

POLICY BRIEF

Die räumlich-zeitliche Verteilung der verkehrsbedingten Feinstaubemissionen in Wien und die (potenzielle) Rolle selbstfahrender Elektrofahrzeuge mit Car- und Ride-Sharing Optionen (SAEVs)

Hintergrund

Die Belastung durch verkehrsbedingte Emissionen, insbesondere durch Feinstaub, ist für viele Städte, darunter auch für Wien, ein großes Problem. So konzentrieren sich mehrere der Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) auf die Verringerung von Luftverschmutzung. Neben dem SDG3 "Gesundheit und Wohlbefinden", hat SDG11 "nachhaltige Städte" sogar den Unterpunkt „Feinstaub“ (SDG11.6). Eine Reduktion der Luftverschmutzung ist auch ein wichtiges Ziel der [Smart-City-Initiative Wiens](#), die bis 2030 eine grüne Transformation anstrebt. Eine im Rahmen des Projekts SimSAEV¹ untersuchte Möglichkeit ist die Einführung von emissionsarmen Verkehrsmitteln wie selbstfahrenden Elektrofahrzeugen mit Car- und Ride-Sharing Optionen (*Shared, Autonomous, Electric Vehicles: SAEVs*).

Um die Auswirkungen neuer Technologien zu bewerten, sind die bestehenden Emissionsmuster, insbesondere wer, wo und zu welcher Tageszeit dem Verkehr ausgesetzt ist, von entscheidender Bedeutung. Dies wird im Rahmen dieser Forschungsarbeit am Beispiel Wien näher beleuchtet.

Das Modell

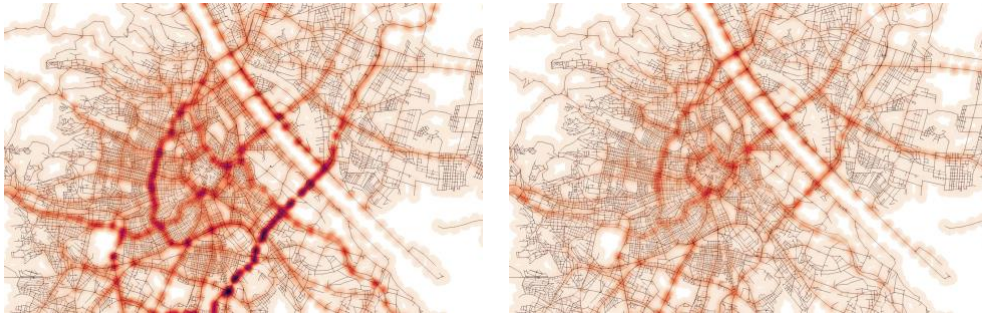
Wir verwenden ein agentenbasiertes Simulationsmodell für den Großraum Wien, das es uns ermöglicht, aktuelle Mobilitätsmuster anhand von Mobilitätsdaten, demografischen Daten und Infrastrukturdaten zu simulieren. Das Modell ist mit einem Emissionsmodul ausgestattet, das die Emissionen von Autos auf Basis von Durchschnittsemissionen privater zugelassener PKW im Untersuchungsgebiet bestimmt, und dabei unter anderem auch Geschwindigkeit und Beschleunigungswerte berücksichtigt.

Das MATSim-Modell simuliert den Verkehrsfluss in Wien bis zu einem Radius von 30 Kilometern um das Stadtzentrum. Das simulierte Gebiet umfasst etwa 4.100 Quadratkilometer und zählt rund 2,3 Millionen Einwohner. Davon wohnen etwa 1,7 Millionen Einwohner innerhalb der offiziellen Stadtgrenzen. Es werden 12,% dieser Bevölkerung im Modell simuliert. Das simulierte Mobilitätsverhalten der Agenten wurde anhand tatsächlicher Mobilitätsmuster aus Umfragedaten kalibriert. Mit Hilfe dieses Entscheidungsmodells werden die Reisezeiten für verschiedene Verkehrsmittel (zu Fuß,...) und Routenvorschläge über mehrere Iterationen bewertet, bis sich für jeden Agenten ein Nutzenoptimum einpendelt. Wir unterscheiden weiters zwischen sechs Aktivitäten (Zuhause, Arbeit, Ausbildung, Einkaufen, Freizeit und Besorgungen). Die Nutzung von privaten Autos und SAEVs wird auf dem Straßennetzwerk abgebildet und erzeugt Feinstaubemissionen, wobei auch die als Elektrofahrzeuge kategorisierten SAEVs nicht ganz emissionsfrei sind (z.B. durch Reifenabrieb).

