

Analyse und Modellierung der potenziellen Minderung von Straßenverkehrslärm durch Elektrofahrzeuge in urbanen Räumen

Master's Thesis von Quirin Schmidt

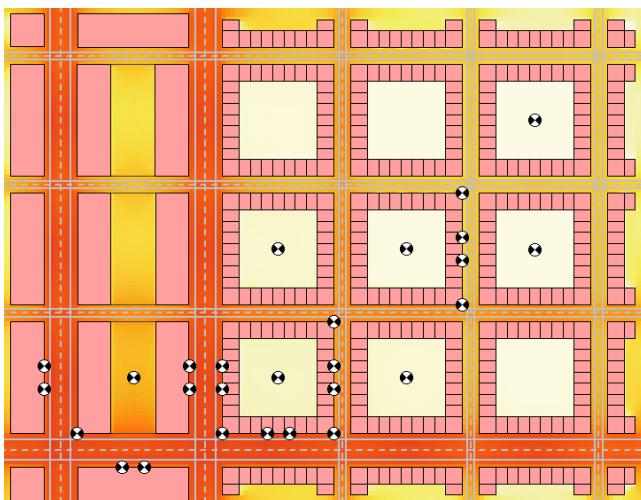
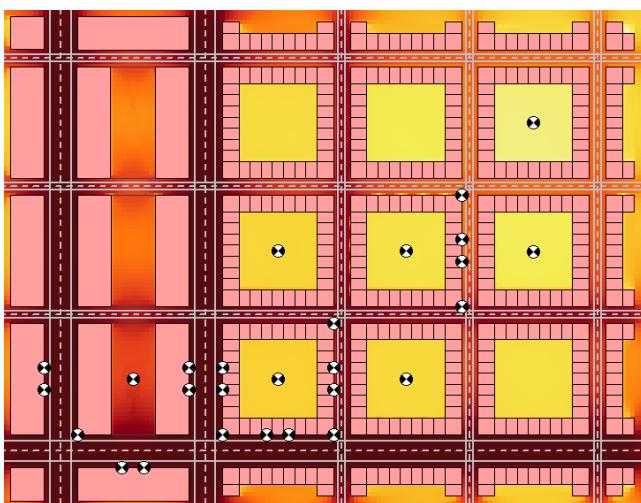
Mentoren:

M. Sc. Nihan Celikkaya
Dr.-Ing. Karl Dumler

Die Auswirkungen von Straßenverkehrslärm stellen insbesondere in Städten ein ernstzunehmendes gesundheitliches Problem der Bewohner dar. Eine Verbesserung der Situation ist aufgrund des steigenden Fahrzeugbestands und damit steigender Verkehrsbelastungen nicht absehbar. Potenziale zur Lärmreduktion werden Elektrofahrzeugen zugeschrieben.

Das Ziel dieser Arbeit ist herauszufinden, wo die Potenziale von Elektrofahrzeugen bezüglich ihrer Lärmemission liegen und unter welchen Bedingungen im urbanen Raum sich ihre Vorteile besonders auswirken. Zur Beantwortung der Fragestellung wird im Rahmen dieser Arbeit die Schallemission von Elektrofahrzeugen in verschiedenen Detaillierungsstufen beleuchtet.

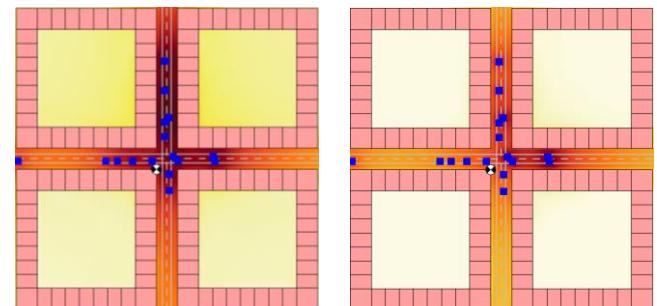
In dem Lärmberechnungsprogramm CadnaA werden Analysen im makroskopischen Maßstab anhand einer idealisierten urbanen Struktur durchgeführt. Als Berechnungsgrundlage wird die europäische Richtlinie (EU) 2015/996 (CNOSSOS-EU) verwendet. Da in dieser bislang keine Möglichkeit zur Berücksichtigung von Elektrofahrzeugen vorgesehen ist, wird hierfür eine Methode entwickelt, die in das Lärmberechnungsprogramm implementiert wird.



