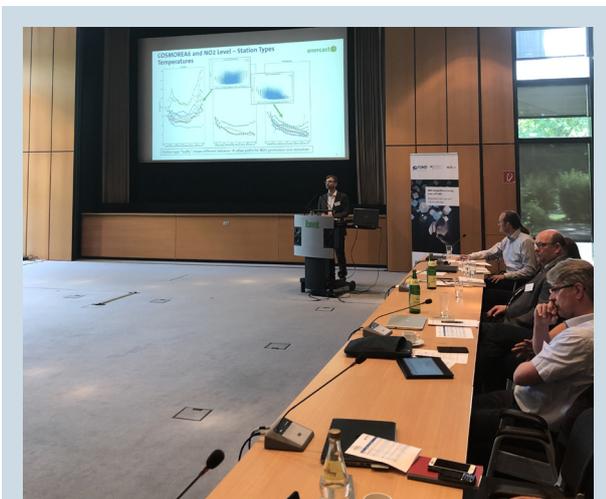


Luftschadstoffdaten für eine intelligente und umweltsensitive Verkehrslenkung

Bericht zum mFUND-Fachaustausch Luftschadstoffe, 18. Juni 2019



mFUND-Fachaustausch Luftschadstoffe

Am 18. Juni 2019 trafen sich beim Fachaustausch Luftschadstoffe der mFUND-Begleitforschung des WIK mehr als 20 Fachleute, um neue Ansätze zur Messung, Prognose und Visualisierung von Luftschadstoffen zu diskutieren.

Über den mFUND-Fachaustausch

Die mFUND-Begleitforschung des WIK bietet den Projekten mit der Veranstaltungsreihe mFUND-Fachaustausch die Möglichkeit zur Vernetzung und zum Austausch zu Fachthemen. Die Veranstaltungen stehen der interessierten Fachöffentlichkeit offen.

Informationen und aktuelle Termine unter mfund.wik.org

Die Messung von Luftschadstoffen wie Stickoxide und Feinstaub hat sich im Zuge der Diskussion um Fahrverbote für dieselbetriebene Fahrzeuge zu einem hochaktuellen Thema entwickelt. Eine Erkenntnis aus der Diskussion um die Platzierung von Messstationen, die bis in Publikumsmedien vordrang, lautete, dass Luftschadstoffe nicht gleichmäßig über eine Stadt verteilt sind. Ihre Konzentration hängt von lokalen Gegebenheiten, der Wetterlage und der Verkehrssituation ab, die sich innerhalb von Stunden oder Tagen ändern können. Während die amtlichen Messstellen für die Prüfung von Grenzwertüberschreitungen herangezogen werden, haben andere Messdaten ein großes Potenzial für eine intelligente, umweltsensitive Verkehrssteuerung. Mit innovativen Lösungen für die Schadstoffmessung, Datenanalyse und Dateninterpretation können genauere Erkenntnisse über die räumliche und zeitliche Verteilung von Schadstoffen erlangt und Prognosen verbessert werden.

Schadstoffbelastung flächendeckend erfassen

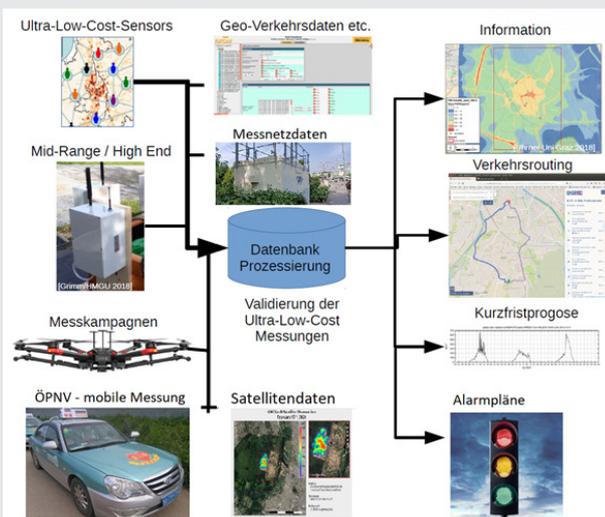
Auf dem Fachaustausch stellten sich vier mFUND-Projekte vor, die innovative Methoden nutzen, um Erkenntnisse vor allem über die räumliche Verteilung der Schadstoffbelastung zu sammeln. Bisher können Kommunen nur auf wenige Daten zur Luftqualität in einzelnen Stadtgebieten und Straßen zurückgreifen. Die innovativen Lösungen der mFUND-Projekte ermöglichen eine umfassendere Informationsgrundlage über die Luftqualität in Städten und Regionen und können so Kommunen dabei unterstützen, effektive Maßnahmen für eine saubere Luft umzusetzen.