Aus dem Modell werden detaillierte Informationen über Emissionen im Stundenintervall extrahiert, aus denen die Feinstaubexposition berechnet wird. Die Exposition ist eine Kombination aus der Zeit, die ein Agent in einem bestimmten Verkehrsmittel oder an einem bestimmten Ort verbringt, multipliziert mit den PM-Emissionswerten an diesem Ort und der Emissionsminderung, die dann zum Tragen kommt, wenn der Aufenthalt nicht im Freien, sondern in einem Gebäude oder Auto, stattfindet. Wenn man beispielsweise zu Fuß geht, ist man den Emissionen in vollem Umfang ausgesetzt, während der Aufenthalt in einem Auto oder in einem Gebäude die Emissionen um etwa die Hälfte reduziert.

¹ Das Projekt SimSAEV („Simulating the environmental and socio-economic effects of shared autonomous electric vehicles: the case of Vienna“) wurde vom *Austrian Climate Research Programme (ACRP)* gefördert.
Website: simsaev.eu

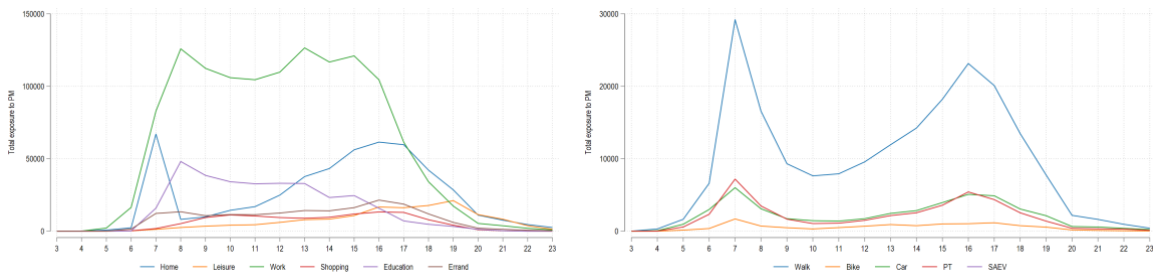
Abbildung 1: Feinstaubemissionen in der Wiener Innenstadt um 08:00 (links) und 12:00 (rechts)



