausschnitte zu den jeweiligen Feinstaubbelastungssituationen erstellt. Um die grosse zeitliche und räumliche Variabilität der Feinstaubwerte aufzuzeigen, finden sich im Anhang zum vorliegenden Bericht zahlreiche Beispiele für die unterschiedlichen Feinstaubkonzentrationen entlang der fünf Tramlinien. Die Betrachtung der Kartenausschnitte ergibt einen Einblick in das breite Spektrum der Feinstaubsituation. Einerseits als Tagesüberblick, andererseits auch in Stunden- oder Detailansichten mit den dazugehörigen Messwerten.

Die Vergleichsmessungen mit den stationären Geräten an den permanenten Messstationen zeigen auf, dass deutliche Messunterschiede zwischen den preisgünstigen Mikrosensoren und den offiziellen Messstationen vorliegen. Aufgrund der grossen Messunsicherheit können diese Mikrosensoren die bestehenden Luftanalysen noch nicht erweitern. Die Daten können aber für relative Vergleiche benützt werden und zeigen auf, wie sich die Luftbelastung in der Region Basel durch verschiedene Gegebenheiten erhöht bzw. reduziert.

Aus Sicht des LHA ist eine Weiterführung dieses Projekts prüfenswert. Eine mögliche Weiterentwicklung wäre neben der Erhöhung der Messgenauigkeit auch die Anzeige der aktuellen Werte in Echtzeit im sensor-ausgestatteten Tram.

2. Einleitung

2.1. Ausgangslage

Trotz vielfältiger Bemühungen werden im Oberrheingebiet die jeweils nationalen Luftreinhaltgrenzwerte nicht eingehalten. Diese Problematik erfordert, dass die lokalen Beteiligten die geographische, sektorielle und energetische Herkunft der Luftbelastung besser verstehen, um Massnahmen zur Verbesserung zielgerecht umsetzen zu können.

Unter diesem Gesichtspunkt hat die Expertengruppe Luftreinhaltung im Rahmen des Programms INTERREG-V der europäischen Union das Projekt Atmo-VISION ausgearbeitet. Atmo-VISION ist ein trinationales Projekt zur Verbesserung der Luftqualität am Oberrhein unter Einbeziehung vieler Partner in Deutschland, Frankreich und der Schweiz. Da Luftverschmutzung keine Grenzen kennt, ist die Erforschung der Verursacher der Luftverschmutzung auf trinationaler Ebene zielführender. Atmo-VISION versucht, verschiedenste Interessensgruppen miteinzubeziehen und konkrete Instrumente zur Verfügung zu stellen. Als grenzüberschreitendes Projekt hat sich Atmo-VISION zum Ziel gesetzt, einen Mehrwert für die Verbesserung der Luftqualität im gesamten Oberrheingebiet zu erreichen. Innerhalb dessen sollen Luft-, Klima- und Energiedaten erhoben werden, um damit strategische und pädagogische Instrumente zu schaffen. Im Kontext der digitalen Demokratisierung möchte Atmo-VISION u. a. auf den „Trend“ Mikrosensoren eingehen.

Neben diesem Teilprojekt rüstete das (LHA) auch Freiwillige mit Mikrosensoren aus, um in ihrem alltäglichen Leben Messungen der Luftqualität durchzuführen. Diese Ergebnisse sind in einem separaten Bericht festgehalten.

2.2. Das Atmo-VISION Gebiet



Abbildung 1: Das Atmo-VISION Gebiet

Von den fünf Schweizer Kantonen die zum trinationalen Oberrheingebiet gehören, sind im Süden nur die Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft Teil des Atmo-VISION Untersuchungsgebietes. Im Norden erstreckt sich das Untersuchungsgebiet Atmo-VISION über Baden-Württemberg und die Pfalz hinaus bis nach Mannheim und Ludwigshafen sowie das Elsass der Région Grand-Est.

2.3. Einsatz von Mikrosensoren

Im Zuge der Digitalisierung sind kostengünstige, innovative Mikrosensoren zur Messung der Luftbelastung auf den Markt gekommen: Einzelpersonen können diese erwerben und damit ihre eigenen Beobachtungen machen. Dies eröffnet auch die Möglichkeit, von Einwohnerinnen und Einwohnern betriebene „Messnetze“ aufzubauen. Dabei werden Daten zur Luftqualität ermittelt, die sich nach aktuellen Erfahrungen von den Informationen unterscheiden, die von Messnetzen mit Referenzmessgeräten erzeugt werden.

Die Partner von Atmo-VISION möchten diese allgemeine Bewegung aufgreifen und die gesellschaftlichen Erwartungen mit einer doppelten Zielsetzung begleiten: Sensibilisierung und Schulung der Bevölkerung in Bezug auf Luftschadstoffe, aber auch Schulung bezüglich der korrekten Anwendung von Mikrosensoren inklusive Aufzeigen der Grenzen dieser Technologien.