Datenquellen und Messverfahren kombinieren

Das Projekt SmartAQNet kombiniert Daten aus unterschiedlichen Quellen, um ein aussagekräftigeres Gesamtbild der Schadstoffbelastung zu erhalten (siehe Projektbox). Im Gegensatz dazu arbeitet das Projekt SAUBER satellitengestützt an einer flächendeckenden Auswertung (siehe Projektbox). Die Satellitenbilder haben dabei den Vorteil, direkt flächendeckende Indikatoren aus einer Quelle zu liefern und damit einen Vergleich zwischen Kommunen oder Regionen verzerrungsfrei zu ermöglichen. Das Projekt DEUS (siehe Projektbox) nutzt eine dritte Möglichkeit, indem eine lasergestützte Schadstoffmessung mit einer hochgenauen Fahrzeugzählung kombiniert wird. Mittels Ultraschallsensoren werden Fahrzeuge erkannt und automatisch kategorisiert, sodass auf dieser Grundlage der Schadstoffaustausch berechnet werden kann. Grundsätzlich wäre es mit dieser Messtechnologie möglich, durch präzise und ggf. fahrzeugtypabhängige Verkehrslenkungsmaßnahmen einem erhöhten Schadstoffaustausch zu begegnen.

Auch im Projekt S-VELD (siehe Projektbox) werden satellitenbasierte Auswertungen genutzt. Das Projekt kombiniert Satellitendaten mit Ergebnissen aus Modellen zur Verbreitung und Konzentration von Luftschadstoffen. Ziel des Projektes ist es, das Verständnis für Ausstoß und Verbreitung von verkehrsbedingten Schadstoffen zu erhöhen. Die Vergleiche von Satellitendaten und Modellergebnissen sollen Erkenntnisse zum Einfluss des Verkehrs auf die Luftqualität liefern. Die Projektergebnisse sollen auch als Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für Behörden genutzt werden.

Bei der Ausbreitung von Schadstoffemissionen spielen die Wetterbedingungen eine entscheidende Rolle. Hier setzt das Projekt KISP an (siehe Projektbox). Das Projekt nutzt Verfahren der Künstlichen Intelligenz, um wetterabhängig überhöhte Schadstoffkonzentrationen zu prognostizieren. Das Projekt kommt zu dem Schluss, dass Wetterparameter zwar bereits einen hohen Teil der NO₂-Schwankungen erklären können, für die Zukunft sollten aber zusätzlich auch weitere Parameter einbezogen werden. Hierbei spielt die Verkehrsstärke eine besondere Rolle.



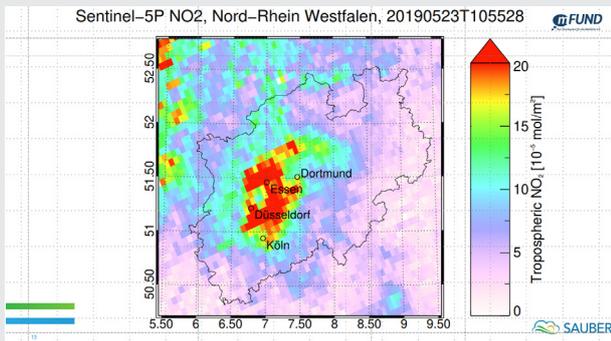
Quelle: Uni Augsburg, China Daily, EO-Portal (ESA), Robert Staudinger/Edit Heigl, Ziegler (GRIMM)

