

# Umweltwirkungen einer innerörtlichen Regelgeschwindigkeit von 30 km/h

Sebastian Eggers<sup>1</sup> Tim Klein<sup>2</sup> Eckhart Heinrichs<sup>3</sup>

<sup>1</sup> LÄRMKONTOR GmbH, 22767 Hamburg, E-Mail: s.eggers@laermkontor.de

<sup>2</sup> ARGUS Stadt und Verkehr, 20359 Hamburg, E-Mail: t.klein@argus-hh.de

<sup>3</sup> LK Argus GmbH, 10969 Berlin, E-Mail: heinrichs@lk-argus.de

## Einleitung

Das vom Umweltbundesamt beauftragte und von LK Argus, ARGUS Stadt und Verkehr sowie LÄRMKONTOR durchgeführte Projekt „Umweltwirkungen einer innerörtlichen Regelgeschwindigkeit von 30 km/h“ untersucht die möglichen Auswirkungen einer innerörtlichen Regelgeschwindigkeit von 30 km/h auf Verkehr, Lärm- und Luftschadstoffbelastung. Grundlage der Untersuchung sind Simulationen in den Modellstädten Halle, Göttingen und Ravensburg. Das Vorhaben soll Erkenntnisse liefern, die bei einer modellhaften Erprobung oder auch bei einer generellen Einführung von Tempo 30 innerorts berücksichtigt werden können. Im Ergebnis liegen Erkenntnisse zu möglichen verkehrlichen und Umweltwirkungen vor sowie Empfehlungen zur Einführung von Tempo 30 als innerörtliche Regelgeschwindigkeit mit Hinweisen zu Begleituntersuchungen bei einer Umsetzung.

Vorgestellt werden an dieser Stelle die Methodik und die Ergebnisse zu Lärmemissionen und Lärmbelastungen. Der Schlussbericht des Vorhabens mit detaillierten Beschreibungen, auch zu den Themen Verkehr, Sicherheit und Luftschadstoffe, ist vom Umweltbundesamt veröffentlicht [1].

## Fragestellungen im Rahmen des Projekts

Im Rahmen des Projektes ergeben sich aus Sicht des Lärms unter anderem folgende Fragestellungen:

- Wie verändern sich die Lärmemissionen der Fahrzeuge bei Tempo 30 zu Tempo 50?
- Wie verändert sich die Lärmbelastung in der gesamten Stadt bei einer innerörtlichen Regelgeschwindigkeit von Tempo 30?
- Wie ist die Wirkung bei einer zunehmenden Elektrifizierung der Flotte?

Die erste Fragestellung ließe sich mit den bewährten Methoden der Lärmberechnung (RLS-19 bzw. BUB) beantworten. Für die zweite Frage sind für eine qualifizierte Aussage zudem die veränderten Verkehrsbelastungen (durch geänderte Verkehrsmittelwahl und geänderte Routenwahl) zu berücksichtigen. Nicht explizit mit herkömmlichen Methoden (RLS-19 und BUB) abbildbar ist jedoch der Effekt einer zunehmend elektrifizierten Flotte.

## Modellierung des Verkehrs

Für die modellhafte Untersuchung der Auswirkungen einer auf 30 km/h reduzierten Regelgeschwindigkeit in geschlossenen Ortschaften standen drei kommunale Verkehrsnachfrage- und -umlegungsmodelle auf Basis der Software „Visum“ zur Verfügung. Der Ablauf der

Verkehrsnachfragemodellierung folgt einem in den 1960er Jahren entwickelten so genannten Vier-Stufen-Modell (weitere Details siehe Schlussbericht [1]). Abbildung 1 zeigt in Grün die betroffenen Streckenlängen in den drei Städten. Neben Strecken außerorts verblieben wenige, ausgewählte Strecken mit Tempo 50 innerorts.

