

TUHH

Technische Universität Hamburg-Harburg



Technische Universität Hamburg-Harburg

Institut für Verkehrsplanung und Logistik (W8)

Tempo 30 als Lärminderungsmaßnahme – Eine Untersuchung der Auswirkungen auf betroffene Anwohner*innen in der Metropolregion Hamburg

Bachelorarbeit

von

Lennard Neumann



Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Carsten Gertz
Zweitprüferin: Dr. Philine Gaffron MLA BSc

Hamburg, den 14.05.2018

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Zuhilfenahme der ausgewiesenen Hilfsmittel angefertigt haben. Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach anderen gedruckten oder im Internet verfügbaren Werken entnommen sind, habe ich durch genaue Quellenangaben kenntlich gemacht.

Hamburg, den 14.05.2018

Lennard Neumann

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Lärminderungsplanung, wobei der Fokus auf der Geschwindigkeitsreduzierung von 50 km/h auf 30 km/h, vor allem in der Nacht, als Lärminderungsmaßnahme liegt. Im Rahmen dieser Arbeit wurden Schallpegelmessungen an geschwindigkeitsreduzierten Hauptstraßenabschnitten in Hamburg-Bergedorf und Norderstedt, sowie eine persönliche Befragung vor Ort und eine online Befragung der betroffenen Anwohner an diesen Abschnitten, durchgeführt.

Das Ergebnis dieser Arbeit ist, dass die Messungen und die Umfrage insgesamt eine Verbesserung der Lärmsituation aufzeigen. Entweder messtechnisch oder als subjektive Empfindung der Anwohner. In Norderstedt haben die Schallpegelmessung und Umfrage gezeigt, dass Tempo 30 insgesamt eine positive Wirkung hat. In Hamburg-Bergedorf hingegen konnte nicht eindeutig geklärt werden, ob die gemessene Pegelsenkung durch den abnehmenden Verkehr oder die Geschwindigkeitsreduzierung erreicht wird. Trotzdem haben die Anwohner insgesamt auch hier eine Verbesserung der Lärmsituation wahrgenommen.

Das Fazit dieser Arbeit ist, dass das Reduzieren der Geschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h, vor allem nachts, eine schnell realisierbare und günstige Möglichkeit darstellt den Lärm lokal zu reduzieren. Jedoch reicht es nicht aus nur an der Geschwindigkeit anzusetzen, sondern Bedarf eines Systemansatzes, um eine nachhaltige Lärminderung zu erzielen.

Abstract

This thesis deals with noise reduction planning, with the focus on speed reduction from 50 km/h to 30 km/h, especially at night, as a noise reduction measure. Within the scope of this work, sound level measurements were carried out on speed-reduced main road sections in Hamburg-Bergedorf and Norderstedt, as well as personal on-site survey and an online survey of the affected residents at these sections.

The result of this work is that the measurements and the survey show an overall improvement in the noise situation. Either metrologically or as a subjective sensation of the residents. In Norderstedt, the sound level measurement and survey have shown that a speed of 30 km/h has a positive effect. In Hamburg-Bergedorf, on the other hand, it could not be clearly determined whether the measurement level reduction was achieved by decreasing traffic or speed reduction. Nevertheless, the residents have also noticed an improvement in the noise situation here.

The result of this work is that reducing the speed from 50 km/h to 30 km/h, especially at night, is a short-term and cheap way to reduce the noise locally. However, it is not enough to start with speed reduction alone, but rather with the need for a system approach to achieve sustainable noise reduction.

Inhalt

Kurzfassung	III
Abstract	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	X
1 Einleitung	11
2 Lärm	13
2.1 Lärmwahrnehmung	13
2.2 Verkehrslärm	17
3 Lärminderungsplanung	18
3.1 EU-Umgebungslärmrichtlinie	18
3.2 Übergang in deutsches Recht	19
3.3 Probleme und Kritikpunkte	21
3.4 Lärmschutzmaßnahmen	22
4 Tempo 30 als Lärminderungsmaßnahme	26
4.1 Rechtliche Grundlage	27
4.2 Vorteile	28
4.3 Hemmnisse	29
4.4 Erkenntnisse aus der Forschung	30
5 Messung	32
5.1 Messung in Hamburg-Bergedorf	40
5.2 Messung in Norderstedt	42
5.3 Auswertung	44
6 Umfrage	49
6.1 Allgemein	49
6.2 Umsetzung	49
6.3 Auswertung	51
7 Bewertung	52
8 Zusammenfassung und Ausblick	56
Literaturverzeichnis	58
A Verkehrszählungen	62
B Messergebnisse Bergedorf	63
C Messergebnisse Norderstedt	70
D Wurfzettel	77
E Aufbau der Umfrage	78
F Umfrageergebnisse	81

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Frequenzbewertung von Schallereignissen (Quelle: Kloepfer et al. 2006).....	14
Abbildung 2: Wahrnehmung von Schallereignissen (Quelle: Kloepfer et al. 2006).....	17
Abbildung 3: Lärminderungspotenziale (Quelle: Heinrichs 2007).....	23
Abbildung 4: Beispiel durch Lärminderungspotenziale durch Verkehrsbündelung Teil 1 (Kfz pro 24 Stunden) (Quelle: Popp et al. 2016)	24
Abbildung 5: Beispiel durch Lärminderungspotenziale durch Verkehrsbündelung Teil 2 (Veränderung in dB(A)) (Quelle: Popp et al. 2016)	25
Abbildung 6: Mittlere Kfz-Geschwindigkeiten vor und nach der Tempo-30-Anordnung an den 19 untersuchten Straßenabschnitten (Quelle: Heinrichs et al. 2016)	31
Abbildung 7: Tempo-30-Abschnitt Norderstedt Poppenbütteler Straße von Achtern Born bis Glashütter Damm mit Markierung der Messpunkte (eigene Darstellung auf der Kartengrundlage von OpenStreetMap).....	33
Abbildung 8: Tempo-30-Abschnitt Bergedorf Holtenklinker Straße von Wentorfer Straße bis Justus-Brinckmann-Straße mit Markierung der Messpunkte (eigene Darstellung auf der Kartengrundlage von OpenStreetMap).....	34
Abbildung 9: Lärmbelastung L_{Night} an der Poppenbütteler Straße, wobei weiß = 64 dB(A) und schwarz = 35 dB(A) mit Markierung der nächtlichen Geschwindigkeitsbegrenzung (eigene Bearbeitung mit Daten der Stadt Norderstedt von 2017)	35
Abbildung 10: Lärmbelastung L_{DEN} an der Poppenbütteler Straße, wobei weiß = 72 dB(A) und schwarz = 42 dB(A) mit Markierung der nächtlichen Geschwindigkeitsbegrenzung (eigene Bearbeitung mit Daten der Stadt Norderstedt von 2017).....	36
Abbildung 11: Komplexmaßnahme Bergedorf (eigene Darstellung auf der Kartengrundlage von OpenStreetMap)	38
Abbildung 12: Lärmbelastung an der Holtenklinker Straße - Ausschnitt aus der strategischen Lärmkarte L_{Night} 2017 für Hamburg (eigene Bearbeitung nach Behörde für Umwelt und Energie 2017).....	39
Abbildung 13: Lärmbelastung an der Holtenklinker Straße - Ausschnitt aus der strategischen Lärmkarte L_{DEN} 2017 für Hamburg (eigene Bearbeitung nach Behörde für Umwelt und Energie 2017).....	39
Abbildung 14: Holtenklinker Straße (Blickrichtung Nordwesten) (eigene Aufnahme)	41
Abbildung 15: Start-/Endpunkt des geschwindigkeitsreduzierten Abschnitts mit Blick auf die Kreuzung Holtenklinker Straße und Justus-Brinckmann-Straße (Blickrichtung Südosten) (eigene Aufnahme).....	41
Abbildung 16: Poppenbütteler Straße (Blickrichtung Norden) (eigene Aufnahme)	42
Abbildung 17: Poppenbütteler Straße (Blickrichtung Süden) (eigene Aufnahme)	42
Abbildung 18: Stationäres Gerät zur Geschwindigkeitsüberwachung an der Poppenbütteler Straße (Blickrichtung Norden) (eigene Aufnahme)	43
Abbildung 19: Vergleich der Graphen für Anzahl der Fahrzeuge und L_{eq15} von Norderstedt Mitte (eigene Darstellung)	46
Abbildung 20: Werte der Steigungen zu Anzahl der Fahrzeuge und dB(A) in Norderstedt Mitte (eigene Darstellung)	47

Abbildung 21: Bergedorf Mitte – Zeitlicher Verlauf des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung).....	63
Abbildung 22: Bergedorf Mitte - Pegel über 75 dB(A) vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung).....	64
Abbildung 23: Vergleich der Graphen für Anzahl der Fahrzeuge und L_{eq15} von Bergedorf Mitte (eigene Darstellung)	64
Abbildung 24: Werte der Steigungen zu Anzahl der Fahrzeuge und dB(A) in Bergedorf Mitte (eigene Darstellung).....	65
Abbildung 25: Bergedorf Start-/Endpunkt – Zeitlicher Verlauf des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung).....	66
Abbildung 26: Bergedorf Start-/Endpunkt - Pegel über 75 dB(A) vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung).....	67
Abbildung 27: Vergleich der Graphen für Anzahl der Fahrzeuge und L_{eq15} von Bergedorf Start-/Endpunkt (eigene Darstellung).....	67
Abbildung 28: Werte der Steigungen zu Anzahl der Fahrzeuge und dB(A) in Bergedorf Start-/Endpunkt (eigene Darstellung).....	68
Abbildung 29: Bergedorf – Vergleich der zeitlichen Verläufe des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung).....	69
Abbildung 30: Norderstedt Mitte - Zeitlicher Verlauf des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung).....	70
Abbildung 31: Norderstedt Mitte - Pegel über 75 dB(A) vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung).....	71
Abbildung 32: Norderstedt Start-/Endpunkt - Zeitlicher Verlauf des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung).....	72
Abbildung 33: Norderstedt Start-/Endpunkt - Pegel über 75 dB(A) vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung).....	73
Abbildung 34: Vergleich der Graphen für Anzahl der Fahrzeuge und L_{eq15} von Norderstedt Start-/Endpunkt (eigene Darstellung).....	73
Abbildung 35: Werte der Steigungen zu Anzahl der Fahrzeuge und dB(A) in Norderstedt Start-/Endpunkt (eigene Darstellung).....	74
Abbildung 36: Norderstedt – Vergleich der zeitlichen Verläufe des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung).....	75
Abbildung 37: Wurfzettel (eigene Darstellung).....	77
Abbildung 38: Umfrage - Teil 1 (eigene Darstellung)	78
Abbildung 39: Umfrage - Teil 2 (eigene Darstellung)	79
Abbildung 40: Umfrage - Teil 3 (eigene Darstellung)	80
Abbildung 41: Fühlen Sie sich durch Verkehrslärm belästigt? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung).....	82