Smart Air Quality Network (Projekt SmartAQNet) Vortrag von Volker Ziegler, GRIMM Aerosol Technik

Vorhandene Daten zur Belastung mit Luftschadstoffen in Städten sind bisher nur punktuell an den Standorten von Messstationen verfügbar. Ihre Aussagekraft ist dadurch begrenzt und ist kaum als Entscheidungsgrundlage für Luftreinhaltemaßnahmen geeignet. Das Projekt SmartAQNet will die räumliche Dichte von Messdaten erhöhen und hat dazu Daten aus unterschiedlichen Quellen in der Modellregion Augsburg zusammengeführt. Neben den amtlichen Messstationen bspw. des DWD wurden dafür auch weitere Daten verwendet, die z.B. aus Gebäudesensoren stammen, aber auch Messdaten aus sehr kostengünstigen Smartphonesensoren. Eine Herausforderung liegt dabei in der Vergleichbarkeit und Genauigkeit der Daten, die etwa bei Smartphonesensoren oder nicht-kalibrierten Gebäudesensoren nicht den gängigen wissenschaftlichen Standards entsprechen. Eine Vergleichbarkeit untereinander und mit Daten aus weiteren Quellen ist daher nur bedingt gegeben.

Die Daten von 80 Messstellen bzw. Sensoren im Raum Augsburg sind auf der Projektwebsite <http://www.smartaq.net> abrufbar.

Weitere Informationen zu SmartAQNet unter mfund.de/projekte



Satellitenbasiertes System zur Anzeige, Prognose und Simulation von Luftschadstoffen (Projekt SAUBER)

Vortrag von Elena Kalusche und Dr. Frank Baier, DLR

Kommunen können auf Grenzwertüberschreitungen bei Luftschadstoffen nur auf Basis von Messwerten lokaler Stationen reagieren. Das mFUND-Projekt SAUBER arbeitet seit Ende 2018 daran, die Belastung mit Stickstoffdioxid flächendeckend verfügbar zu machen und damit Kommunen einen besseren Überblick über die Schadstoffbelastung zu ermöglichen.

Das Projekt bezieht dazu satellitengestützte Daten aus dem Copernicus-Programm ein. Ergänzend werden Oberflächen-, Bebauungs- und Infrastrukturdaten von Kartendienstleistern, Städten und Gemeinden sowie Datenportalen wie der mCLOUD und dem MDM (Mobilitäts Daten Marktplatz) hinzugezogen. Mit Hilfe der Copernicus-Daten kann die Luftschadstoffbelastung tagesaktuell und mit hoher Auflösung erfasst werden. SAUBER trägt dazu bei, die Daten aus dem Copernicus-Programm zu erschließen und nutzbar zu machen sowie auf dieser Basis Simulationen und Prognosen zu erstellen.

Im Ergebnis soll das Projekt ein flächendeckendes und detailliertes Bild der Luftqualität als Entscheidungsgrundlage für z.B. Städte und Gemeinden erstellen.

Weitere Informationen zu SAUBER unter mfund.de/projekte



Abbildung: Echtzeitbild Paris

Digitale und hochauflösende Erhebung von Umweltdaten (Projekt DEUS)

Vortrag von Marc Nodorf, Füllner & Partner GmbH

Für die Messung von Luftschadstoffen und der Feinstaubbelastung in Städten werden derzeit nur punktuell Messstationen eingesetzt, die eine große Fläche abdecken. Dadurch ist es kaum möglich, Aussagen über die lokale Verbreitung von lungengängigem Feinstaub und anderen Schadstoffen zu treffen. Hinzu kommt, dass gemessene Werte erst nach ein bis zwei Wochen verfügbar sind, da eine Verifizierung der Daten im Labor vorgenommen wird. Auch bilden die Werte lediglich einen Tagesmittelwert ab und lassen wenige Rückschlüsse auf Echtzeit-Belastungssituationen und Verursacher-Korrelationen zu.