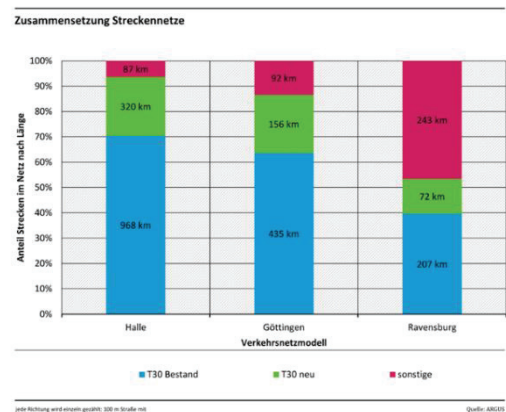


Abbildung 1: Von der auf 30 km/h reduzierten Regelgeschwindigkeit betroffene und sonstige Strecken in den Verkehrsmodellen, aus [1]

## Modellierung der Lärmemissionen

### Anforderungen

Zur Umsetzung des Projektvorhabens bedarf es einer emissions sensitiven Geräuschemittlung, bei der eine Trennung von Roll- und Antriebsgeräusch möglich ist. Dies ist notwendig, da es bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen nur zu geringen Antriebsgeräuschen im Vergleich zu Verbrennungsmotoren kommt, gleichzeitig aber die Lärmemission des „Acoustic Vehicle Alert System“ (AVAS) [2] zu berücksichtigen ist, die von den real auf einem Straßenabschnitt mit unter 20 km/h gefahrenen Anteile abhängt.

Für die Modellierung der Lärmemissionen stehen weltweit verschiedene Berechnungsmodelle zur Verfügung. Die in Deutschland eingesetzten Emissions- und Ausbreitungsmodelle für Verkehrslärmberechnungen sind hinsichtlich ihrer Detailliertheit und Genauigkeit in der Vergangenheit mehrfach verbessert worden. Dies spiegelt sich in der aktuellen und grundsätzlich anwendbaren RLS-19 und in der BUB wider. Beide Vorschriften und die dahinterliegenden Emissionsansätze wurden 2019 bzw. 2021 veröffentlicht.

Mit den Rechenvorschriften RLS-19 und BUB sind die Fahrzeugemissionen jedoch ausschließlich anhand der zulässigen Höchstgeschwindigkeit zu ermitteln. Es liegen keine Emissionen für Fahrzeuge mit niedrigeren antriebsbedingten Schallemissionen vor. Die Simulation der Auswirkungen eines AVAS für die mit weniger als 20 km/h

gefahrenen Anteile einer Strecke ist hiermit ebenfalls nicht möglich.

### Modell TraNECaM

Für die Analyse wurde daher das Lärmmodell TraNECaM [3] verwendet, das im Rahmen eines Forschungsprojektes für das Umweltbundesamt in den Jahren 1998 bis 2000 entwickelt wurde. Es erlaubt eine detailliertere Emissionsberechnung als die zuvor genannten herkömmlichen Berechnungsmodelle RLS-19 und BUB, und es berücksichtigt auch den technischen Fortschritt der Kraftfahrzeuge. Die Datenbasis des Modells ist hinsichtlich der Straßen- und Fahrzeugkategorien deutlich breiter als die der herkömmlichen Modelle. Das Modell wurde mit finanzieller Unterstützung der EU-Kommission und der norwegischen Immissionsschutzbehörde erweitert und aktualisiert. In Norwegen wurde TraNECaM verwendet, um landesweit die Auswirkungen von Vermeidungsmaßnahmen zu quantifizieren, die zur Erreichung politischer Vermeidungsziele eingesetzt werden könnten. Gegenüber einer rein fachlichen pauschalisierten Einschätzung der Emissionsänderung bietet TraNECaM den Vorteil reproduzierbarer und dokumentierbarer Ergebnisse.