Abbildung 42: Fühlen Sie sich durch Verkehrslärm belästigt? (in Prozent) (eigene Darstellung).....	82
Abbildung 43: Was stört Sie mehr? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)	83
Abbildung 44: Was stört Sie mehr? (in Prozent) (eigene Darstellung)	83
Abbildung 45: Wie sehr störte Sie der Lärm in der Nacht vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung).....	84
Abbildung 46: Wie sehr störte Sie der Lärm in der Nacht vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent) (eigene Darstellung).....	84
Abbildung 47: Wie sehr stört Sie der Lärm in der Nacht nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung).....	85
Abbildung 48: Wie sehr stört Sie der Lärm in der Nacht nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent) (eigene Darstellung).....	85
Abbildung 49: Differenz „Wie sehr stört(e) Sie der Lärm in der Nacht vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung?“ (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)	86
Abbildung 50: Mittelwerte zu „Wie sehr stört(e) Sie der Lärm in der Nacht vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung?“ (wobei 1: sehr stark; 2: stark; 3: kaum; 4: gar nicht) (eigene Darstellung).....	86
Abbildung 51: Wie laut war es in Ihrer Wohnung vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung).....	87
Abbildung 52: Wie laut war es in Ihrer Wohnung vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent) (eigene Darstellung).....	87
Abbildung 53: Wie laut ist es in Ihrer Wohnung nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung).....	88
Abbildung 54: Wie laut ist es in Ihrer Wohnung nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent) (eigene Darstellung).....	88
Abbildung 55: Differenz „Wie laut war/ist es in Ihrer Wohnung vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung?“ (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)	89
Abbildung 56: Mittelwerte zu „Wie laut war/ist es in Ihrer Wohnung vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung?“ (wobei 1: sehr laut; 2: laut; 3: leise; 4: sehr leise) (eigene Darstellung).....	89
Abbildung 57: Störte Sie der Lärm beim Schlafen vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung).....	90
Abbildung 58: Störte Sie der Lärm beim Schlafen vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent) (eigene Darstellung).....	90
Abbildung 59: Stört Sie der Lärm beim Schlafen nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung).....	91
Abbildung 60: Stört Sie der Lärm beim Schlafen nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent) (eigene Darstellung).....	91
Abbildung 61: Differenz „Stört(e) Sie der Lärm beim Schlafen vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung?“ (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)	92
Abbildung 62: Gesamt - Haben Sie eine Verbesserung durch die Geschwindigkeitsreduzierung wahrgenommen? (n=93) (eigene Darstellung).....	93
Abbildung 63: Norderstedt - Haben Sie eine Verbesserung durch die Geschwindigkeitsreduzierung wahrgenommen? (n=40) (eigene Darstellung).....	93

Abbildung 64: Bergedorf - Haben Sie eine Verbesserung durch die Geschwindigkeitsreduzierung wahrgenommen? (n=53) (eigene Darstellung).....	93
Abbildung 65: Gesamt - Halten Sie es für sinnvoll, in Ihrer Straße Tempo 30 bei Nacht dauerhaft anzuordnen? (n=93) (eigene Darstellung)	94
Abbildung 66: Norderstedt – Halten Sie es für sinnvoll, in Ihrer Straße Tempo 30 bei Nacht dauerhaft anzuordnen? (n=40) (eigene Darstellung)	94
Abbildung 67: Bergedorf - Halten Sie es für sinnvoll, in Ihrer Straße Tempo 30 bei Nacht dauerhaft anzuordnen? (n=53) (eigene Darstellung)	94
Abbildung 68: Gesamt - Halten Sie es für sinnvoll, dauerhaft die Geschwindigkeit in dieser Zone bspw. durch Blitzer zu überwachen? (n=93) (eigene Darstellung)	95
Abbildung 69: Norderstedt – Halten Sie es für sinnvoll, dauerhaft die Geschwindigkeit in dieser Zone bspw. durch Blitzer zu überwachen? (n=40) (eigene Darstellung).....	95
Abbildung 70: Bergedorf - Halten Sie es für sinnvoll, dauerhaft die Geschwindigkeit in dieser Zone bspw. durch Blitzer zu überwachen? (n=53) (eigene Darstellung)	95
Abbildung 71: Gesamt - Halten Sie die Erprobung von Tempo 30 in der Nacht aus Lärmschutzgründen für sinnvoll? (n=93) (eigene Darstellung).....	96
Abbildung 72: Norderstedt – Halten Sie die Erprobung von Tempo 30 in der Nacht aus Lärmschutzgründen für sinnvoll? (n=40) (eigene Darstellung).....	96
Abbildung 73: Bergedorf - Halten Sie die Erprobung von Tempo 30 in der Nacht aus Lärmschutzgründen für sinnvoll? (n=53) (eigene Darstellung).....	96
Abbildung 74: Gesamt - Empfinden Sie eine Mehrbelastung durch Bremsen/Beschleunigen an dem Start-/Endpunkt des Tempo-30-Abschnitts? (n=44) (eigene Darstellung)	97
Abbildung 75: Norderstedt – Empfinden Sie eine Mehrbelastung durch Bremsen/Beschleunigen an dem Start-/Endpunkt des Tempo-30-Abschnitts? (n=23) (eigene Darstellung).....	97
Abbildung 76: Bergedorf - Empfinden Sie eine Mehrbelastung durch Bremsen/Beschleunigen an dem Start-/Endpunkt des Tempo-30-Abschnitts? (n=21) (eigene Darstellung)	97

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausgewählte Werte der WHO Community Noise Guidelines und der WHO Night Noise Guidelines (eigene Bearbeitung nach Berglund et al. 1999)	15
Tabelle 2: Zielwerte für den Lärmschutz im Städtebau (eigene Bearbeitung nach Möser und Müller 2017)	22
Tabelle 3: Steigungen Norderstedt Mitte - Teil 1 (eigene Darstellung).....	46
Tabelle 4: Steigungen Norderstedt Mitte - Teil 2 (eigene Darstellung).....	46
Tabelle 5: Verkehrszählung Bergedorf vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)	62
Tabelle 6: Verkehrszählung Norderstedt vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung) ..	62
Tabelle 7: Bergedorf Mitte - Energieäquivalenter Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)	63
Tabelle 8: Bergedorf Start-/Endpunkt - Energieäquivalenter Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)	66
Tabelle 9: Bergedorf - Vergleich der energieäquivalenten Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)	69
Tabelle 10: Norderstedt Mitte - Energieäquivalenter Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)	70
Tabelle 11: Norderstedt Start-/Endpunkt - Energieäquivalenter Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)	72
Tabelle 12: Norderstedt - Vergleich der energieäquivalenten Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)	75
Tabelle 13: Energieäquivalenter Dauerschallpegel über den gesamten Messzeitraum (21:00 Uhr bis 00:30 Uhr am Folgetag) $L_{eqGesamt}$ vom 10. in den 11.04.2018 in Norderstedt und vom 11. in den 12.04.2018 in Hamburg Bergedorf (eigene Darstellung)	76
Tabelle 14: Energieäquivalenter Dauerschallpegel über den Messzeitraum mit Tempo 30 (22:00 Uhr bis 00:30 Uhr am Folgetag) $L_{eqTempo30}$ vom 10. in den 11.04.2018 in Norderstedt und vom 11. in den 12.04.2018 in Hamburg Bergedorf (eigene Darstellung).....	76

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	.....	Absatz
ADAC	.....	Allgemeiner Deutsche Automobil-Club e.V.
BI	.....	Betroffenenindex
BImSchG	.....	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	.....	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BIP	.....	Bruttoinlandsprodukt
bzw.	.....	beziehungsweise
ca.	.....	circa
dB(A)	.....	A-bewerteter Schalldruckpegel
D _{met}	.....	meteorologischer Korrekturwert
DTV	.....	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
EU	.....	Europäische Union
Kfz	.....	Kraftfahrzeug
km/h	.....	Kilometer pro Stunde
Lärmschutz-Richtlinien-StV	<i>Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm</i>	
L _{Day}	.....	Taglärminde
L _{DEN}	.....	Tag-Abend-Nacht-Lärminde
L _{eq}	.....	energieäquivalenter Dauerschallpegel
L _{eq15}	.....	energieäquivalenter Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen
L _{Evening}	.....	Abendlärminde
Lkw	.....	Lastkraftwagen
L _m	.....	Mittelungspegel
L _{Night}	.....	Nachtlärminde
LSA	.....	Lichtsignalanlage
Mio.	.....	Millionen
NREM-Anteil	.....	Non-Rapid-Eye-Movements-Anteil
P+R	.....	Parken und Reisen
Pkw	.....	Personenkraftwagen
REM-Anteil	.....	Rapid-Eye-Movements-Anteil
RLS-90	.....	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen
sog.	.....	sogenannt
SPD	.....	Sozialdemokratische Partei Deutschlands
SRU	.....	Sachverständigenrat für Umweltfragen
StVO	.....	Straßenverkehrs-Ordnung
TUNE ULR	<i>Technisch wissenschaftliche Unterstützung bei der Novellierung der EU-Umgebungslärmrichtlinie</i>	
u. a.	.....	unter anderem
UBA	.....	Umweltbundesamt
VBUS	.....	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen
VCD	.....	Verkehrsclub Deutschland e.V.
WHO	.....	World Health Organization
z. B.	.....	zum Beispiel
z. T.	.....	zum Teil

1 Einleitung

In Zeiten von steigendem Gesundheits- und Umweltbewusstsein rückt auch das Thema Lärm und die damit einhergehende Lärmbelästigung in den Fokus der Menschen und der Aktionsplanung öffentlicher Einrichtungen. Dabei geht jeder Mensch anders mit dem Lärm und den Geräuschen um, die ihn umgeben. Während der Eine¹ den Schalldruckpegel eines Kinderspielplatzes als Lärm empfindet und sich belästigt fühlt kann ein Anderer selbst mit offenem Fenster an einer Hauptverkehrsstraße mit ähnlichem Schalldruckpegel scheinbar ungestört schlafen und empfindet diesen Pegel nicht als Lärm.