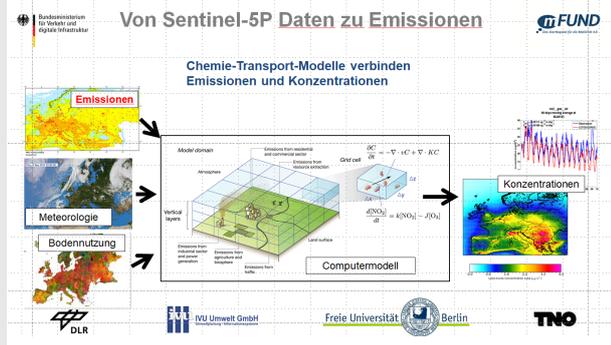
Das Projekt DEUS arbeitet daran, die Entstehung und Ausbreitung von verkehrsbedingten Luftschadstoffen präzise in Echtzeit zu messen und auszuwerten. Der Einsatz einer deutlich kostengünstigeren, laserbasierten Messtechnik soll die Schadstoffmessung flächendeckend und hochgenau erfassen. Die Verbindung dieser Ergebnisse mit Verkehrsmesssystemen, welche Art und Anzahl von Verkehrsteilnehmenden erfassen, soll Erkenntnisse für Luftreinhaltestrategien liefern und eine Entscheidungsgrundlage für Kommunen bezüglich einer Echtzeit-Verkehrssteuerung bieten. Auch eine Prognose der Schadstoffbelastung für die nächsten ein bis zwei Tage soll dadurch ermöglicht werden.

Weitere Informationen zu DEUS unter mfund.de/projekte

Fazit: Weiter hoher Forschungsbedarf

Der Forschungsbedarf im Bereich der verkehrsbedingten Ursachen und Verbreitung von Luftschadstoffen sowie bei der präzisen Messung und Prognose der Schadstoffkonzentration ist weiterhin sehr hoch. Die Entwicklung zuverlässiger Instrumente als Planungsgrundlage und Entscheidungs-

hilfe für Behörden zur besseren Verkehrsplanung und -steuerung ist bereits jetzt dringend erforderlich und wird in Zukunft noch stärker nachgefragt werden. mFUND-Projekte erforschen verschiedene Modelle und Verfahren zur Messung und Prognose von Luftschadstoffen und leisten damit einen Beitrag zum besseren Verständnis der Einflüsse auf die Luftqualität.



Sentinel-basierte Atmosphärenprodukte zur Bewertung des Einflusses von Verkehrsemissionen auf die Luftqualität (Projekt S-VELD)

Vortrag von Dr. Pieter Valks, DLR

Obwohl die Schadstoffbelastung in den letzten Jahrzehnten deutlich gesunken ist, stellt der Verkehr noch immer eine Hauptquelle für bspw. Stickstoffoxide dar.

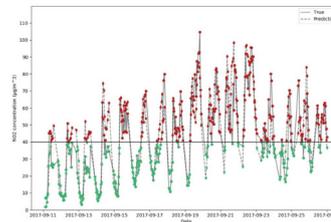
Das Projekt nähert sich der Problematik, durch Verkehr erzeugte Luftschadstoffe zu messen und modellieren, von zwei Seiten. Erstens nutzt das Projekt Satellitendaten der Sentinelmission, die großflächig Daten zu Luftschadstoffen wie Stickstoffdioxid und Feinstaub in hoher Auflösung liefern. Diese Daten werden kombiniert mit Modellen zur Ausbreitung der Schadstoffe in der Atmosphäre um, mittels einem "top-down" Verfahren, eine Ableitung der Schadstoffbelastung und der Verkehrsemissionen zu ermöglichen.