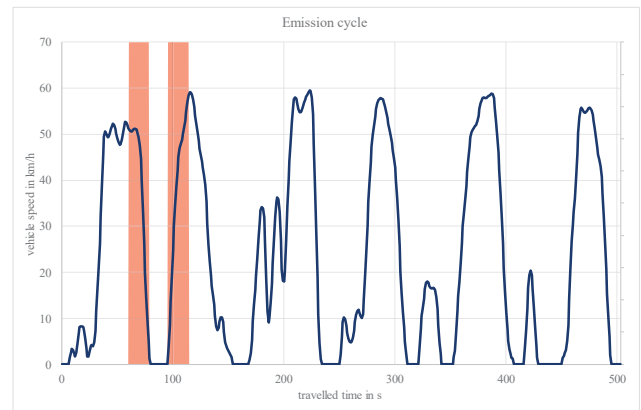
Mit TraNECaM können für die Straßen Emissionsfaktoren für die Lärmemission vorliegen, anhand verschiedener Straßenparameter vergleichbar mit dem Luftemissionsmodell HBEFA [4]. Im Projekt wurde eine vollständige Neuberechnung des TraNECaM-Modells unter Verwendung der Fahrzyklen aus HBEFA 4.1 durchgeführt. Diese Neuberechnung erforderte ein vorgelagertes Modell von TraNECaM, das RoTraNoMo-Modell [5].

Das Modell RoTraNoMo berechnet einen momentanen Vorbeifahrtpegel für verschiedene Fahrzeugunterkategorien und Emissionsstufen auf der Grundlage von sekundengenauen Fahrzeuggeschwindigkeitsspiuren, getrennt für Reifen-/Fahrbahn- und Antriebsschallpegel. Das Modell wurde in den Jahren 2003 bis 2005 entwickelt und in späteren Projekten aktualisiert, um auch die drei in den Richtlinien 2009/661/EU und 540/2014/EU definierten Emissionsstufen, Phase 1 bis Phase 3, abzudecken. Basierend auf den Erfahrungen früherer Forschungsprojekte werden die fahrzeugbezogenen Geräuschquellen (Motor, Antriebsstrang, Auspuff, Ansaugung) als Antriebsgeräusch zusammengefasst und als Funktion von Motordrehzahl und Motorlast modelliert. Die Reifen-/Fahrbahn- oder Rollgeräuschkomponente wird als Funktion des Reifens, der Straßenoberfläche und der Fahrzeuggeschwindigkeit modelliert.

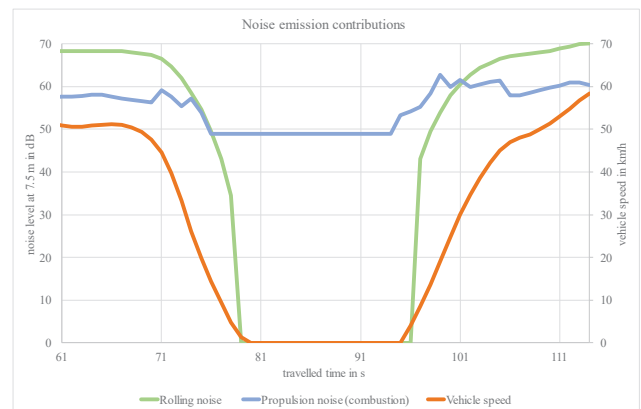
Für verschiedene Verkehrssituationen des HBEFA (z.B. Erschließungsstraße, Hauptverkehrsstraße etc.) liegen jeweils für unterschiedliche Verkehrsqualitäten (z.B. flüssig, dicht, Stop&Go etc.) entsprechende Fahrzyklen zugrunde. Diese beschreiben über einen Zeitraum von rund 10 Minuten den Verlauf der gefahrenen Geschwindigkeit. Abbildung 2 zeigt exemplarisch einen solchen Zyklus.