2.4. Feinstaub

Feinstaub (Engl.: Particulate Matter, PM) ist ein Gemisch aus kleinsten Staubteilchen und besteht einerseits aus primären Partikeln, die direkt durch Verbrennungsprozesse ausgestossen werden (z. B. Dieselmotoren, Holzheizungen), durch mechanischen Abrieb von Reifen, Bremsen, Strassenbelag und Aufwirbelung entstehen oder aus natürlichen Quellen stammen. Andererseits entsteht Feinstaub auch aus sekundären Partikeln, welche sich erst in der Luft aus gasförmigen Vorläuferschadstoffen (Schwefeldioxid, Stickoxide, Ammoniak, flüchtige organische Verbindungen) bilden (<https://feinstaub.ch/was-ist-feinstaub>, 16.07.2020).

Als Feinstaub PM10 bzw. PM2.5 werden Partikel bezeichnet, deren Durchmesser weniger als 10 bzw. 2.5 Tausendstel-Millimeter beträgt. Deshalb können diese Partikel tief in die feinsten Verästelungen der Lunge eindringen und von dort zum Teil in die Lymph- und Blutbahnen gelangen. Die zerklüftete Struktur dieser Partikel ermöglicht eine Anlagerung von weiteren giftigen Substanzen (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/fachinformationen/luftqualitaet-in-der-schweiz/feinstaub.html>, 16.07.2020).

Mit der Revision der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 11. April 2018 gelten in der Schweiz folgende Immissionsgrenzwerte:

| | |
|-----------------|--|
| Feinstaub PM10 | 20 µg/m ³ Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |
| | 50 µg/m ³ 24-h-Mittelwert; darf höchstens dreimal pro Jahr überschritten werden |
| Feinstaub PM2.5 | 10 µg/m ³ Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert) |

2.5. Zusammenarbeit mit der BVB

Die BVB hat sich dankenswerterweise bereit erklärt, das LHA bei diesem Projekt zu unterstützen. Die Mikrosensoren wurden auf den „langen“ Flexity-Trams verwendet, da diese Tramtypen u.a. auf den Linien 3 und 8 eingesetzt werden. Diese Linien fahren über die Grenzen nach Frankreich (St. Louis) und nach Deutschland (Weil am Rhein), was eine grenzüberschreitende Luftmessung ermöglicht. Der Einsatz der Flexity-Trams ist weitestgehend linienunabhängig, d.h. es wurden zusätzliche Linien in die Messkampagne miteinbezogen.

Die Sensoren wurden auf dem Dach an einen Klemmkasten im hinteren Bereich des Trams befestigt. Dieser Bereich ist am besten vor allfälligem Abrieb durch den Stromabnehmer, die Räder und die Bremsen geschützt. Die Anströmung wurde gemäss den Herstellervorgaben sichergestellt. Untenstehende Bilder zeigen Einblicke zum Sensoreinbau in den Service-Zentren der BVB.



Abbildung 2 : Installation der Sensoren

2.6. Ziel des Projektes

Dieses Projekt ermöglicht den Partnern von Atmo-VISION, die Chancen und Risiken von neuartigen Mikrosensoren zu ermitteln. Atmo-VISION möchte diesen Trend unterstützen, da diese Entwicklung langfristig gesehen ein grosses Potential darstellt, das derzeitige Messnetz zu vervollständigen. Dieses Projekt dient dazu, Erfahrungen im Einsatz von Mikrosensoren zu sammeln, um die Stärken und Schwächen dieser Entwicklung zu erkennen.

Das Projekt soll dabei helfen aufzuzeigen, ob der Einsatz von mobilen Messungen geeignet ist, um die aktuellen Luftanalysen zu verfeinern und Veränderungen festzustellen. Die Durchführung der Messungen hat neben den wissenschaftlichen Erkenntnissen innovativen Charakter und steht symbolisch für «Luft kennt keine Grenzen».

2.7. Mikrosensor AtmoTrack

Für das Projekt wurde der Mikrosensor «AtmoTrack» der Firma «42 Factory» eingesetzt. Er eignet sich besonders für mobile Messungen. Hierzu wird er an einem Fahrzeug, wie z.B. einem Auto, Nutzfahrzeug, Bus oder Tram befestigt. Dieser Sensor misst Feinstaub PM10, PM2.5 und PM1 in der Umgebungsluft mit einem optischen Partikelzähler sowie die Raumtemperatur und die relative Luftfeuchtigkeit. Er verfügt über ein integriertes Geolokalisierungssystem, wobei die Standort- und Messdaten in Echtzeit per Mobilfunk übertragen werden. Diese technischen Merkmale ermöglichen es dem AtmoTrack, die Entwicklung der Luftqualität während einer Fahrt zu verfolgen.