Lärm kann in unterschiedlichen Formen auftreten und von unterschiedlichen Quellen ausgehen. Hierbei stellt der Straßenverkehr die größte konfliktverursachende Lärmquelle dar (Heinrichs et al. 2011). Etwa 70 % der in Deutschland lebenden Menschen fühlen sich durch Straßenlärm belästigt (Heinrichs 2007). Dabei treten die bundesweit größten Lärmbetroffenheiten an innerstädtischen Straßen auf, weil hier der Abstand zwischen der Lärmquelle, zum Beispiel einem Kraftfahrzeug, (kurz: Kfz) und dem Immissionsort, zum Beispiel die Häuserfassade, besonders gering sind und gleichzeitig hohe Einwohnerdichten vorherrschen (Bing und Popp 2010).

In der Studie „Umweltbewusstsein in Deutschland 2016“ von Benthin und Gellrich (2017) wurde herausgefunden, dass der Anteil derer, die sich von Lärm belästigt fühlen, zwischen 2014 und 2016 gestiegen ist. Es wurde zudem gefragt, wie stark sich die Menschen durch Lärm in ihrer Gesundheit gestört fühlen. Danach geben lediglich 15 % an, dass sie sich überhaupt nicht gestört fühlen. Etwa ein Drittel der Menschen fühlen sich stark oder sogar äußerst stark gestört. Dabei steigt laut Studie die wahrgenommene Gesundheitsbelastung mit abnehmendem sozialem Status. Das liegt daran, dass benachteiligte Wohnquartiere oft an verkehrsstarken Straßen liegen oder schlechter geräuschgeschützt sind. Weiterhin ist das Wissen um die gesundheitsschädigende Wirkung von Lärm, um Langzeitfolgen wie Gehörschäden, Schlafstörungen, Depressionen, Bluthochdruck, Herzinfarkt und weitere Krankheiten, in der Öffentlichkeit weit verbreitet.

Im Jahr 2000 waren mehr als 44 % der Bevölkerung der EU25² (rund 210 Millionen, kurz: Mio., Menschen) regelmäßig einem energieäquivalenten, A-bewerteten Schalldruckpegel (kurz: dB(A)) von mehr als 55 dB(A) Verkehrslärm ausgesetzt, was eine potenzielle Gefahr für die Gesundheit darstellt. Der energieäquivalente Dauerschallpegel (kurz: L_{eq}) ist dabei der über die Messzeit gemittelte Schalldruckpegel. Mehr als 54 Mio. Menschen waren Straßenverkehrslärmpegeln von über 65 dB(A) ausgesetzt. Die Grenzwerte für die Geräusche-

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beide Geschlechter.

² Mitgliedsstaaten der Europäischen Union ohne Kroatien, Malta und Zypern.

missionen von Fahrzeugen wurden zuletzt 1995 verschärft. Zwischen 1995 und 2007 fand keine Aktualisierung statt. Im Gegensatz dazu wurden die Grenzwerte für Luftschadstoffemissionen von Fahrzeugen im selben Zeitraum drei Mal verschärft. Die sozialen Kosten des Straßenverkehrslärms in der EU22³ werden auf mindestens 38 Milliarden Euro pro Jahr geschätzt, was etwa 0,4 % des gesamten Bruttoinlandsproduktes (kurz: BIP) in der EU22 entspricht. Der wahrgenommene Nutzen der Lärminderung liegt bei 25 Euro pro Haushalt und Dezibel pro Jahr (den Boer und Schrotten 2007).

Das Lärmempfinden hängt immer mit der individuellen Lebenssituation zusammen. Wie genau der Lärm auf den Menschen wirkt, was Lärm überhaupt ist und welche Ansätze es gibt, um Menschen vor Lärmbelästigung zu schützen wird in dieser Arbeit eingehender betrachtet. Ein besonderer Fokus soll hierbei auf die Geschwindigkeitsreduzierung auf 30 km/h als Lärminderungsmaßnahme gelegt werden. Im Jahr 2015 galt bereits an 536 km des richtungsbezogenen Hauptverkehrsstraßennetzes in Deutschland Tempo 30, was einem Anteil von etwa 17 % entspricht. Die nächtliche Geschwindigkeitsbegrenzung (22 Uhr bis 6 Uhr am darauffolgenden Tag) auf 30 km/h ist an 164 km des Hauptverkehrsstraßennetzes vorgeschrieben, was einem Anteil von 5 % entspricht (Heinrichs et al. 2015a). Zukünftig soll auf noch mehr Hauptverkehrsstraßen Tempo 30 angeordnet werden.

Die Schallpegelmessung an zwei ausgewählten Hauptverkehrsstraßen mit Tempo-30-Anordnung in Hamburg-Bergedorf und Norderstedt soll die Immissionen an den Wohngebäuden, sowie die Maßnahme und die Auswirkungen auf die Anwohner genauer untersuchen. Eine Befragung der betroffenen Anwohner soll die Ergebnisse zudem ergänzen und die Maßnahme mit ihren Auswirkungen auf die Anwohner untersuchen sowie die persönlichen Erfahrungen mit Tempo 30 als Lärminderungsmaßnahme aufzeigen.

³ Mitgliedsstaaten der Europäischen Union ohne Estland, Kroatien, Lettland, Litauen, Malta und Zypern

2 Lärm

Lärm sind Geräusche, also Schalle, die in ihrer Art eine störende Wirkung auf ihre Umwelt haben. Die Schalle sind Schwingungen in der Luft. Diese entstehen an einer Schallquelle und werden über die Luft übertragen. Dabei entstehen Luftdruckschwankungen. Diese Schwankungen sind als Schalldruck wahrnehmbar und umso größer die Schwankungen sind, desto lauter ist die Wahrnehmung des Schalls (Richard et al. 2015).

Die Schallwelle kann sich zwischen Sender und Empfänger über die Schwingungen fortpflanzen. Es wird zwischen Luft- und Körperschall unterschieden, wobei der Luftschall die dominante Erscheinungsform des Schalls für den Menschen darstellt, da Geräusche mit dem Ohr überwiegend aus der Luft aufgenommen werden. Dabei kann das normale Ohr Töne in dem Frequenzbereich von etwa 16 bis 16.000 Hz wahrnehmen. Niedrigere Frequenzen, sogenannter Infraschall, sowie höhere Frequenzen, sogenannter Ultraschall, können nicht wahrgenommen werden (Kloepfer et al. 2006).

Durch eine Schwingungsanregung der Luftmoleküle kommt es zu einer Absorption der Schallausbreitung. Zudem spielt der Wind eine Rolle. So kommt es im Luv, also bei Gegenwind, zu einer Verringerung und im Lee, also bei Mitwind, zu einer Vergrößerung des Schalldruckpegels. In Abhängigkeit von der Geometrie der Schallquelle, verliert die Schallwelle bei der Ausbreitung Energie bzw. wird gedämpft. Diese Dämpfung beträgt bei der Abstrahlung von einem Punkt etwa 6 dB und bei einer Abstrahlung einer Linie etwa 3 dB je Verdoppelung des Abstandes zur Quelle. An Hindernissen tritt zudem eine sogenannte Schallstreuung auf. Objekte wie Häuser oder Bäume fungieren als Streukörper und führen lokal zu einer, zum Teil, beträchtlichen Änderung des Schallpegels. Zudem kommt es an diesen Objekten zu einem Reflexionsverlust und somit zu einer Schalldämpfung (Popp et al. 2016).

2.1 Lärmwahrnehmung

Da die subjektive Schall- bzw. Lärmwahrnehmung sehr komplex ist wurden objektive Verfahren entwickelt um den Schall zu bewerten (Richard et al. 2015).

Während die Schallenergie linear wächst, folgt die Lautstärkeempfindung eines Menschen in etwa einem logarithmischen Gesetz. Dieser Zusammenhang geschieht auch bei der Empfindlichkeit des Auges für Lichtintensität und wird als das Weber-Fechner-Gesetz bezeichnet. Der Mensch empfindet niedrige und hohe Frequenzen bei Geräuschen weniger laut als mittlere Frequenzen aus dem Bereich um 1kHz bis 5 kHz was zur Folge hat, dass diese Empfindlichkeit durch Frequenzbewertungskurven dargestellt wird. Am weitesten verbreitet ist die A-Bewertung, die ursprünglich für niedrige Lautstärken gedacht war. Darüber hinaus gibt es aufsteigend je nach Lautstärkepegel die B-, C- und D-Bewertung, wobei letztere bei sehr

lauten Geräuschen Anwendung findet. Das unterschiedliche Durchlassverhalten für niedrige Frequenzen charakterisiert die Kurven der A-, B- und C-Bewertung, wie in Abbildung 1 zu erkennen (Popp et al. 2016).

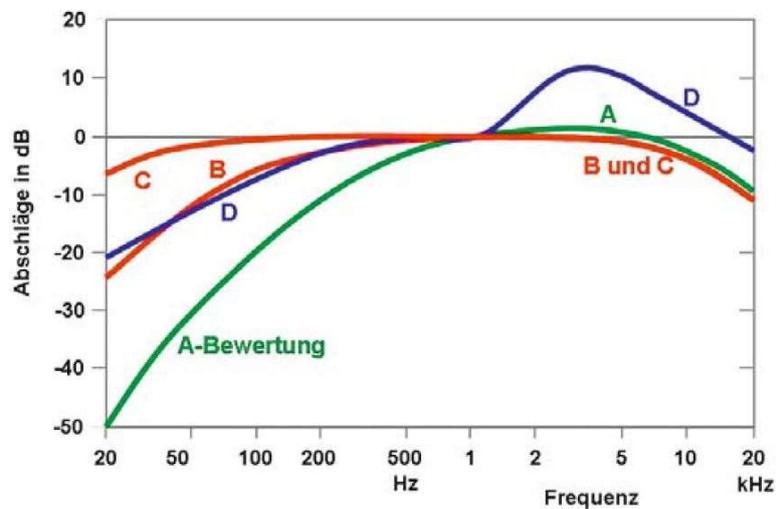


Abbildung 1: Frequenzbewertung von Schallereignissen (Quelle: Kloepfer et al. 2006)

Der Mensch nimmt Geräusche ab etwa 0 dB(A) wahr während die Schmerzschwelle bei etwa 130 dB(A) liegt. Da Lärm auf Dauer den Körper belastet wird er als sogenannten Stressor bezeichnet (Heinrichs 2007).