In Abbildung 3 ist ein Ausschnitt dargestellt. In der Mitte des Diagramms ist ein Halt erkennbar: die Geschwindigkeit (orange) sinkt auf 0 km/h ab. Die Rollgeräusche nehmen mit

der Geschwindigkeit ab (grün). Die Antriebsgeräusche (blau, hier: Verbrenner-Pkw) ergeben sich in Abhängigkeit von Drehzahl und Motorlast.



**Abbildung 2:** Exemplarischer Fahrzyklus für „Hauptverkehrsstraße Tempo 50“, Geschwindigkeit über den Verlauf der Zeit, aus [6]



**Abbildung 3:** Ausschnitt aus dem Fahrzyklus, Geschwindigkeit (orange) und resultierende Antriebs- (blau) und Rollgeräusche (grün) über den Verlauf der Zeit, aus [6]

### Einfluss von AVAS

In den Verkehrssituationen von HBEFA bzw. TraNECaM werden anteilig auch die Geräuschemissionen der Fahrzeuge bei Geschwindigkeiten von weniger als 30 km/h berücksichtigt (z. B. beim Anfahren in Kreuzungsbereichen oder in Stau- oder Stop&Go-Situationen). Unter Einsatz des RoTraNoMo-Modells kann der Einfluss von Elektrofahrzeugen mit zusätzlichen Emissionen durch ein Acoustic Vehicle Alert System (AVAS) genau modelliert und simuliert werden. Für die unterschiedlichen Fahrzyklen wird dabei berücksichtigt, dass das AVAS nur bis zu einer Geschwindigkeit von 20 km/h in Betrieb ist.

Bei der Modellierung der Lärm-Emissionen des AVAS sind folgende Rahmenbedingungen, die sich aus der UNECE R138 [2] ergeben, zu beachten. Aufgrund der großen Spanne zwischen minimalen und maximalen Emissionen eines Fahrzeugs (25 dB) kann noch keine Auswahl einer einheitlichen Emission des AVAS erfolgen. Anhand der Literaturergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass eine AVAS-Emission nahe der maximal zulässigen Lärmemissionen für einen relevanten Flottenanteil nicht wahrscheinlich ist. Die maximalen Emissionen als „Worst Case“ wurden daher nicht weiterverfolgt.

Für die Simulation eines „minimalen AVAS“ werden in den Varianten „teilelektrisch“ und „vollelektrisch“ die entsprechenden Flottenanteile der elektrifizierten Fahrzeuge mit abgesenkten Emissionsfaktoren simuliert. Die minimale Variante kann aufzeigen, welche Lärminderungspotenziale eine Elektrofahrzeugflotte zukünftig hätte.

Für die Simulation des „mittleren AVAS“ werden die Emissionen wie für Verbrennerfahrzeuge angesetzt, d. h. die Prognose der anteiligen Elektroflotte entspricht in den Lärmmissionen der Bestandsflotte.

Die Anteile elektrischer Pkw wurden in der teilelektrischen Flotte mit 19 % angenommen, die Anteile der Nutzfahrzeuge liegen je nach Gewichtsklasse bei 1,7 % (>12 t) bis 14,2 % (<12 t). Die Ansätze entstammen dem Transport Emission Model (TREMOM [7]). Im fiktiven vollelektrischen Szenario sind alle Fahrzeuge als elektrisch angenommen.

### Rechenmodell

Die Berechnung der Lärmimmissionen erfolgt mit den in der Lärmkartierung angewandten Ausbreitungsmethoden der BUB (BUB). Die Emissionen als Schalleistungspegel wurden über die Emissionsfaktoren aus TraNECaM ermittelt. Das Berechnungsmodell benötigt neben den Emissionsquellen Hindernisse (Gebäude, Wände, Wälle) sowie das Geländemodell. Dieses wurde aus den jeweiligen Daten der Lärmkartierung der Städte entnommen.