Zudem modelliert das Projekt die Schadstoffbelastung "bottom up" auf Basis von Verkehrs- und Infrastrukturparametern. In das Modell fließen neben Straßennetzen auch Daten zur Verkehrsdichte, z.B. Antriebsarten, Kfz-Typen und zeitliche Verteilung, ein. Dazu werden u.a. auch Daten des MDM (Mobilitäts Daten Marktplatz) genutzt. Grundlage für die Emissionen im Modell sind Daten des Umweltbundesamtes.

Durch die Zusammenführung der verschiedenen methodischen Ansätze wird ein besseres Verständnis der Verkehrsemissionen und ihren Beitrag zur Luftbelastung gewonnen.

Weitere Informationen zu S-VELD unter mfund.de/projekte

Forecasting Example DENW207, 2017, ConvLSTM, DAY AHEAD, ICON EU



It is indeed possible to predict the NO₂ concentration by means of artificial intelligence approaches

Research literature, among others:
Bansal et al., *Atmos. Poll. Res.* 6 (2015)
Catalano et al., *Environ. Sci. & Technol.* 50 (2016)

KI gestützte Schadstoffprognose zur intelligenten Verkehrssteuerung (Projekt KISP),

Vortrag von Dr. André Schella, enercast GmbH

Für die Vermeidung von Fahrverboten aufgrund von NO₂-Belastungen sind vorausschauende Maßnahmen von Bedeutung. Das Projekt KISP hat die Machbarkeit von Prognosen zur lokalen Schadstoffbelastung untersucht, die es Kommunen ermöglichen soll, frühzeitig mit verkehrslenkenden Maßnahmen einzugreifen und Fahrverbote zu verhindern.

Dazu ist es erforderlich, zuverlässig Grenzwertüberschreitung bei NO₂-Werten auf lokaler Ebene prognostizieren zu können. Diese sind abhängig von Wetterparametern wie Luftdruck, Wind, Temperatur, aber auch von den lokalen Gegebenheiten und der Verkehrslage. KISP hat den Einfluss des Wetters auf die NO₂-konzentration untersucht und dazu insgesamt fünf Verfahren der Künstlichen Intelligenz getestet. Zum Training der Algorithmen nutzte das Projekt zwei unterschiedliche Wetterdatenmodelle des DWD. Die KI wurde mit den Wetterdaten für die Standorte Aachen, Dresden, Hamburg, Kassel und Stuttgart trainiert. In der Analyse konnte das Projekt zeigen, dass jedes der untersuchten KI-Verfahren grundsätzlich geeignet ist, die NO₂-Werte zu prognostizieren, jedoch gibt es Unterschiede zwischen den Verfahren hinsichtlich der Prognosequalität.

Weitere Informationen zu KISP unter mfund.de/projekte

Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur
und Kommunikationsdienste GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef
Deutschland
Tel.: +49 2224 9225-0
Fax: +49 2224 9225-63
eMail: [info\(at\)wik.org](mailto:info(at)wik.org)
www.wik.org

Geschäftsführerin und Direktorin
Vorsitzende des Aufsichtsrates
Handelsregister
Steuer Nr.
Umsatzsteueridentifikations Nr.

Dr. Cara Schwarz-Schilling
Dr. Daniela Brönstrup
Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
222/5751/0722
DE 123 383 795

Im Rahmen der **Forschungsinitiative mFUND** fördert das BMVI seit 2016 Forschungs- und Entwicklungsprojekte rund um datenbasierte digitale Anwendungen für die Mobilität 4.0. Neben der finanziellen Förderung unterstützt der mFUND mit verschiedenen Veranstaltungsformaten die Vernetzung zwischen Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Forschung sowie den Zugang zum Datenportal mCLOUD. Weitere Informationen finden Sie unter www.mfund.de



Die **mFUND-Begleitforschung des WIK** unterstützt die effiziente und effektive Umsetzung des Förderprogramms. Mehr Informationen unter mfund.wik.org und [@WIKnews](https://twitter.com/WIKnews)