Das Problem bei dem menschlichen Ohr besteht darin, dass es keine zielgerichtete Aufmerksamkeit braucht, um Schall wahrzunehmen. Diese Wahrnehmung und Verarbeitung im Gehirn geschieht auch während des Schlafs. Diese allgegenwärtige Funktionsfähigkeit des Gehörs hat etwa zur Folge, dass Menschen meist nur von lauterem Geräuschen, die das Gehirn als Gefahr wahrnimmt, geweckt werden. Hier wird besonders bei kurzen, lauten Geräuschen eine überschießende Reaktion von elektrischen Impulsen, sogenannte Aktionspotenziale, durch mechanische Energie der Schalle in den Hörsinneszellen des Innenohrs ausgelöst (Kloepfer et al. 2006).

Lärm ist besonders nachts ein Problem. Durch die stetige Informationsaufnahme durch das Gehör kann auch ein Mensch, der sich nach eigener Aussage nicht sonderlich stark von Lärm belästigt fühlt, körperliche Überbelastungen davontragen, die sich erst auf Dauer zeigen.

„Als gesundheitliche Beeinträchtigung ist Lärm somit schon dann zu bezeichnen, wenn er die Kommunikation im weitesten Sinne stört, den Erholungswert der Wohnung und ihres Umfeldes herabsetzt, Konzentration und Aufmerksamkeit mindert, Nervosität und Irritationsgefühle verursacht sowie Erschrecken, Verärgerung und Furchtassoziationen auslöst.“ (Richard et al. 2015, S. 16)

Nach Kloepfer et al. (2006) ist der Lärmpegel gerade bei der Kommunikation entscheidend. Die Sprachverständlichkeit reduziert sich etwa durch das unwillkürliche Anheben der Stimme mit einhergehender Verzerrung der Sprache und entsprechend herabgesetzter Verständlichkeit bei einem Anstieg des Sprachpegels um 10 dB bereits um 15 bis 40 %. Der Sprachpegel liegt etwa bei 60 dB(A). Es wird von einer ungestörten Kommunikation gesprochen, wenn der Außenpegel nicht mehr als 65 dB(A), bzw. 55 dB(A) bei gekipptem Fenster, beträgt.

Die Weltgesundheitsorganisation (englisch: World Health Organization, kurz: WHO) gibt in ihren Richtlinien für Lärm in der Gemeinschaft (englischer Titel: WHO Community Noise Guidelines) an, wie in Tabelle 1 zu erkennen, dass der Lautstärkepegel zum Beispiel in Wohnungen nicht über 35 dB(A) sein sollte, weil es sonst zu Störungen der Sprachverständlichkeit kommen kann. Ebenso sollte der Lärmpegel etwa in Klassenräumen nicht bei mehr als 35 dB(A) liegen, um die Kommunikation und somit das Lernen nicht zu stören (Berglund et al. 1999).

Tabelle 1: Ausgewählte Werte der WHO Community Noise Guidelines und der WHO Night Noise Guidelines (eigene Bearbeitung nach Berglund et al. 1999)

Specific environment	Critical health effect	Day: L_{Aeq} (dB(A)) Night: L_{Night} (dB(A))	Time base (hours)
Day-time and evening noise			
Outdoor living area	Serious annoyance, daytime and evening	55	16
	Moderate annoyance, daytime and evening	50	16
Dwellings, indoor	Speech intelligibility and moderate annoyance, daytime and evening	35	16
School class rooms and pre-schools, indoors	Speech intelligibility, disturbance of information extraction, message communication	35	During class
School playground, outdoor	Annoyance	55	During play
Hospital ward rooms, indoors	Sleep disturbance, daytime and evening	30	16

Bei der Bewertung eben dieses Lärms ist nach Richard et al. (2015) der Beurteilungspegel in dB(A) entscheidend. Es wird zudem angeführt, dass viele Faktoren die subjektive Wahrnehmung entscheiden und auch die hervorstechenden, kurzen und lauten Geräusche von Bedeutung sind. So macht eine Mücke zwar nicht viel Lärm, aber in der Nacht kann sie erhebliche Belästigungen verursachen.

Das Gefühl der Belästigung hängt in erster Linie von der Lärmempfindlichkeit des Einzelnen ab. Ein weiterer wichtiger Faktor für die wahrgenommene Belästigung ist die Angst vor der Lärmquelle. Unterbewusste körperliche Reaktionen, wie zum Beispiel erhöhter Blutdruck,

und die Belästigung durch chronischen Lärm nimmt mit der Zeit nicht ab, es sei denn, der Lärm selbst wird vermindert (den Boer und Schroten 2007).

In der Nacht ist die Erregungsreaktion des Nervensystems durch Lärm oft subtiler als das bloße Erwachen und kann einen Wechsel von einem tieferen zu einem leichteren Schlaf, einen Anstieg der Körperbewegungen, einen vorübergehenden Anstieg der Herzfrequenz und Veränderungen des (Stress-)Hormonspiegels bedeuten (den Boer und Schroten 2007).

Ärmere Menschen leiden eher unter den gesundheitlichen Folgen von Verkehrslärm als die Wohlhabenden. Dies kann durch eine schlechtere Wohnqualität mit schlechter Lärmdämmung und die Nähe von Wohnungen für einkommensschwächere Bevölkerungsgruppen zur lärmintensiven Verkehrsinfrastruktur erklärt werden (den Boer und Schroten 2007).

Kinder sind zudem eine Gruppe, die besonders anfällig für die gesundheitlichen Auswirkungen von Lärm ist. Sie haben eine geringere kognitive Fähigkeit, diese zu verstehen und zu antizipieren und es fehlen ihnen gut entwickelte Bewältigungsstrategien. In dieser Gruppe besteht die Gefahr, dass chronischer Lärm irreversible negative Folgen hat (den Boer und Schroten 2007).

Auch das Sprechen zu lernen fällt besonders Kleinkindern bei großem Umgebungslärm schwer, da bei gestörter Kommunikation bestimmte Worte von den Erziehern oder den Eltern nicht herausgefiltert werden können und verloren gehen (Schäfer 2005).

Nicht nur Menschen, sondern auch Tiere sind vom Verkehrslärm betroffen. Die Reaktion eines Tieres kann bis hin zu Panik und Fluchtverhalten reichen. Diese Reaktionen sind Ausdruck von Stress, der die Gesundheit, das Wachstum und die Fortpflanzungsfähigkeit eines Tieres beeinträchtigen kann. Fledermäuse zum Beispiel, eine Artengruppe, die völlig auf die Echolokalisierung angewiesen ist, können keine Nahrung finden, wenn der Lärmpegel zu hoch ist. In Bezug auf das Verhalten kann es dazu führen, dass Tiere Orte mit hohem Verkehrslärm meiden (den Boer und Schroten 2007).

2.2 Verkehrslärm

Eine Besonderheit der logarithmischen Bemessung ist, dass bei einer Verdoppelung gleich lauter Schallquellen der Schalldruck nur um 3 dB zunimmt. Eine Verzehnfachung der Schallquellen lässt den Schalldruck, wie in Abbildung 2 zu erkennen um 10 dB steigen, was in der Wahrnehmung etwa einer Verdoppelung der Lautstärke gleich kommt (Kloepfer et al. 2006).

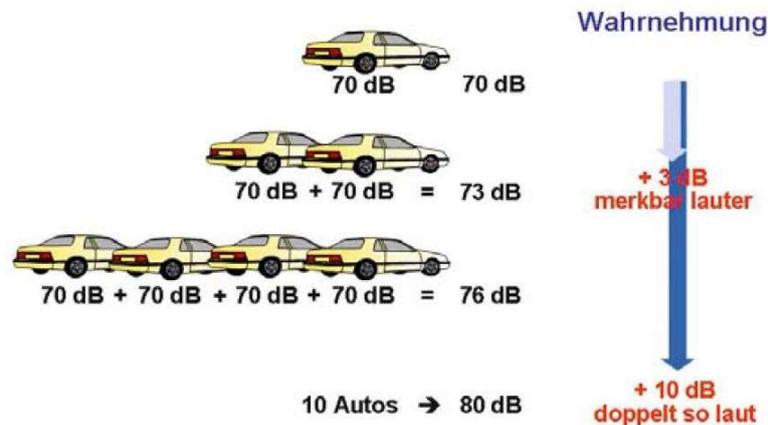


Abbildung 2: Wahrnehmung von Schallereignissen (Quelle: Kloepfer et al. 2006)

Bei einer erhöhten Anzahl an Fahrzeugen nimmt der Mensch ein kontinuierliches Lärmgeschehen wahr. Die Fahrzeuge sind so eng beieinander, dass keine einzelnen Objekte mehr differenziert wahrgenommen werden können (Kloepfer et al. 2006).

Das Umweltbundesamt (kurz: UBA) gibt an, dass in Berlin etwa 300.000 Menschen von einem Verkehrslärm ab 65 dB(A) tagsüber und 55 dB(A) in der Nacht betroffen sind, was ein erhöhtes Risiko an kardiovaskulären Erkrankungen bedeutet. Eine wahrnehmbare Verbesserung könnte schon mit einer Senkung des Lärmpegels ab 1 dB(A) erreicht werden (Heinrichs 2007). Eine Befragung der Stadt Frankfurt am Main (2012) hat zudem ergeben, dass gerade die lauten Einzelereignisse zum Beispiel von Motorrädern oder modifizierten Abgasanlagen als besonders störend empfunden werden.

Gerade das vom Reifen ausgehende Geräusch ist bei Personenkraftwagen (kurz: Pkw) ab etwa 30 km/h und bei Lastkraftwagen (kurz: Lkw) ab 45 km/h die dominante Geräuschquelle. Wie laut ein Reifen ist hängt etwa von der Reifenhärte oder -breite ab. Je härter oder breiter ein Reifen konstruiert ist, desto höher sind tendenziell die Reifen-Fahrbahn-Geräusche. Auch die Profilgestaltung ist relevant. So sind aus akustischer Sicht spezielle Profilgestaltungen besonders sinnvoll (Popp et al. 2016).