Wesentliche Eingangsdaten für das Modell sind die Straßen als Emittenten. Hierfür wird auf die Daten aus der Visum-Modellierung zurückgegriffen. Die Lage der Quellen wird ebenfalls aus dem Visum-Modell übernommen. Für die Ermittlung der Emissionen müssen zudem sämtliche Straßenabschnitte einer Verkehrssituation zugewiesen werden. Hierfür wurde auf eine im Verkehrsmodell vorhandene Klassifizierung zurückgegriffen (Details s. [1]).

Die Berechnung der Lärmimmissionen findet für bewohnte Gebäude in Form von Fassadenpegelberechnungen statt. Dies bedeutet, dass für jede Fassade für einen oder mehrere Punkte die Lärmbelastung ermittelt wird. Die jeweils einem Gebäude zugewiesene statistische Anzahl der potenziellen Einwohnenden wird dabei gleichmäßig auf die Fassadenpunkte verteilt.

### Ergebnisse

#### Änderung der Lärm-Emissionsfaktoren

Es ist zu erwarten, dass Tempo 30 durch die geringeren Geschwindigkeiten größtenteils zu einer Abnahme der Lärmmissionen führen wird. Die wesentlichen Emissionsfaktoren sinken für Pkw bei Tempo 30 um rund 2,5 bis 3 dB, bei Stop&Go- und Stau ist der Unterschied geringer (Abbildung 37). Eine Senkung um 3 dB entspricht einer Halbierung der Verkehrsmenge, sodass in der Regel auch bei Verkehrszunahmen die Lärmbelastung durch eine Tempo-30-Anordnung abnimmt.

Abbildung 4 zeigt die Lärmmissionen der Fahrzeugklassen Pkw, schwere Nutzfahrzeuge (SNF) und Linienbusse jeweils für die drei Flottenszenarien (Basisszenario sowie teil- und vollelektrische Flotte) auf einer Hauptverkehrsstraße bei

Tempo 50 und Tempo 30. Der Rückgang der Fahrzeugemissionen bei Pkw von 2,5-3,0 dB im Basisszenario ist erkennbar. Bei der teilelektrischen Flotte sind die Rückgänge bei Pkw in gleicher Größe zu erwarten, da aufgrund des geringen Anteils leiserer Fahrzeuge weiterhin die lauterer Fahrzeuge dominieren. Erst im Szenario „Vollelektrisch“ ist bei den dort angesetzten minimalen AVAS-Emissionen ein deutlicher Rückgang der Lärmmissionen zu erkennen. Deutlich erkennbar ist der Minderungseffekt zwischen Tempo 50 und Tempo 30: Bei Tempo 50 fällt aufgrund des deutlich höheren Anteils der Rollgeräusche an den Fahrzeugemissionen auch bei einer potenziell leiseren Elektroflotte der Emissionsfaktor kaum geringer aus als bei der Basisflotte. Bei Tempo 30 hingegen ist der Anteil geringer Geschwindigkeiten höher, bei denen das Antriebsgeräusch entscheidend ist. Da das AVAS ab 20 km/h abschaltet und die Rollgeräusche erst ab 30 km/h dominieren, kommt eine weitere Lärminderung zustande.

Für Busse und SNF sind vergleichbare Trends erkennbar. Der stärkere Rückgang der Lärmmissionen bei den Bussen gegenüber SNF in der teilelektrischen Flotte ist durch den höheren Anteil elektrischer Busse zu begründen. Die Unterschiede bei den Lärmmissionen zwischen Basisflotte und teilelektrischer Flotte sind bei SNF und Bussen nur gering. Die in diesen Szenarien erzielbare Emissionsminderung durch Tempo 30 liegt bei diesen Fahrzeugklassen bei unter 1 dB. Deutliche Pegelminderungen ergeben sich hier erst bei einer vollelektrischen Flotte. Dann wird auch der Unterschied zwischen Tempo 50 und Tempo 30 bei entfallenden Antriebsemissionen ohne relevante AVAS-Emissionen mit fast 5 dB deutlich.