Resultate

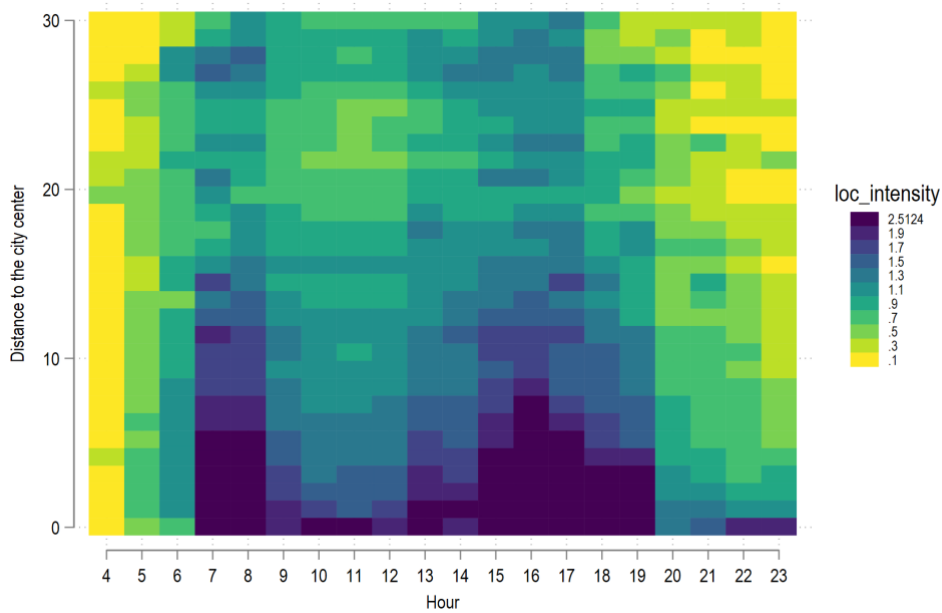
Anhand der detaillierten Informationen können wir die Feinstaubexposition an allen Tageszeiten und Orten ermitteln. Abbildung 2 stellt diese für die jetzige Situation aggregiert nach Aktivitätstyp dar. Die Exposition zu Hause und am Arbeitsplatz beginnt nach 6:00 Uhr früh zu steigen. Die Emissionen am Arbeitsplatz bleiben bis etwa 17:00 konstant. In Bezug auf die Verkehrsmittel sind vor allem jene Personen, die zu Fuß unterwegs sind, sehr hohen Emissionen ausgesetzt.

Abbildung 2: Feinstaubexposition nach Aktivitätentyp (links) und Verkehrsmittel (rechts)



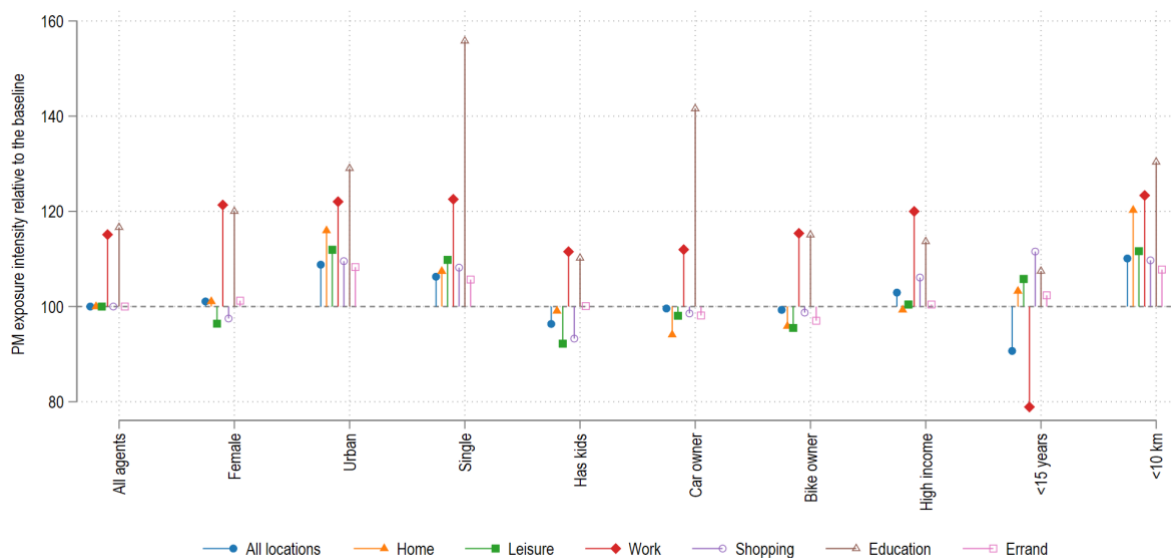
Wir können auch Aussagen darüber treffen, wie die Feinstaubexposition je nach Entfernung zum Stadtzentrum für jede Stunde variiert. Abbildung 3 zeigt, dass die Standorte in der Nähe des Stadtzentrums erhöhte Expositionswerte aufweisen, insbesondere zu den Stoßzeiten. Diese erhöhten Emissionswerte bleiben den ganzen Tag über bestehen.