Es gibt verschiedene Ansätze um die Lärmbelastigung zu verringern. Diese werden in der Lärminderungsplanung beschrieben, die im Folgenden genauer betrachtet wird.

3 Lärminderungsplanung

Nach Richard et al. (2015) ist das Recht des Menschen auf Gesundheit die Grundlage jeglicher Bemühung um Lärmbeurteilung.

Im Jahr 2002 hat die Europäische Union (kurz: EU) die Richtlinie 2002/49/EG⁴ des Europäischen Parlamentes und des Rates verabschiedet. Diese Richtlinie wird auch EU-Umgebungslärmrichtlinie genannt, weil sie sich mit der Erfassung, der Bewertung und der Minderung des Umgebungslärms in der EU befasst.

In deutsches Recht ging die Umgebungslärmrichtlinie mit der Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (kurz: BImSchG), den Erlass der 34. Bundes-Immissionsschutzverordnung⁵ zur Durchführung des BImSchG (sog.: Verordnung über die Lärmkartierung, kurz: 34. BImSchV) und den Erlass der vorläufigen Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm⁶ über (Möser und Müller 2017).

3.1 EU-Umgebungslärmrichtlinie

Die EU-Umgebungslärmrichtlinie soll ein Konzept darstellen, mit dem Umgebungslärm verhindert, vorgebeugt oder gemindert werden kann. Es soll zudem eine Darstellung der Lärmsituation nach vergleichbaren Kriterien ermöglicht werden. Hierzu sollen sogenannte strategische Lärmkarten ermittelt werden, die eine Bewertung oder Prognose der Lärmbelastung verschiedener Lärmquellen in einem bestimmten Gebiet ermöglichen soll. Hier werden insbesondere Ballungsräume, Hauptverkehrsstraßen, Haupteisenbahnstrecken und Großflughäfen genannt. Dabei geht nach Artikel 7 Abs. 1 der Richtlinie hervor, dass in einer ersten Stufe bis Juni 2007 strategische Lärmkarten für Ballungszentren mit mehr als 250.000 Einwohnern, Straßen mit mehr als sechs Mio. Kfz pro Jahr, Schienenwege mit mehr als 60.000 Zügen pro Jahr und Flughäfen mit mehr als 50.000 Bewegungen pro Jahr zu erstellen waren. In einer zweiten Stufe nach Artikel 7 Abs. 2 waren bis Juni 2012 und danach alle fünf Jahre strategische Lärmkarten für Ballungszentren ab bereits 100.000 Einwohnern, Straßen mit mehr als drei Mio. Kfz pro Jahr und Schienenwege mit mehr als 30.000 Zügen pro Jahr zu erstellen (Das Europäische Parlament und Der Rat der Europäischen Union 2002).

Nach Möser und Müller (2017) gibt die Umgebungslärmrichtlinie keine gesetzlich festgelegten Grenzwerte an und definiert nicht, ab wann Aktionspläne erforderlich werden. Dies wird von den Staaten selbst festgelegt. In Deutschland sind das die zuständigen Behörden.

⁴ Siehe auch: Das Europäische Parlament und Der Rat der Europäischen Union 2002.

⁵ Siehe auch: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 06.03.2006.

⁶ Siehe auch: Bundesministerium der Justiz 2006.

3.2 Übergang in deutsches Recht

Das Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm⁷ beinhaltet die Änderung des BImSchG, in dem ein sechster Teil zur Lärminderungsplanung anstelle des bisherigen § 47a (Lärminderungspläne) eingefügt wird (Richard et al. 2015). In diesem sechsten Teil werden unter § 47c die Lärmkarten genannt. Diese werden durch die 34. BImSchV konkretisiert.

Wie das Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (06.03.2006) bekanntgegeben hat werden nach § 2 Abs. 1 der 34. BImSchV die Lärmindizes Taglärmindex (im Folgenden: L_{Day}), Abendlärmindex (im Folgenden: $L_{Evening}$) und Nachtlärmindex (im Folgenden: L_{Night}) eingeführt. Diese sind die A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel in Dezibel. Der Beurteilungszeitraum beträgt ein Jahr und die Berechnungen an allen Tagen erfolgen in entsprechenden Zeiträumen:

- L_{Day} : 12 Stunden, beginnend um 6 Uhr.
- $L_{Evening}$: 4 Stunden, beginnend um 18 Uhr.
- L_{Night} : 8 Stunden, beginnend um 22 Uhr.

Dabei ist „ein Jahr [...] das für die Schallemissionen ausschlaggebende und hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Kalenderjahr.“ (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 06.03.2006, S. 3)

In § 2 Abs. 2 wird der Tag-Abend-Nacht-Lärmindex (im Folgenden: L_{DEN}) eingeführt und definiert. Er berechnet sich aus den oben beschriebenen Lärmindizes nach § 2 Abs. 1, wobei der $L_{Evening}$ um 5 dB(A) und der L_{Night} um 10 dB(A) erhöht ist, was die erhöhte Störwirkung von Geräuschen für diese Tagesabschnitte widerspiegelt:

$$L_{DEN} = 10 * \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{Day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{Evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{Night}+10}{10}} \right)$$

Für die Ausarbeitung der Lärmkarten ist nach § 4 Abs. 1 definiert, dass sie sich auf die Hauptlärmquellen der Ballungsräume beziehen sowie auf sonstige Straßen, Schienenwege, Flugplätze für die zivile Luftfahrt und Industrie- und Gewerbeland. Zudem soll nach § 4 Abs. 2-4 auf Grundlage des L_{DEN} und L_{Night} die Ausarbeitung getrennt für jede Lärmart (Straße, Schiene, Flug, Industrie/Gewerbe) und bestehend aus Isophonen-Bändern in einer graphischen Darstellung für den L_{DEN} über 55 dB(A) in 5er-Schritten bis über 75 dB(A) und den L_{Night} über 50 dB(A) in 5er-Schritten bis über 70 dB(A), optional schon ab 45 dB(A), in einem Raster von 50 m x 50 m oder weniger erfolgen. Neben einer graphischen Darstellung der Zonen, bei denen ein Wert überschritten wird, bei dem Lärmschutzmaßnahmen eingeführt oder in Erwägung gezogen werden, sollen auch tabellarische Angaben darüber gemacht werden, wie viele Menschen innerhalb der jeweiligen Isophoren-Bänder leben. Zudem sollen

⁷ Siehe auch: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 24.06.2005.

Angaben gemacht werden über die Lärmaktionspläne und Lärmschutzprogramme und in tabellarischer Form über die lärmbelasteten Flächen sowie die Zahl an Wohnungen, Schulen und Krankenhäuser in diesen Gebieten. Nach § 5 Abs. 2 liegen die Berechnungspunkte für die Lärmbelastung in der Nähe von Gebäuden in einer Höhe von vier Metern über dem Boden (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 06.03.2006).

In den vorläufigen Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm findet sich u. a. die vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (kurz: VBUS) mit der die Lärmindizes L_{DEN} und L_{Night} der 34. BImSchV für den Straßenverkehr berechnet werden können, die für die Lärmkartierung nach § 47c des BImSchG, wie oben beschrieben, benötigt werden. Die VBUS ist an die sogenannten Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (kurz: RLS-90) angelehnt, welche nach Bing und Popp (2010) ursprünglich zur Abgrenzung von Rechtsansprüchen auf Lärmschutz und bei Umbaumaßnahmen von Straßen entwickelt wurde. Sie wurde zudem an die Anforderungen der EU-Umgebungslärmrichtlinie angepasst. Berechnet wird mit dieser Methode der Mittelungspegel (kurz: L_m ; auch: energieäquivalenter Dauerschallpegel, kurz: L_{eq}) (Bundesministerium der Justiz 2006).

„Die Stärke der Schallemission [...] wird nach dieser Berechnungsmethode aus der Verkehrsstärke, dem Lkw-Anteil, der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, der Art der Straßenoberfläche und der Gradienten (Längsneigung) berechnet. Die Höhe des Schallpegels an einem Immissionsort hängt außerdem noch vom Abstand zwischen Immissions- und Emissionsquelle (Schallquelle) [...] ab. Sie kann außerdem durch Reflexionen [...] verstärkt oder durch Abschirmung [...] verringert werden. [...] Der Berechnung werden über alle Tage des Jahres gemittelte durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken (DTV) und Lkw-Anteile zugrunde gelegt. Unterschiede in den meteorologischen Ausbreitungsbedingungen am Tag, abends und in der Nacht werden mit einer zusätzlichen meteorologischen Korrektur (kurz: D_{met}) berücksichtigt.“ (Bundesministerium der Justiz 2006, S. 36)

Die Erstellung von Lärmkarten und Lärmaktionsplänen ist verpflichtend. Welche Maßnahmen aber konkret gewählt werden und für welche Bereiche sie gelten, bleibt den zuständigen Behörden überlassen (Kloepfer et al. 2006). In den meisten Bundesländern Deutschlands treten die Gemeinden als zuständige Behörden auf und entscheiden unter anderem darüber, welche Lärmindizes als Auslöse- bzw. Orientierungswerte definiert werden, wie die Öffentlichkeit informiert wird oder selber mitwirken kann und welche Maßnahmen in den Lärmaktionsplänen festgelegt werden. Vorrang haben hierbei Bemühungen um das Vermeiden, Verlagern, Verlangsamen und Verstetigen sowie die Stärkung der Lärmrobustheit (Richard et al. 2015).

Dies hat zur Folge, dass sich in den Bundesländern unterschiedliche Auslösewerte für eine Aktionsplanung ergeben haben. Bei Pegeln über L_{DEN} 70 dB(A) oder L_{Night} 60 dB(A) an schutzwürdigen Gebäuden mit Betroffenen wird z. B. in Bayern und Nordrhein-Westfalen

Handlungsbedarf unterstellt. In Brandenburg und Sachsen beginnt dies schon bei Pegeln über L_{DEN} 65 dB(A) oder L_{Night} 55 dB(A). In Berlin und Hamburg kommt ein Stufenkonzept zum Tragen. In einer ersten Priorität wird bei Pegeln über L_{DEN} 70 dB(A) oder L_{Night} 60 dB(A) und in einer zweiten Priorität schon bei Pegeln über L_{DEN} 65 dB(A) oder L_{Night} 55 dB(A) gehandelt (Heinrichs et al. 2011).