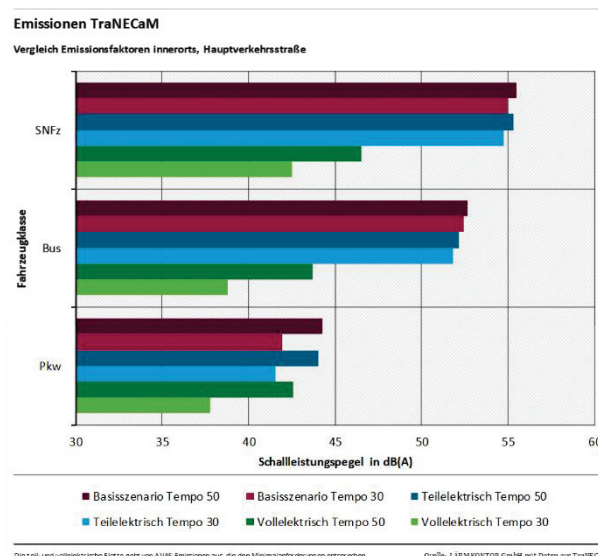


Abbildung 4: Emissionsfaktoren Lärm für verschiedene Szenarien und Fahrzeugklassen, aus [1]

#### Änderung der Lärmbelastung

In den Ausbreitungsberechnungen wurden für die bewohnten Gebäude der Städte die Immissionen anhand von Fassadenpegeln berechnet. Die Bewertung der Lärmbelastung nach Lärmkennziffer (LKZ, [8]) erfolgt mit zwei Schwellenwerten. LKZ 65: ein Schwellenwert von 65 dB(A) berücksichtigt die derzeit in der Lärmaktionsplanung vorwiegend angesetzten Schwellen. LKZ 55: Ein Schwellenwert

von 55 dB(A) wird ergänzend gewählt, um darüber hinaus ein Maß der Veränderungen der Lärmbelastung in den weniger kritischen Pegelbereichen 55-65 dB(A) zu erhalten.

Die LKZ sinken durch Tempo 30 in allen Städten deutlich. In Halle fallen die Rückgänge mit -24 bis -48 Prozent für die LKZ 55 bzw. -50 bis -87 Prozent für die LKZ 65 besonders hoch aus. Die Rückgänge in Göttingen und Ravensburg liegen im Bereich -7 bis -38 Prozent für die LKZ 55 bzw. -25 bis -83 Prozent für die LKZ 65.

Durch die Höchstgeschwindigkeitsreduzierung von 50 auf 30 km/h sind für die betroffenen Straßen grundsätzlich Pegelrückgänge zu erwarten, da die Emission jedes einzelnen Fahrzeugs deutlich abnimmt. Durch die geänderte Geschwindigkeit im Straßennetz können sich jedoch Verkehrsverlagerungen ergeben, die auf einzelnen Straßen zu einer deutlichen Verkehrs- und Pegelzunahme führen können. Problematisch können besonders jene Straßenabschnitte sein, die bereits im Bestand mit Tempo 30 ausgewiesen und nun von Verkehrsverlagerungen betroffen sind.

Zur Auswertung der genannten Effekte einer Verkehrs- und einer entsprechenden möglichen Lärmverlagerung dient eine Darstellung, die die relative Pegeländerung des Tempo-30-Szenarios im Vergleich zur Ausgangssituation mit Tempo 50 zeigt. Für jede Kombination „Ausgangspegel“ und „Pegeländerung“ werden jeweils die aus den Fassadenpegelberechnungen ermittelten Betroffenenzahlen angegeben.