Technische Daten AtmoTrack

| | |
|-------------------|---|
| Gewicht | Ca. 500 g |
| Dimensionen | 140 x 140 x 46.5 mm |
| Temperaturbereich | Einsetzbar bei -10 bis +60 °C |
| Rel. Luftfeuchte | Einsetzbar bei 0 bis 99 % rel. LF |
| Stromversorgung | Gleichstrom 9 bis 24 V |
| Energieverbrauch | Ca. 3 W |
| Verbindung | WiFi: 802.11 b/g/n GSM: 2G (1900, 1800, 900, 850 Hz) |
| Datenexport | Im CSV-Format möglich |
| Messbereich | 0 bis 500 µg/m ³ |
| Messunsicherheit | +/-10 % zwischen 100-500 µg/m ³ +/-10 µg zwischen 0-100 µg/m ³ |

3. Resultate

Die installierten Sensoren generierten im Berichtszeitraum eine sehr grosse Menge an Daten, welche ausgewertet wurden. Die Auswertung ergab ein Dutzend interessanter Episoden, welche aus Platzgründen in einem separaten Anhang zu diesem Bericht aufgeführt und bewertet werden.

3.1. Datenauswertung

Die Datenauswertung der fünf installierten Tramsensoren geschah mittels QGIS 3.10, mit welchem entweder ganze Tagesübersichten oder einzelne Stunden grafisch dargestellt werden können. Zur Rekonstruktion der an den bestimmten Daten vorherrschenden Wetterlage dienen die Messwerte der Messstation Basel-Binningen von MeteoSchweiz (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, Klimabulletins Januar 2020- März 2020).

Beispielhaft werden hier zwei Episoden aus dem eingangs erwähnten Anhang aufgeführt:

1. Das Jahr 2020 hat in der zweiten Nachthälfte der Silvesternacht vom **01.01.2020** mit den höchsten gemessenen Werten in dieser Messperiode begonnen:

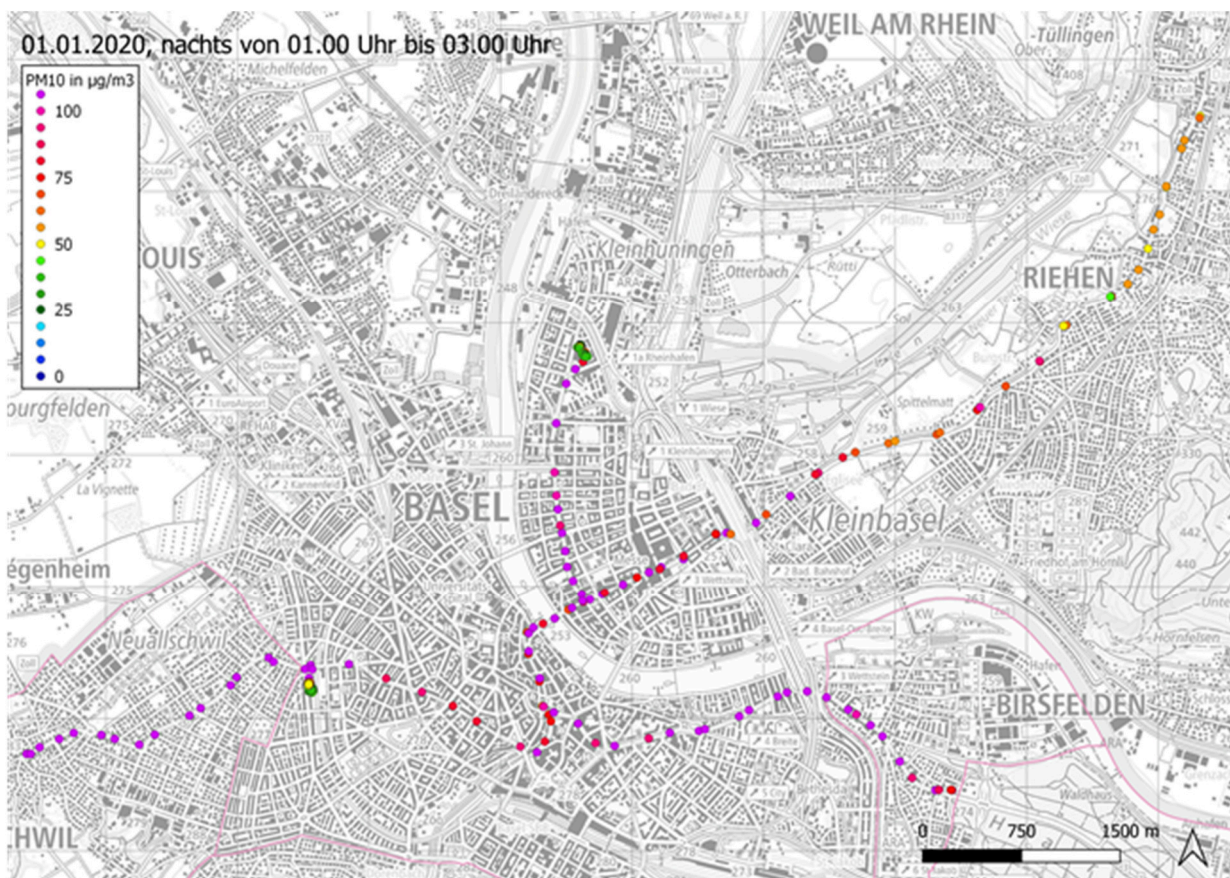


Abbildung 3 : 01.01.2020, 01.00 Uhr bis 03.00 Uhr (PM10)