Abbildung 3: Feinstaubexposition nach Distanz zum Stadtzentrum



Da alle Agenten (abgeleitet von der Mobilitätsenerhebung „Österreich Unterwegs“ (Tomschy et al., 2016)) auch mit sozioökonomischen Charakteristiken versehen sind, können wir auch die Unterschiede in Bezug auf die Feinstaubexposition zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen untersuchen. Abbildung 4 vergleicht verschiedene Standorttypen in verschiedenen sozioökonomischen Gruppen SES-Gruppen. Die Belastungsintensität wird mit dem globalen Durchschnitt für alle Akteure verglichen.

Abbildung 4: Feinstaubexposition für unterschiedliche Bevölkerungsgruppen

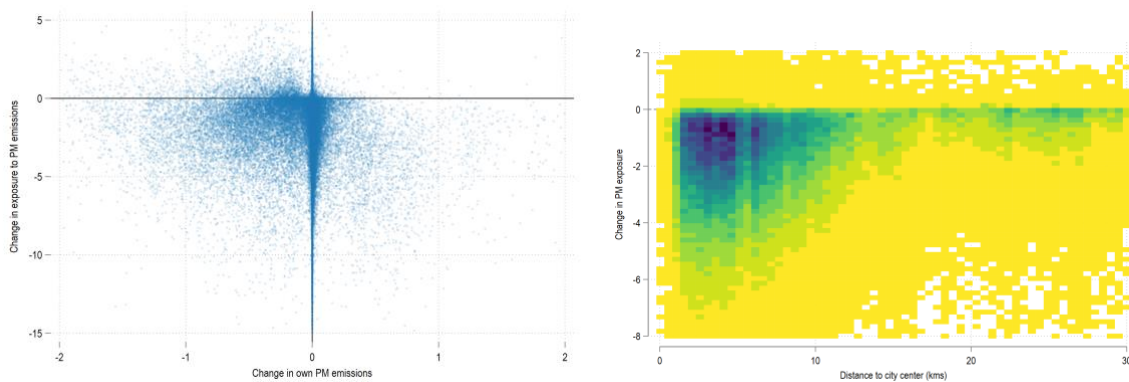


Aus der Abbildung geht hervor, dass Frauen am Arbeitsplatz am stärksten exponiert sind. Stadtbewohner, Alleinstehende und Personen, die innerhalb der 10-km-Grenze vom Stadtzentrum leben, sind in allen Kategorien überdurchschnittlich stark exponiert. Autobesitzer haben eine geringere Exposition als Fahrradbesitzer.

Reduzieren SAEVs die Emissionen gleichmäßig?

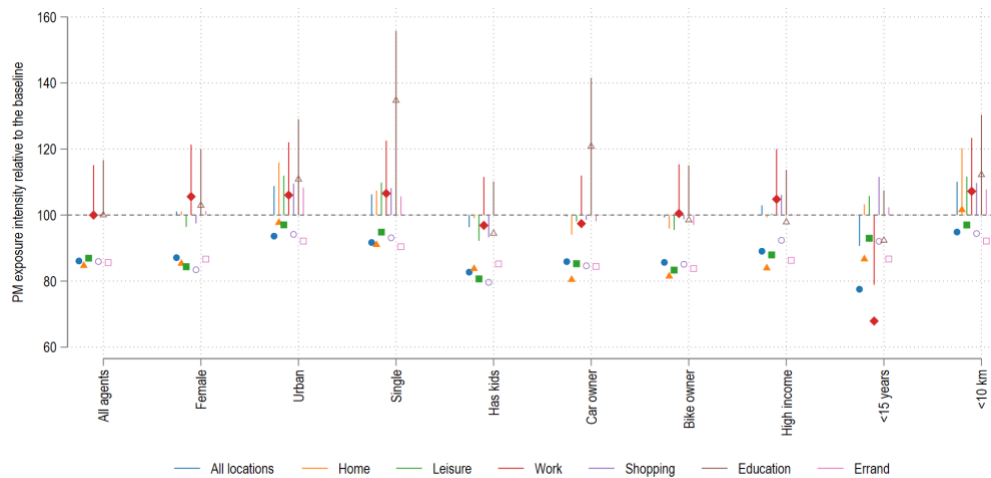
In anderen Forschungsarbeiten des Projektes SimSAEV haben wir die Rolle verschiedener SAEV-Flottengrößen und Preissysteme untersucht. Um die Auswirkung von SAEVs auf die Feinstaubemissionen besser zu verstehen, führen wir eine Flottengröße von 2500 SAEVs, die zum Nulltarif angeboten werden (unter der Annahme, dass sie eine Erweiterung des öffentlichen Verkehrssystems sind), als Best-Case-Szenario ein. Abbildung 5 zeigt, wie die Feinstaub-Emissionen der einzelnen Agenten dadurch zurückgehen (x-Achse), was auch zu einem Rückgang der Feinstaubbelastung (y-Achse) führt. Diese Auswirkung ist jedoch nicht gleichförmig. Zum Beispiel verursachen manche Agenten im Vergleich zur Ausgangslage mehr Emissionen, sind aber insgesamt weniger exponiert. Abbildung 5 (rechts) zeigt auch, dass Gegenden in der Nähe des Stadtzentrums, die in der Ausgangssituation die höchsten Emissionswerte aufweisen, den stärksten Rückgang an Feinstaubemissionen verzeichnen.