Abbildung 5 zeigt, wie sich die Lärmbelastung für die Stadt Halle im Basisszenario von Tempo 50 zu Tempo 30 verändert. Erkennbar ist eine Abnahme zwischen -3 und -1 dB für eine Vielzahl von Betroffenen. In der Summe erfahren rund 180.000 Betroffene eine Pegelminderung von mindestens 1 dB, davon rund 26.000 im kritischen Pegelbereich  $\geq 65$  dB(A) sowie weitere rund 76.000 Betroffene im Pegelbereich 55-65 dB(A). Dem gegenüber stehen rund 17.000 Betroffene, die eine Pegelzunahme von mindestens 1 dB erfahren, hiervon rund 1.000 im kritischen Pegelbereich  $\geq 65$  dB(A). Weitere rund 10.000 Betroffene mit Pegelzunahmen liegen im Pegelbereich 55-65 dB(A).

Detaillierte Ergebnisse und weitere Abbildungen (in voller Auflösung) sind im Schlussbericht dokumentiert [1].

Pegel vorher (dB(A))	Differenz in dB									
	≥ 10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
≥ 75										
Summe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Abbildung 5:** Änderung Lärmbetroffenheit bei Tempo 30 im Vergleich zu Tempo 50 (Basisszenario) in Halle, aus [1]

## Fazit

Insgesamt sinkt die Lärmbelastung mit Tempo 30 in allen drei untersuchten Städten deutlich. Je nach örtlichen Gegebenheiten werden Rückgänge von rund 25-50 Prozent der LKZ 65 (Hochbelastete) und von 7-24 Prozent der LKZ 55 ermittelt. Jede Stadt hat ihre Besonderheiten, die durch Verkehrsverlagerungen lokal auch zu größeren Pegeländerungen führen können.

In den drei betrachteten Städten wird neben einer insgesamt dominierenden Lärmentlastung auch jeweils eine relevante Anzahl von Betroffenen ermittelt, die eine Pegelzunahme erfahren, sowohl im Bereich  $\geq 65$  dB(A) als auch bei Pegeln  $\geq 55$  dB(A). Ursächlich sind die im Verkehrsmodell prognostizierten räumlichen Verkehrsverlagerungen auf einzelnen Straßenabschnitten.

Hinsichtlich der Elektrifizierung der Fahrzeugflotte ist eine starke Abnahme der Lärmbelastung erst im vollelektrischen Szenario zu erwarten. Der für 2030 angenommene Anteil von 20 Prozent Elektrofahrzeugen mit minimalen AVAS-Emissionen führt nur zu geringen Lärminderungen. Erst bei höheren Anteilen von lärmarmen Elektrofahrzeugen wird im Mittel eine merkliche Lärmentlastung auftreten.

## Literatur

- [1] Heinrichs, Klein, Blohm, Eggers: Umweltwirkungen einer innerörtlichen Regelgeschwindigkeit von 30 km/h, März 2023, Umweltbundesamt, FKZ 3720 15 108 1
- [2] UN Regulation No. 138, Uniform provisions concerning the approval of Quiet Road Transport Vehicles with regard to their reduced audibility (QRTV), Revision 1, 2017
- [3] TraNECaM, Emissionsmodul im Geräuschbelastungsmodell, ARGE TÜV Automotive / LÄRMKONTOR, Vorhaben Nr. 105 02 221, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dezember 2000;
- [4] HBEFA, Handbook Emission Factors for Road Transport, URL: <https://hbefa.net/>
- [5] ROTRANOMO, Development of a Microscopic Road Traffic Noise Model for the Assessment of Noise Reduction Measures, Projektnr. GRD2-2001-50091. s.l.: im Auftrag der Europäischen Kommission im Programm „Wettbewerbsorientiertes und nachhaltiges Wachstum“, 2005.
- [6] Eggers, Steven: Noise Simulation of AVAS Effects, Euregio/BNAM2022, 195-203
- [7] Allekotte et al. 2020: Aktualisierung der Modelle TREMOD/TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990- 2018) - Berichtsteil "TREMOD". Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt, 2020
- [8] Bönninghausen, Popp: LärmKennZiffer-Methode – Methode zur Beurteilung lärmbedingter Konfliktpotentiale in der städtebaulichen Planung. Hamburg, Baubehörde Hamburg, 1988.