2. Morgeninversion vom **21.03.2020**:

Normalerweise nimmt die Temperatur mit der Höhe ab. Bei einer Inversionslage nimmt die Lufttemperatur allerdings in einer gewissen Höhe zu. Dadurch können sich die Luftmassen nicht mehr wie gewohnt vertikal austauschen und es entsteht eine Art Deckel. Die Verdünnung der mit Feinstaub angereicherten Luft mit «sauberer» Luft ist so nur noch in geringem Volumen möglich, wodurch sich die Feinstaubkonzentration mit zunehmender Dauer der Inversion erhöht.

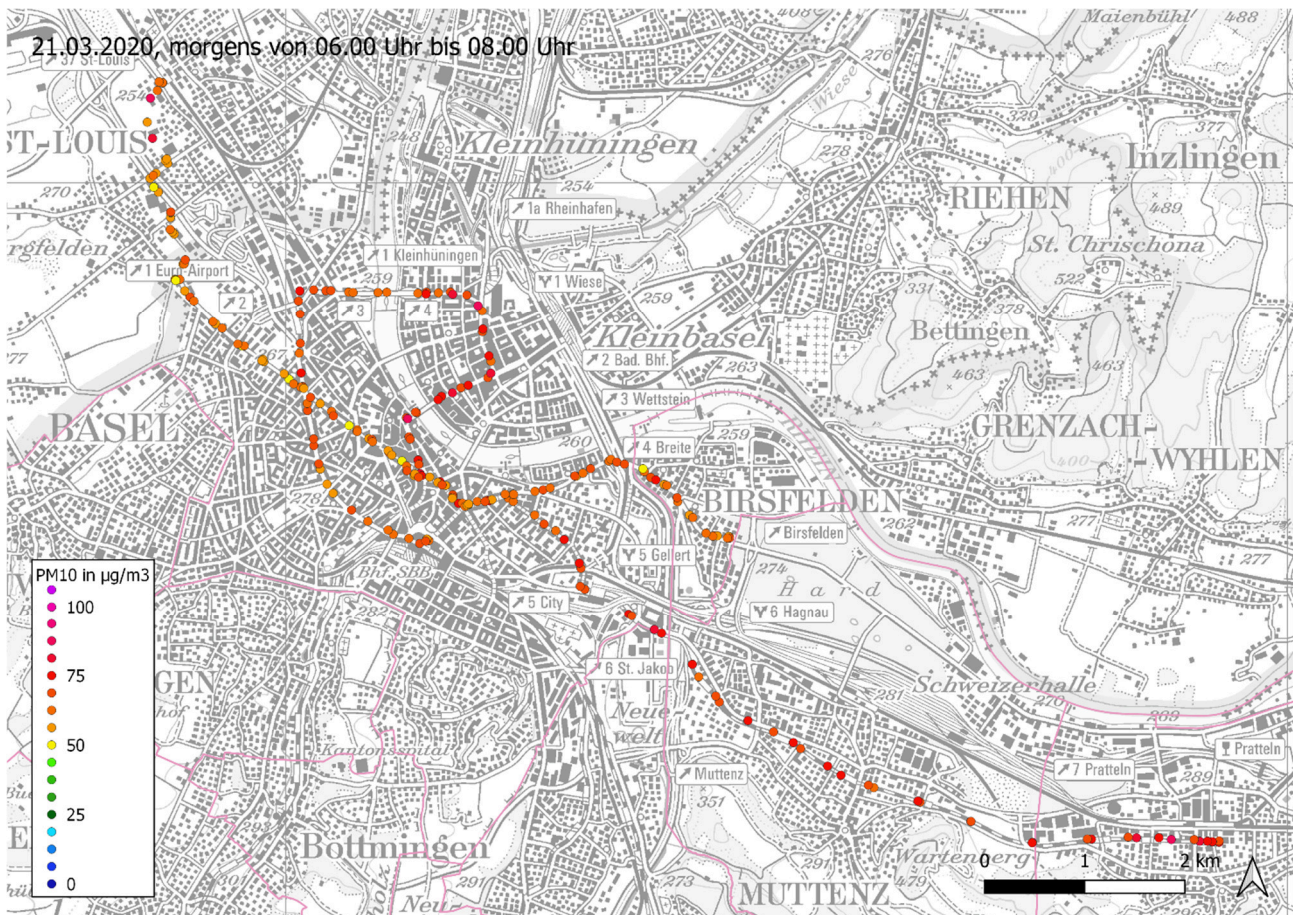


Abbildung 4 : 21.03.2020, 06.00 Uhr bis 08.00 Uhr (PM10)