| Farblegende | | | | |
|-------------|---------|---------|---------|---------|
| Farbe | | | | |
| Wert [dBA] | < 40 | 40 - 45 | 45 - 50 | 50 - 55 |
| Farbe | | | | |
| Wert [dBA] | 60 - 65 | 65 - 70 | 70 - 75 | > 80 |

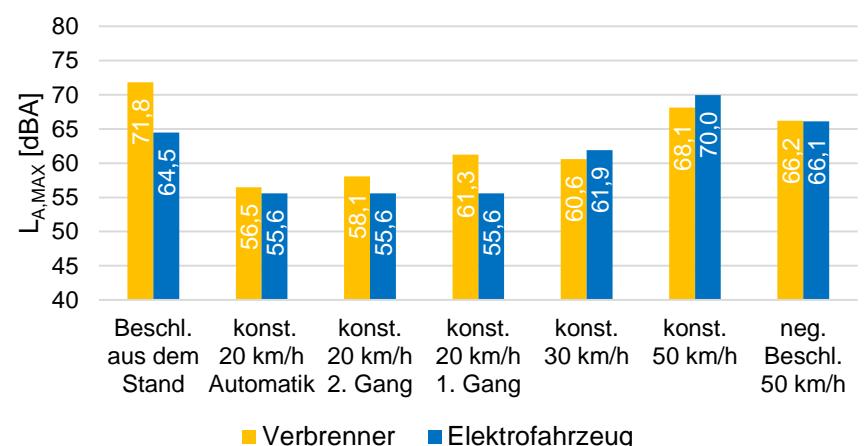
Lärmkarten des untersuchten Netzwerks ohne Elektrofahrzeuge (oben) und mit 100% Elektrofahrzeugen und reduzierten Geschwindigkeiten (unten)

Ergänzt wird die makroskopische Analyse durch eine speziell entwickelte mikroskopische Simulation des Verkehrslärms an einem Knotenpunkt des untersuchten Netzes. Als Grundlage der Netzwerkanalyse dienen Berechnungen mittels CNOSSOS-EU, die zur Studie der Auswirkungen von Elektrofahrzeugen im Fahrzeugstrom durchgeführt werden.



Lärmkarten einer Simulationssekunde der mikroskopischen Simulation des Knotenpunkts ohne Elektrofahrzeuge (links) und mit 100% Elektrofahrzeugen (rechts); Farbdarstellung wie zuvor

In einer Feldmessung werden die Vorbeifahrtpegel eines Elektrofahrzeugs vom Typ BMW i3 und eines Verbrenners vom Typ BMW 1er bei verschiedenen Betriebszuständen miteinander verglichen. Bei Beschleunigung aus dem Stand und bei der niedrigsten untersuchten Geschwindigkeit von 20 km/h werden deutlich geringere Schallpegel bei dem Elektrofahrzeug gemessen, wohingegen ab 30 km/h ähnliche Schallpegel auftreten. Somit zeigt sich die hohe Abhängigkeit des Gesamtgeräuschs vom Rollgeräusch.



Maximale Vorbeifahrtpegel je Betriebszustand

Die Feldmessung bekräftigt die Ergebnisse der durchgeführten Berechnungsanalysen, nämlich dass Elektrofahrzeuge insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten unter 30 km/h zur Lärmverringerung beitragen können. Die Berechnungen zeigen, dass es für die Wirksamkeit der Potenziale zudem notwendig ist, dass ein erheblicher Anteil, möglichst 100%, des Fahrzeugstroms elektrifiziert ist. Dabei sollte der Anteil an elektrischen LKW und, falls vorhanden, Linienbussen gleichermaßen steigen. Der genauer untersuchte Knotenpunkt verdeutlicht die beträchtlichen Minderungspotenziale, die durch die dort auftretenden Beschleunigungsvorgänge hervorgerufen werden. Ein Zusammenhang zwischen städtischen Schallausbreitungscharakteristika und der Pegelminderung durch Elektrofahrzeuge kann durch die Netzwerkanalyse indirekt hergestellt werden.