Abbildung 5: Änderungen in den Feinstaubemissionen der Agenten (x-Achse) und der Feinstaubbelastung, der sie ausgesetzt sind (y-Achse) (links); Änderungen in den Feinstaubemissionen relative zur Distanz vom Stadtzentrum (rechts)



Wir können weiters auch untersuchen, wie sich die Einführung der SAEVs auf die verschiedenen Bevölkerungsgruppen auswirken. Abbildung 6 vergleicht die ursprünglichen Ergebnisse mit den Auswirkungen von SAEVs, die als Streupunkte dargestellt sind. Die SAEVs führen insgesamt zu einer Verringerung der Feinstaubemissionen, aber es gibt teilweise Unterschiede darin, bei welcher Aktivität und wie stark die einzelnen Gruppen eine Verringerung erfahren. In den Städten und Stadtzentren ist der Rückgang am geringsten. Insbesondere die Exposition am Arbeitsplatz ist nach wie vor relativ hoch. Dies gilt auch für Frauen, Alleinstehende und Personen mit hohem Einkommen. Bei Kindern unter 15 Jahren ist der stärkste Rückgang der Exposition zu verzeichnen.

Abbildung 6: Änderung in der Feinstaubexposition nach Einführung der SAEVs für die unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen



Schlussfolgerungen

Diese Studie zeigt die Feinstaubexposition von verschiedenen Bevölkerungsgruppen an verschiedenen Tageszeiten und Orten in sehr detaillierter Weise auf. Auf Basis dieses Modells können sehr kleinräumige, gezielte Maßnahmen getroffen werden. So kann beispielsweise an Schulstandorten oder bestimmten Stadtvierteln mit überdurchschnittlicher Feinstaubbelastung der Verkehr zu bestimmten Tageszeiten durch regulatorische, ökonomische oder planerische Maßnahmen eingeschränkt werden. Zum Beispiel kann gezielt auf den Ausbau der Infrastruktur für aktive Verkehrsmittel oder den öffentlichen Verkehr gesetzt werden. Für den Straßenverkehr ist der Ersatz fossilgetriebener Fahrzeuge mit E-Fahrzeugen (darunter SAEVs) daher zielführend.

Quellen:

Naqvi, A., Peer, S., Müller, J., & Straub, M. (2022). The spatial-temporal distribution of exposure to traffic-related PM emissions and the role of SAEVs: A case study of Vienna. *Working Paper*

Tomschy, R., Herry, M., Sammer, G., Klementsitz, R., Riegler, S., Follmer, R., ... & Spiegel, T. (2016). Österreich unterwegs 2013/2014: Ergebnisbericht zur oesterreichweiten Mobilitaetserhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“.