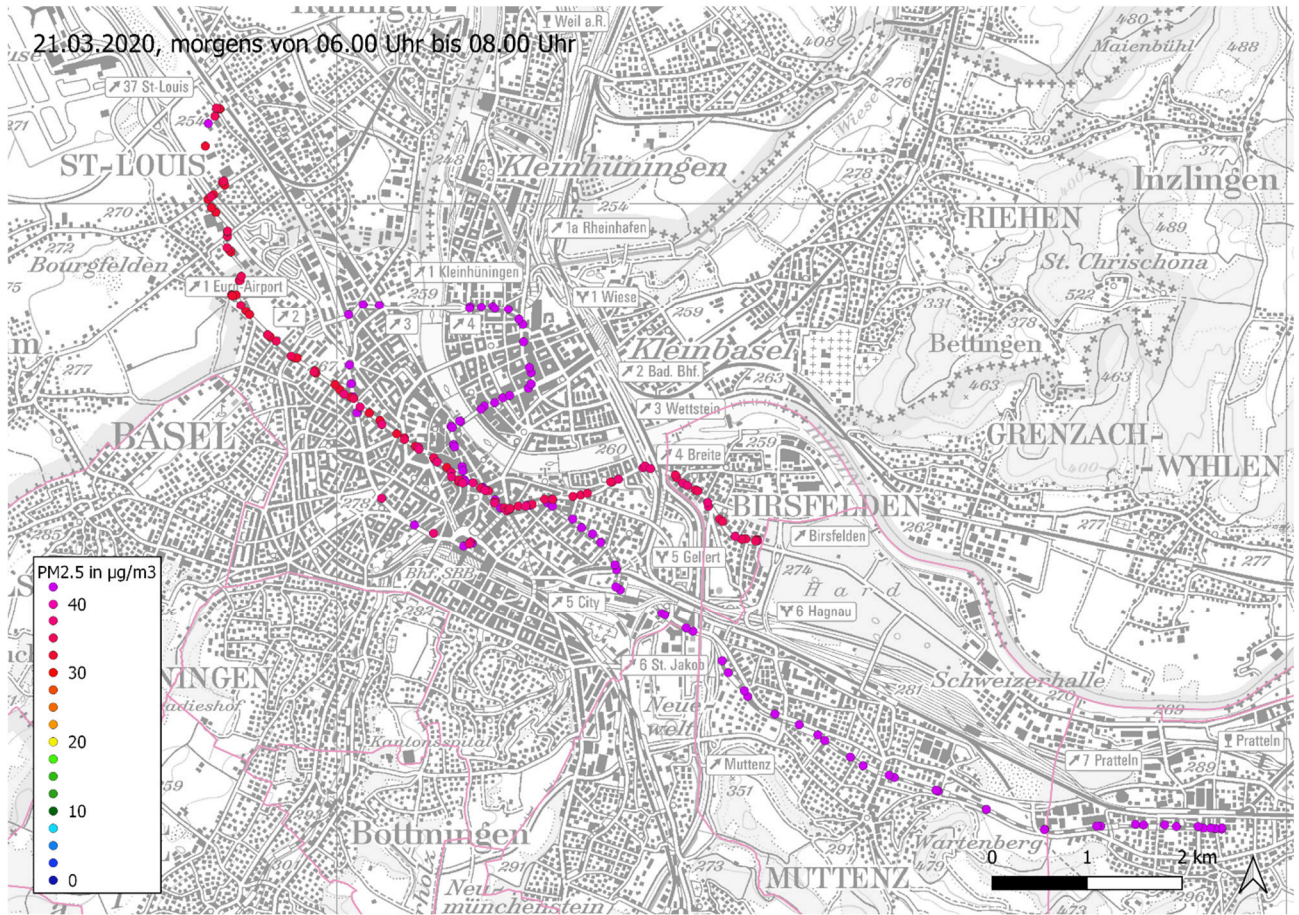


Abbildung 5 : 21.03.2020, 06.00 Uhr bis 08.00 Uhr (PM2.5)

3.2. Referenzmessungen

Neben den fünf Sensoren auf den Trams wurden zwei Sensoren für Vergleichsmessungen an die beiden permanenten LHA-Messstationen an der Feldbergstrasse und im St. Johann montiert. Die Vergleichsmessungen mit dem stationären Referenz-Messgerät «Digital HVS» dienen dazu, die Datenqualität und die Messunsicherheit zu untersuchen.