In Hamburg wurde erst eine strategische Lärmaktionsplanung auf gesamtstädtischer Ebene erstellt und in einem zweiten Schritt eine detaillierte Aufstellung konkreter Lärminderungsmaßnahmen auf Bezirksebene, womit sich das Hamburger Prinzip von anderen Lärmaktionsplänen unterscheidet und eine strategische Ausrichtung erkennen lässt (Bing und Popp 2010).

Im Saarland und in Schleswig-Holstein etwa gilt die Aktionsplanung grundsätzlich bei allen lärmkartierten Quellen. In einigen Bundesländern werden zudem auch die Betroffenen berücksichtigt (Heinrichs et al. 2011).

3.3 Probleme und Kritikpunkte

Durch die Einführung der VBUS kann sich die Kommunikation mit den Bürgern erschweren. Bisherige Berechnungsverfahren in Deutschland unterscheiden sich in den akustischen Kenngrößen, den Annahmen und im Ausbreitungsmodell. Die errechneten Mittelungspegel basierten bisher auf der meteorologischen Situation des Mitwinds (Lee). Die EU-Umgebungslärmrichtlinie sieht, wie oben beschrieben, hier hingegen eine durchschnittliche meteorologische Situation voraus (Möser und Müller 2017).

Verzerrungen durch vorübergehende Ereignisse können, anders als bei Messungen, durch den berechneten Jahresmittelwert der Pegel an den Straßen ausgeschlossen werden (Heinrichs 2007). Messungen können Lärm nur an bereits bestehenden Anlagen erfassen, dessen Gegebenheiten ändern sich aber laufend. So schwanken an Straßen die Verkehrsmenge, die Lkw-Anteile, die Geschwindigkeiten der Fahrzeuge, die meteorologischen Bedingungen, bewegliche Hindernisse oder Überlagerungen durch Fremdgeräusche ständig. Um trotzdem aussagekräftige Ergebnisse erzielen zu können wäre eine sehr lange Messung nötig. Weiterhin sind Messungen immer nur punktuell. Es wären also viele Messpunkte für eine flächendeckende Erfassung nötig. Ebenso sind Prognosen mit neu geplanten Maßnahmen mit Messungen nicht erfassbar (Kloepfer et al. 2006).

Ein weiterer Kritikpunkt wird mit der Darstellung der Isophoren-Bänder in 5er-Schritten benannt. Pegeländerungen sind bereits ab einer Änderung um 1-2 dB(A) für den Menschen wahrnehmbar. Auch die Bewertungen von Lärminderungsmaßnahmen ist schwer realisierbar, weil viele Lärminderungsmaßnahmen für sich eine deutlich wahrnehmbare Änderung

beitragen, diese Änderung aber unter 5 dB(A) liegt. So liegt eine Pegelminderung durch eine Maßnahme um 3 dB(A) von 74 auf 71 dB(A) nach wie vor im selben Isophoren-Band. Gleichzeitig könnte mit einer geringeren Pegelminderung eine Klassengrenze durchbrochen werden (Heinrichs et al. 2011).

Neben der messbaren sowie wahrnehmbaren Verbesserung durch eine Lärminderungsmaßnahme spielt auch die Beteiligung der Betroffenen Menschen eine Rolle und wie gut sich die Maßnahme einfügt und zur Verbesserung des Umfeldes beiträgt (Richard et al. 2015).

3.4 Lärmschutzmaßnahmen

Durch die Lärminderungspläne wurde deutlich, dass auf der Straße Mittelungspegel von bis zu 80 dB(A) tagsüber und 75 dB(A) nachts erreicht werden (Möser und Müller 2017).

In Berlin leben etwa 3,6 mio. Menschen. Davon sind etwa 245.000 Menschen tagsüber bzw. 300.000 Menschen nachts Pegeln von 65 dB(A) tagsüber bzw. 55 dB(A) nachts ausgesetzt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin 2014).

Möser und Müller (2017) haben die Zielwerte für den Lärmschutz im Städtebau nach Angaben des UBA, der WHO und des Sachverständigenrats für Umweltfragen (kurz: SRU) in einer Tabelle zusammengefasst, welche Tabelle 2 zeigt.

Tabelle 2: Zielwerte für den Lärmschutz im Städtebau (eigene Bearbeitung nach Möser und Müller 2017)

Schutzziel	Zeit	Lam in dB	Immissionsort	Zielhorizont; Quelle
Gesundheit (Herz-Kreislaufkrankungen)	tags (nachts)	≤65 (≤55)	außen (Innen)	Kurzfristig UBA, SRU
Vermeidung von erheblichen Belästigungen	tags	<55	außen	Mittelfristig UBA, WHO, SRU
Vermeidung von Belästigungen	tags	<50 <35	außen innen	Langfristig UBA, WHO
Vermeidung erheblicher Schlaf- störungen	nachts	<45 <30 ($L_{AFmax} \leq 45$)	außen innen innen	Mittelfristig UBA, WHO
Vermeidung von Schlaf- bzw. Gesundheitsstörungen	nachts	<40 <25	außen innen	Langfristig UBA, WHO

Es wird zudem angeführt, dass sich das Erreichen dieser Zielwerte nur durch eine Kombination verschiedener Lärmschutzmaßnahmen, wie den Bau einer Lärmschutzwand, und Instrumenten, wie die Festlegung von Immissionsgrenzwerten, erreichen lässt (Möser und Müller 2017).

Lärmschutzmaßnahmen können sowohl baulich, als auch organisatorisch durchgeführt werden. Dabei besitzen sie unterschiedliche Lärminderungspotenziale. Einige sind in Abbildung 3 beispielhaft dargestellt.

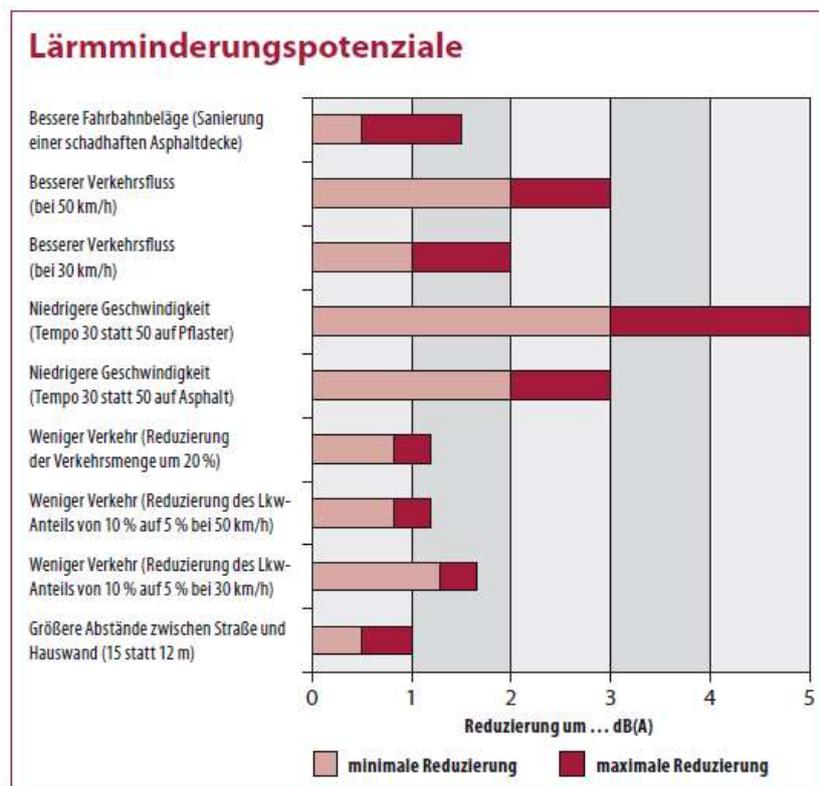


Abbildung 3: Lärminderungspotenziale (Quelle: Heinrichs 2007)

Bauliche Maßnahmen lassen sich in aktiven und in passiven Maßnahmen unterscheiden. Zu den aktiven Maßnahmen gehören planerischen Überlegungen, wie der Linienentwurf der Straße und der Abstand zwischen Straße und Nutzung. Eine Verdoppelung des Abstandes beträgt bereits eine Verringerung um etwa 4 dB(A). Weitere aktive Maßnahmen lassen sich durch die Abschirmung durch Lärmschutzwälle oder Lärmschutzwände realisieren. So kann durch Abschirmeinrichtungen an der Straße in besonders günstigen Situationen eine Pegelminderung um bis zu 15 dB(A) erreicht werden. Je nach Grad der Schallabsorption werden Lärmwände eingeteilt in die Kategorie nicht absorbierend (weniger als 4 dB), absorbierend (zwischen 4 und 8 dB) und hoch absorbierend (mehr als 8 dB). Darüber hinaus gibt es lärmindernde Fahrbahnoberflächen, die Straßenführung in Einschnitts- und Troglagen sowie in

Hochlagen und die Teil- und Vollabdeckungen von Straßen durch Tunnel oder Einhausungen. Als passive Maßnahmen werden Eingriffe am Immissionsort bezeichnet. Dazu zählen schallgedämmte Lüftungseinrichtungen oder schallgeminderte Balkon- und Fenstervorbauten. Doch vor allem Schallschutzfenster zeigen eine Wirkung bei den Betroffenen. Bei Einfachfenster mit Isolierverglasung kann eine Verringerung um 25 bis 50 dB erreicht werden. Bei einem Verbundfenster eine Verringerung um 45 bis 60 dB (Popp et al. 2016).