Die Messunsicherheit beider Sensoren und Feinstaubfraktionen wurde über die gesamte Messdauer basierend auf den Tagesmittelwerten berechnet. Zusammengefasst konnten folgende Kenngrößen berechnet werden:

| | | FELD PM10 | FELD PM2.5 | SJPL PM10 | SJPL PM2.5 |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Begin | <i>dd.mm.jjjj</i> | 12.12.2019 | 01.12.2019 | 12.12.2019 | 01.12.2019 |
| Ende | <i>dd.mm.jjjj</i> | 17.03.2020 | 03.03.2020 | 17.03.2020 | 03.03.2020 |
| Wertepaare | <i>n</i> | 49 | 48 | 49 | 51 |
| Kleinster (HVS) | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 6.9 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| Grösster (HVS) | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 31.4 | 29.4 | 31.4 | 37.8 |
| Mittelwert (HVS) | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 17.4 | 13.4 | 15.9 | 11.0 |
| Kleinster (AtmoTrack) | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 4.1 | 1.0 | 2.0 | 1.0 |
| Grösster (AtmoTrack) | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 48.1 | 31.9 | 33.5 | 38.4 |
| Mittelwert (AtmoTrack) | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 17.4 | 10.2 | 12.3 | 9.9 |
| Unsicherheit der Präzision $u(P)$ | | 47% | 78% | 58% | 55% |
| Unsicherheit der Richtigkeit $u(R_m)$ | | 9% | 15% | 14% | 10% |
| Kombinierte Messunsicherheit u_c | | 48% | 79% | 60% | 56% |
| Erweiterte Messunsicherheit U | | 96% | 159% | 119% | 112% |

Beim Vergleich zweier verschiedener Messmethoden ergeben sich unvermeidlich Abweichungen. Bei der Methode „HVS“ handelt es sich um eine gravimetrische Methode, die Feinstaub während einer definierten Zeit auf einem Filter sammelt und diese dann im Labor gewogen werden. Durch das ebenfalls gemessene Luftvolumen wird anschliessend die Massenkonzentration berechnet. Sie gilt als

„Referenzmethode“, welche das Bundesamt für Umwelt (BAFU) zur Beurteilung der Luftqualität vorgibt (<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/vollzugshilfen.html>, Stand 18.09.2020). Der Sensor AtmoTrack basiert auf einer optischen Methode, bei der Partikel in einem Laserstrahl gezählt und basierend auf einem herstellereigenen Algorithmus in eine Massenkonzentration umgerechnet werden. Der grosse Vorteil der zweiten Methode liegt in der Möglichkeit, Feinstaubkonzentrationen in Echtzeit zu ermitteln.

Die auf den ersten Blick teilweise geringen Abweichungen beim Mittelwert (z.B. PM10 Feldbergstrasse oder PM2.5 St. Johannis-Platz) trügen. Wenn die erweiterte Messunsicherheit nach den anerkannten Methoden, basierend auf den Tagesmittelwerten, berechnet wird, ergeben sich grössere Differenzen im Bereich von 96 bis 159 %. Diese grossen Unsicherheiten haben zur Folge, dass die ermittelten Werte nicht als absolute Werte zur Verfeinerung der regionalen Luftanalysen verwendet werden können. Relative Vergleiche der lokalen Feinstaubbelastung können jedoch vorgenommen werden.

4. Fazit

Die ausgezeichnete Zusammenarbeit mit der BVB trug wesentlich dazu bei, dass diese ersten mobilen Feinstaubmessungen durch das LHA spannende Resultate ergaben. Wir bedanken uns an dieser Stelle herzlich bei der BVB, welche für eine unkomplizierte und problemlose Installation der Sensoren sorgten und unser Projekt unterstützten.

Das Projekt stiess bereits zu Beginn auf mediales Interesse und zeigt das Bedürfnis der Bevölkerung auf, mehr über die regionale Luftqualität zu erfahren. Die mobilen Messungen erlauben eine Visualisierung der Feinstaubwerte, wie es bis jetzt nicht möglich war. Die permanenten Messstationen in der Region Basel überwachen die Luftbelastung an spezifischen Orten bzw. für einen spezifischen Standorttyp (z.B. verkehrsreiche Strasse, gering belasteter Hintergrund, etc.). Die mobilen Messungen auf den Tramzügen hingegen können den Verlauf der Feinstaubwerte innerhalb eines Standorttyps ermitteln: Beispielsweise eine sich verändernde Verkehrssituation in einer bestimmten Strasse, wie dies manchmal an den Grenzübergängen anzutreffen war.

Die Resultate zeigen auf, wie einerseits die Wetterverhältnisse und andererseits die Emissionsquellen nahe an den Tramlinien die Feinstaubwerte beeinflussen. Da die Messungen während der Winterzeit durchgeführt wurden, zeigen die Auswertungen den Zusammenhang zwischen den Inversionswetterlagen und den erhöhten Feinstaubwerten. Dies kann an den Tagen vom 21.01.-29.01.2020 (stabile Inversion) und 21.03.2020 (Morgeninversion) beobachtet werden. Diese Wetterverhältnisse führen zu stark erhöhten Feinstaubkonzentrationen im ganzen Messgebiet, welche die LRV-Grenzwerte deutlich überschritten.

Die mobilen Messungen lieferten auch interessante Hinweise auf Emissionsquellen, die punktuell zu erhöhten Werten führten. So wurden beispielsweise am Abend des 24.02.2020 beim Zoll zwischen der Schweiz und Deutschland erhöhte Werte gemessen, die vermutlich auf einen Stau vor der Grenze hindeuten. Allgemein können regelmässig höhere Feinstaubbelastungen an den Grenzübergängen nach Weil oder nach St. Louis aufgezeigt werden. Ähnliche kurzzeitige Höchstwerte sind auch bei der morgendlichen „Rush Hour“ im Innenstadtbereich erkennbar.

Nebst den lokalen Veränderungen ermöglichten die Messungen auf den fünf Tramlinien eine Momentaufnahme der Feinstaubbelastung, verteilt auf weite Teile der Stadt Basel bis Riehen und Teile des Kantons Basel-Landschaft von Allschwil über Binningen bis Pratteln.

Die Vergleichsmessungen mit den stationären Geräten an den permanenten Messstationen zeigen auf, dass deutliche Messunterschiede zwischen den preisgünstigen Mikrosensoren und den Messstationen vorhanden sind. Aufgrund der grossen Messunsicherheit von 96 bis 159 % können diese Mikrosensoren die bestehenden Luftanalysen noch nicht erweitern bzw. verfeinern. Die Daten können aber für relative Vergleiche benützt werden und veranschaulichen, wie sich die Luftbelastung in der Region Basel durch verschiedene Gegebenheiten erhöht bzw. reduziert.

Aus Sicht des LHA wäre es wünschenswert, eine Weiterführung dieses Projekt vertieft zu prüfen. Eine mögliche Weiterentwicklung wäre neben der Erhöhung der Messgenauigkeit auch die Anzeige der aktuellen Werte in Echtzeit im sensor-ausgestatteten Tram.

5. Literaturverzeichnis

Atmo-VISION, Zugriff 20.07.2020, <https://atmo-vision.eu/de/>

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Feinstaub, Zugriff 16.07.2020, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/fachinformationen/luftqualitaet-in-der-schweiz/feinstaub.html>

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung (LRV), Zugriff 16.07.2020: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/fachinformationen/luftqualitaet-in-der-schweiz/grenzwerte-fuer-die-luftbelastung/immissionsgrenzwerte-der-luftreinhalteverordnung--lrv-.html>

Feinstaub.ch, Was ist Feinstaub, Zugriff 16.07.2020, <https://feinstaub.ch/was-ist-feinstaub>

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz), Inversion https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/klimawandel-schweiz/aerosol-beobachtung.html?query=grenzschicht&pageIndex=0&tab=search_tab, Stand 25.08.2020.

Kraus, Helmut: Grundlagen der Grenzschicht-Meteorologie, Berlin/Heidelberg 2008.

Bundesamt für Umwelt (BAFU), Zugriff 18.09.2020: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/vollzugshilfen.html>

6. Anhang

6.1. Medienmitteilung vom 31. Januar 2020

AtmoVISION: Luftmessungen auf Basler Tramlinien

In Zusammenarbeit mit den Basler Verkehrsbetrieben (BVB) werden ausgewählte Tramlinien mit Mikrosensoren ausgerüstet, welche die Aussenluftqualität während des Trambetriebes messen. Die Messkampagne startete Ende 2019 und dauert bis im März 2020 an.

Als grenzüberschreitendes Projekt hat sich AtmoVISION zum Ziel gesetzt, eine Verbesserung der Luftqualität im gesamten Oberrheingebiet zu erreichen. Da Luftverschmutzung keine Grenzen kennt, wird sie auf trinationaler Ebene erforscht. AtmoVISION bezieht verschiedene Interessensgruppen mit ein.

Luft kennt keine Grenzen

In der Winterzeit ist die Feinstaubbelastung höher als in den Sommermonaten, weshalb die Luftmessungen während den aktuellen Monaten durchgeführt werden. Die Mikrosensoren messen die Konzentrationen von Feinstaub unterschiedlicher Grösse (von kleiner 1 bis 10 Mikrometer). Die BVB hat die Zusammenarbeit mit dem Lufthygieneamt beider Basel und ihre Unterstützung von Beginn weg zugesichert. Die Mikrosensoren werden auf den «langen» Flexity-Trams im Einsatz sein, da diese Tramtypen u.a. auf den Linien 3 und 8 eingesetzt werden. Diese Linien fahren über die Grenzen nach Frankreich (St. Louis) und Deutschland (Weil am Rhein), was eine grenzüberschreitende Luftmessung ermöglicht und das Ziel von AtmoVISION unterstreicht.

Mit dem Projekt sollen einerseits bestehende Luftanalysen der Stadt Basel verfeinert und erweitert werden. Andererseits werden der Einsatz von Mikrosensoren für mobile Messungen getestet und Vor- und Nachteile der neuen Messtechnik ermittelt. Die Durchführung der Messungen hat neben den wissenschaftlichen Erkenntnissen innovativen Charakter und steht symbolisch für «Luft kennt keine Grenzen».