Organisatorische Maßnahmen setzen am gesamten Straßenverkehrssystem an. Dazu gehört die Verringerung des Kfz-Verkehrs. Dies kann erreicht werden durch sogenannte Push-and-Pull-Maßnahmen. Dies ist die Kombination von Mobilitätsangeboten auf der einen Seite und klare Restriktionen für den Kfz-Verkehr auf der Anderen. Die Förderung des Umweltverbundes gehört ebenso dazu, wie die intelligente Vernetzung von unterschiedlichen Mobilitätsformen, durchgehende, attraktive und sichere Radverkehrsanbindungen, Freizügigkeit im Fußverkehr, Parkraummanagement und Parkraumbewirtschaftung sowie Bike- und Carsharing. Gerade die Geschwindigkeitssenkung im MIV, als günstige und kurzfristig realisierbare Maßnahme, gehört zu den wichtigsten organisatorischen Maßnahmen und wird im folgenden Kapitel ausführlicher betrachtet. Eine weitere Maßnahme ist die Verkehrslenkung, die vor allem bei dem Schwerverkehr eine Rolle spielt. Durch eine Verringerung der Verkehrsmenge um 20 % wird bereits eine Pegelminderung um 1 dB(A) erreicht. Dabei entsprechen etwa 10 bis 20 Pkw akustisch einem Lkw im Innenstadtbereich. Deswegen soll versucht werden den Verkehr auf wenigen Hauptachsen zu bündeln. An Abbildung 4 und Abbildung 5 ist zu erkennen, was eine Verlagerung von 2000 Kfz auf eine benachbarte Hauptstraße bewirkt. Hierbei ist ein besonderes Augenmerk auf den, aus akustischer Sicht, positiven Ertrag zu legen.

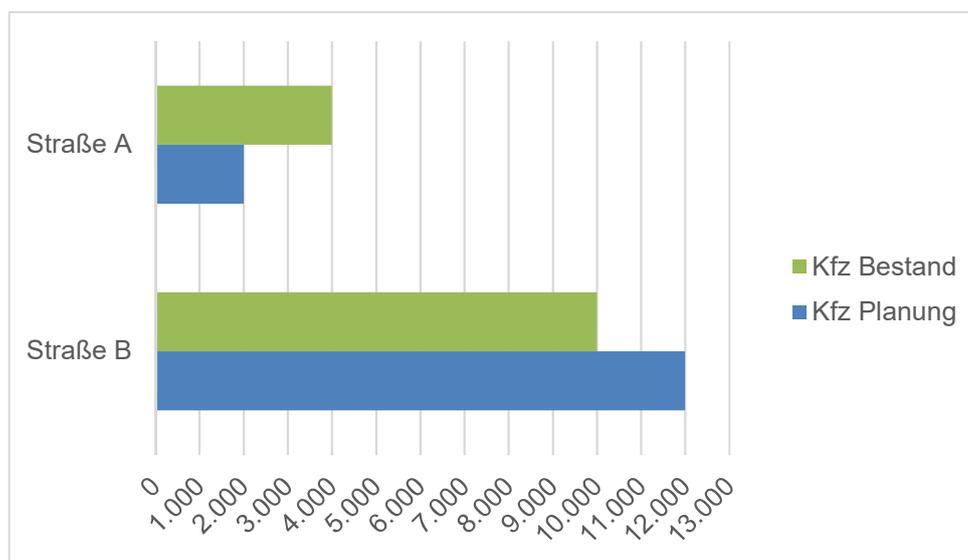


Abbildung 4: Beispiel durch Lärminderungspotenziale durch Verkehrsbündelung Teil 1 (Kfz pro 24 Stunden)
(Quelle: Popp et al. 2016)

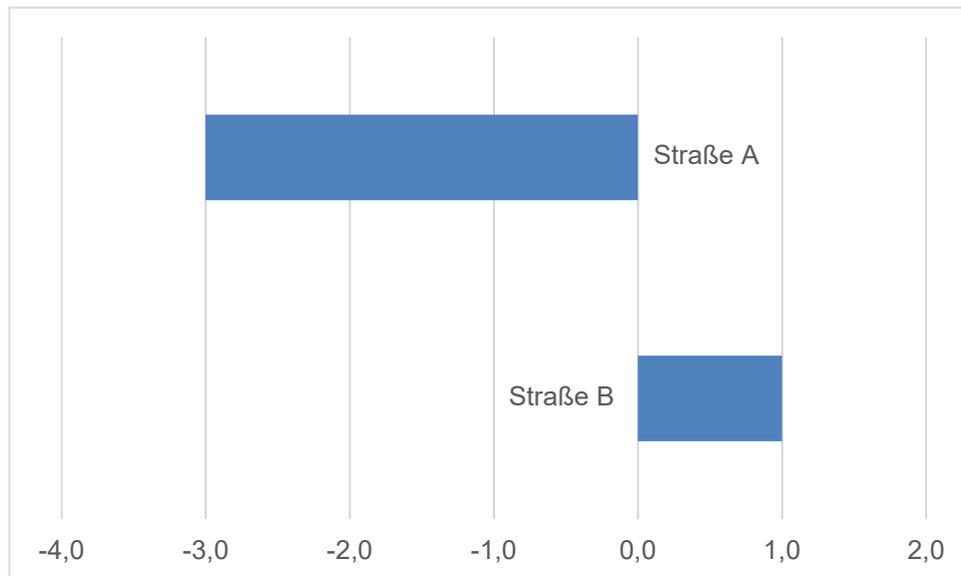


Abbildung 5: Beispiel durch Lärminderungspotenziale durch Verkehrs Bündelung Teil 2 (Veränderung in dB(A))
(Quelle: Popp et al. 2016)

Auch eine Verbesserung des Verkehrsflusses gehört zu den organisatorischen Maßnahmen. Dabei sollen die lärmintensiven Anfahr- Brems- und Beschleunigungsvorgänge vermieden werden. Die Koordinierung von Lichtsignalanlagen (kurz: LSA) in einem Straßenzug kann eine grüne Welle für die Fahrzeuge ermöglichen. Doch auch verkehrsabhängige Steuerungen von Knotenpunkten, die Nachtabschaltung oder der gänzliche Verzicht auf LSA, in dem sie durch Kreisverkehre oder Fußgängerüberwege ersetzt werden, tragen zur Lärminderung bei (Popp et al. 2016).

Laut Heinrichs (2007) liegt auch besonders in der Fahrzeug- und Reifentechnik noch großes Minderungspotenzial. Zur Lärminderung tragen neben Verringerung zudem Vernunft (z. B. vorausschauende Fahrweise, niedrige Drehzahlen) und Entschleunigung bei. Dieser Ansatz bedarf eines Umdenkens seitens der Bürger und erfordert entsprechende Initiative.

4 Tempo 30 als Lärminderungsmaßnahme

Die Geschwindigkeitssenkung im Straßenverkehr ist nach Heinrichs et al. (2011) die am öftesten geplante Maßnahme in den Lärmaktionsplänen in Deutschland. Etwa 3700 Gemeinden (entspricht ca. einem Drittel aller deutschen Gemeinden) haben in der ersten Stufe der Lärmkartierung nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie Lärmkarten erstellt und in den darauf aufbauenden Lärmaktionsplänen die Maßnahme benannt (Sommer 2015). Sie gehört mit der zweithöchsten Zahl an Nennungen in Lärmaktionsplänen zudem zu den wichtigsten Lärminderungsmaßnahmen (Heinrichs 2012).

Generell gilt: Je schneller ein Fahrzeug fährt, desto lauter werden in der Regel die verursachten Geräusche. Dabei spielen neben den Antriebsgeräuschen vor allem die Wind- und Abrollgeräusche eine wichtige Rolle. Auch deswegen kann die Maßnahme gut mit der Fahrbahnverbesserung kombiniert werden, um höhere Lärmpegelsenkungen zu erreichen.

Ein Fahrzeug, dass bei einer mittleren Geschwindigkeit von 50 km/h im dritten Gang laufend beschleunigt und bremst ist bis zu 7 dB(A) lauter, als ein gleiches Fahrzeug bei 30 km/h im selben gang und ohne Störungen im Fahrablauf (Richard et al. 2015).

Häufig wird die Geschwindigkeitsreduzierung dort geprüft und eingesetzt, wo andere organisatorische oder bauliche Maßnahmen aus unterschiedlichen Gründen nicht realisiert werden können. So müssen etwa Konflikte mit Busbeschleunigungsprogrammen geprüft werden. Zudem muss das Hauptstraßennetz auch nach der Umsetzung der Maßnahme noch seine Hauptfunktion für die unterschiedlichen Verkehrsteilnehmer sowie für den Wirtschafts- und Nahverkehr beibehalten. Es sind also immer die Auswirkungen auf das Gesamtnetz zu beachten (Bing und Popp 2010).

Dabei stellt die Geschwindigkeitsreduzierung eine vergleichsweise günstige und gleichzeitig kurzfristig realisierbare Maßnahme dar. Neben der weit verbreiteten Geschwindigkeitsreduzierung auf 30 km/h gibt es weitere Reduzierungen. Etwa auf 40, 20 oder 10 km/h.

Vor allem auf stark befahrenen, z. T. mehrstreifigen, Hauptverkehrsstraßen in der Stadt eignet sich die Geschwindigkeitsreduzierung auf 30 km/h (Heinrichs et al. 2015b).

Nach Heinrichs et al. (2016) gilt bei dem Überschreiten der Lärmpegel von 70 dB(A) tagsüber und 60 dB(A) nachts eine Pflicht zum Einschreiten. Dabei wird Tempo 30 bei Lärmbelastungen angeordnet, wenn diese über den hinzunehmenden ortsüblichen Bedingungen liegen.

Nach Popp et al. (2016) beginnt der Ermessensspielraum der zuständigen Behörden zum Schutz der Anwohner vor Lärm in Wohngebieten bereits bei 59 dB(A) tagsüber und 49 dB(A)

nachts, basierend auf der 16. BImSchV⁸ zur Durchführung des BImSchG (sog.: Verkehrslärmschutzverordnung).

4.1 Rechtliche Grundlage

Grundlage der innerörtlichen Geschwindigkeitsbegrenzung ist die Straßenverkehrs-Ordnung⁹ (kurz: StVO).

Nach § 3 der StVO ist innerorts Tempo 50 festgelegt. Nach § 45 kann aus bestimmten Gründen eine Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, etwa auf 30 km/h angeordnet werden. Dabei wird unterschieden zwischen Tempo-30-Zonen und einer Beschränkung eines Straßenabschnitts auf 30 km/h. Konkret ist eine Geschwindigkeitsreduzierung zulässig unter anderem zum Schutz der Lärmbevölkerung vor Lärm und Abgasen, zum Schutz bestimmter Erholungsorte und Erholungsgebiete, welche in Lärmaktionsplänen ausgewiesen werden, oder zur Unterstützung einer geordneten städtebaulichen Entwicklung (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 06.03.2013).