Erste Resultate

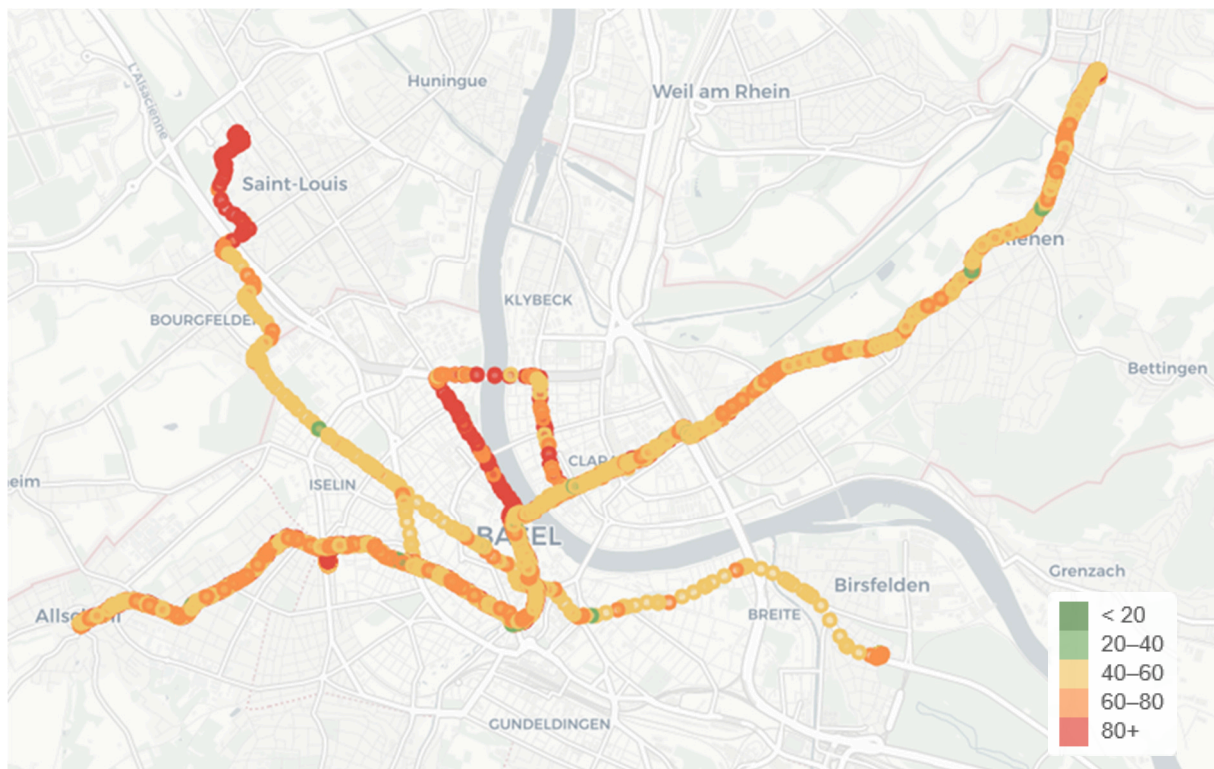
Die Sensoren konnten mithilfe der BVB auf den Dächern von fünf Trams erfolgreich installiert werden und liefern Echtzeit- und Verlaufsdaten. Neben den Linien 3 und 8 sind die Sensoren auch auf der Tramlinie 14 bis nach Muttenz und Pratteln und mit der Linie 6 zwischen Allschwil und Riehen sowie mit der Linie 2 von Riehen bis nach Binningen unterwegs.

Interessante Feinstaubwerte wurden beispielsweise während des Silvesterfeuerwerks gemessen. Auf der untenstehenden Karte sind die Einzelwerte an Feinstaub (Partikel kleiner als 10

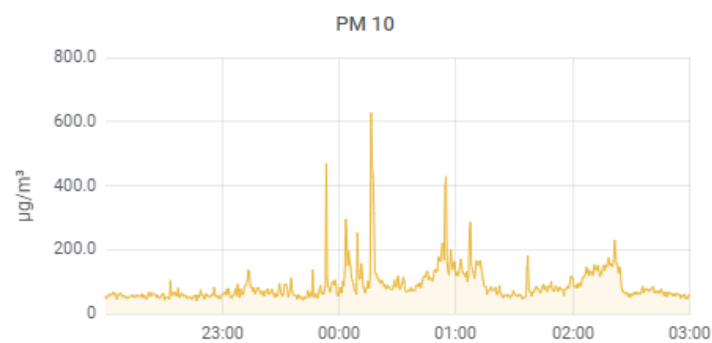
Mikrogramm) abgebildet, die mit einem Flexity-Tram in der Silvesternacht gemessen wurden. Weitere Ergebnisse werden nach Abschluss der Messkampagne veröffentlicht.

Für Rückfragen:

Cécile Waber, Lufthygieneamt beider Basel, Tel. 061 552 56 19



Einzelwerte an Feinstaub (PM10) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, die von einem Tram zwischen 31.12.19 18:00 Uhr und 01.01.2020 06:00 Uhr gemessen wurden.



Einzelwerte an Feinstaub (PM10) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, die von einem Tram zwischen 31.12.19 22:00 Uhr und 01.01.2020 03:00 Uhr gemessen wurden.