In Abs. 9 heißt es zudem: „Insbesondere Beschränkungen [...] dürfen nur angeordnet werden, wenn auf Grund der besonderen örtlichen Verhältnisse eine Gefahrenlage besteht, die das allgemeine Risiko einer Beeinträchtigung [...] erheblich übersteigt.“ (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 06.03.2013)

Ergänzend zur StVO wurden den Behörden als Orientierungshilfe die Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm¹⁰ (kurz: Lärmschutz-Richtlinien-StV) zur Verfügung gestellt. Nach Heinrichs et al. (2011) werden diese Richtlinien aber oft sehr eng ausgelegt. So sind die Berechnungsverfahren des Beurteilungspegels und zur Bestimmung der Immissionsorte der RLS-90 maßgebend und nicht die der VBUS. Zudem sollen die Maßnahmen geeignet sein, den Lärmpegel bis unter den Richtwert hinabzusetzen, mindestens aber um 3 dB(A) und sie sind auf die Zeit zu beschränken, für die die Lärmpegelüberschreitung besteht.

Das Thema Tempo 30 ist seit jeher umstritten. Im Folgenden sollen die generellen Vorteile, Probleme sowie Erkenntnisse aus der Forschung näher betrachtet werden. Zudem soll das Potenzial zur Lärminderung genauer untersucht werden.

⁸ Siehe auch: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 12.06.1990.

⁹ Siehe auch: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 06.03.2013.

¹⁰ Siehe auch: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 23.11.2007.

4.2 Vorteile

Zunächst trägt Tempo 30 zur Verkehrssicherheit bei. So halbiert sich der Anhalteweg eines Pkw gegenüber Tempo 50 um die Hälfte, weil sich die zurückgelegte Strecke während der Reaktionszeit sowie der Bremsweg verkürzen. Eine geringere Geschwindigkeit bedeutet zudem meist weniger schwere Unfallfolgen.

Auch die Bewegungsfreiheit für Kinder nimmt zu, weil Eltern ihren Kindern mehr Freiraum geben, wenn sie eine verbesserte Verkehrssicherheit wahrnehmen. Dies ist Entwicklungs- und Gesundheitsfördernd, erweitert die Spielräume der Kinder und vermeidet, dass Eltern ihre Kinder auf Wegen begleiten müssen (Dziekan 2012). Dies ist ein wichtiger Grund, warum schon heute vor vielen Schulen und sozialen Einrichtungen die Geschwindigkeit auf 30 km/h reduziert ist.

Tempo 30 verbessert zudem zumindest tagsüber die Homogenität des Verkehrsflusses und verstetigt den Verkehr (Heinrichs et al. 2015a). Eben jene Verstetigung verringert aufgrund von weniger Abrieb und Aufwirbelungen die Feinstaubbelastung und den Verbrauch der Fahrzeuge (Heinrichs 2007).

Die Stickoxid-Emissionen (auch: NO_x-Emissionen) werden durch Tempo 30 nur dann gemindert, wenn der Verkehr vor der Geschwindigkeitsreduzierung stark unstetig war und eine deutliche Verstetigung sowie Herabsetzung der Stillstandsanteile erreicht wird (Steven 2012).

Nach Kühn und Spessert (2012) kann die Lärmpegelminderung sowohl messtechnisch eindeutig nachgewiesen, als auch subjektiv gut wahrgenommen werden. Vor allem die Spitzengeschwindigkeiten nehmen mit Tempo 30 ab. Dabei sinken sie stärker als die mittleren Geschwindigkeiten. Doch auch diese nehmen ohne Kontrollen oder Begleitmaßnahmen um bis zu 16 km/h ab. Mit Kontrollen sogar um bis zu 18 km/h. Die Mittelungspegel sinken zwischen 1 und 4 dB(A) und Maximalpegel fallen deutlich niedriger aus. Zudem treten geringere Pegelschwankungen auf (Heinrichs et al. 2016). Auf Pflasterstraßen ist die Pegelsenkung mit bis zu 5 dB(A) noch ausgeprägter (VCD Verkehrsclub Deutschland e.V. 2012).

Anwohner reagieren überwiegend positiv auf die Maßnahme. Auch bei einer geringen mittleren Lärmpegelsenkung fühlen sie sich die Anwohner weniger belästigt, wenn die Spitzenpegel reduziert werden, da diese als besonders störend empfunden werden. Begrüßt wird die Maßnahme dabei vor allem von Betroffenen, die positive Erfahrungen mit ihr gemacht haben. Auch die persönliche Lärmbelastung hat Auswirkungen auf die Einstellung zu Tempo 30

(Heinrichs et al. 2016). Dies geht aus Ergebnissen aus „Technisch wissenschaftliche Unterstützung bei der Novellierung der EU-Umgebungslärmrichtlinie¹¹“ (kurz: TUNE ULR) hervor.

Ebenso hat Tempo 30 auch ohne Begleitmaßnahmen wie Umbauten oder Kontrollen eine positive Wirkung (Sommer 2015).

4.3 Hemmnisse

Der Allgemeine Deutsche Automobil-Club e.V., Ressort Verkehr (2015) (kurz: ADAC) führt an, dass sich die Reisezeit bei Tempo 30 um etwa 25 % verlängert. Auch Untersuchungen in Berlin haben ergeben, dass sich die Reisezeit um etwa zwei Sekunden je 100 Meter verlängert. Nachts liegt der Wert zwischen null und zwei Sekunden je 100 Meter (Heinrichs et al. 2015a).

Der ADAC kritisiert vor allem die Zunahme der Reisezeiten an verkehrsarmen Zeiten an Wochenenden, Feiertagen oder nachts. Aufgrund geringerer Attraktivität kommt es zudem zu unerwünschten Verkehrsverlagerungen zu untergeordneten Straßen. Weiterhin kritisiert er, dass die lauten Drehzahlen durch Tempo 30 nicht verhindert werden, weil die Fahrzeuge die entsprechenden Drehzahlen auch in niedrigeren Gängen erreichen (Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V., Ressort Verkehr 2015).

Ein weiterer Kritikpunkt an der Maßnahme um Tempo 30 ist, dass die Leistungsfähigkeit der innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen abnimmt. Doch diese hängt hauptsächlich mit den LSA zusammen. Konkret mit der Dauer der Grünphase und der Sättigungsverkehrsstärke. Die Geschwindigkeitsreduzierung hat keine oder nicht nennenswerte Auswirkungen darauf. Der kontinuierliche Verkehrsfluss ist entscheidend. Auch deswegen darf eine Geschwindigkeitsreduzierung an Strecken mit Koordinierten LSA im Sinne der grünen Welle nicht ohne eine neue Anpassung an die Geschwindigkeit erfolgen (Heinrichs et al. 2016).

Kritik wird zudem an den Hindernissen zur Umsetzung von Tempo-30-Anordnungen geübt. Es sind diverse Zustimmungserfordernisse nötig. Dabei unterscheiden sich die Zuständigkeiten für die Anordnungen und für die zugehörige Lärmaktionsplanung (Sommer und Heinrichs 2016).

¹¹ Siehe auch: Heinrichs et al. 2015b.

4.4 Erkenntnisse aus der Forschung

Die Stadt Frankfurt am Main hat eine Geschwindigkeitsreduzierung an Straßenzügen mit rechnerischer Überschreitung der Pegel-Richtwerte in der Nacht durchgeführt und wissenschaftlich begleitet. Dabei wird der Konflikt zwischen den Berechnungen und Messungen aufgegriffen. Die Berechnungen stellen, im Gegensatz zu den Messungen zwar die Gesamtsituation dar, allerdings basieren die Berechnungen auf den zulässigen Höchstgeschwindigkeiten, die in der Realität meist höher liegen, da schneller gefahren wird. Wichtig ist zudem die Immissionen an den Gebäuden zu messen und nicht die Emission an den Fahrzeugen selbst (Stadt Frankfurt am Main 2012).

Die Messungen in Frankfurt zeigen bei Tempo 30 um etwa 2 dB(A) gesunkene Mittelungspegel über die gesamte Nacht. In den frühen Morgenstunden konnte sogar eine Differenz von bis zu 4 dB(A) gemessen werden (Heinrichs et al. 2016).

In Berlin wurde das gesamte Hauptstraßennetz auf eine Lärmbelastung von über 60 dB(A) in Wohngebieten bzw. 65 dB(A) in Mischgebieten mit vielen Anwohnern überprüft. Dabei wurden keine Strecken ausgewählt auf denen wichtige Gründe, wie ausgeprägter Wirtschaftsverkehr, gegen eine Geschwindigkeitsbegrenzung sprechen. Diese gehören zu einem insgesamt 600 km langen Vorrangnetz auf dem die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auch nachts bestehen bleiben soll. Gründe hierfür sind Streckenführungen der Berliner Verkehrsgesellschaft und Hauptströme des nächtlichen Verkehrs. Darüber hinaus wurde geprüft, wie die Abschnitte belastet sind um unerwünschte Verkehrsverlagerungen und Verdrängungseffekte in benachbarte Straßen zu vermeiden (Heinrichs 2007).

Nach der Prüfung der Belastungssituationen wurde an 161 km des Hauptverkehrsstraßennetzes die Einführung von Tempo 30 geprüft. Davon wurden 49 km empfohlen. Dies entlastet knapp 50.000 Anwohner. In 3 Stufen wurden erst insgesamt 6 km im Jahr 2006, dann weitere 10 km im Jahr 2008 und 33 km im Jahr 2009 angeordnet (GRÜNE LIGA 2011).

Die Abschnitte haben eine durchschnittliche Länge von 630 Meter. Der Reisezeitverlust liegt bei maximal 30 Sekunden, was etwa einem Ampelstopp gleichkommt.

Mit den neuen Abschnitten ist auf 74 % der Berliner Straßen Tempo 30 angeordnet. Auf dem übergeordneten Straßennetz ist allerdings nur auf 8 % der Strecke Tempo 30 angeordnet (Heinrichs 2007).

Die Untersuchungen in Berlin haben zudem gezeigt, dass die Autofahrer gewisse Gewöhnungszeiträume benötigen und die mittleren Geschwindigkeiten, wie in Abbildung 6 zu erkennen, noch drei Jahre nach der Tempo-30-Anordnung sinken. Dabei sinkt die mittlere Geschwindigkeit vor allem in den ersten sechs Monaten. Aber auch danach sinkt die mittlere Geschwindigkeit unter Schwankungen noch (Heinrichs et al. 2016).

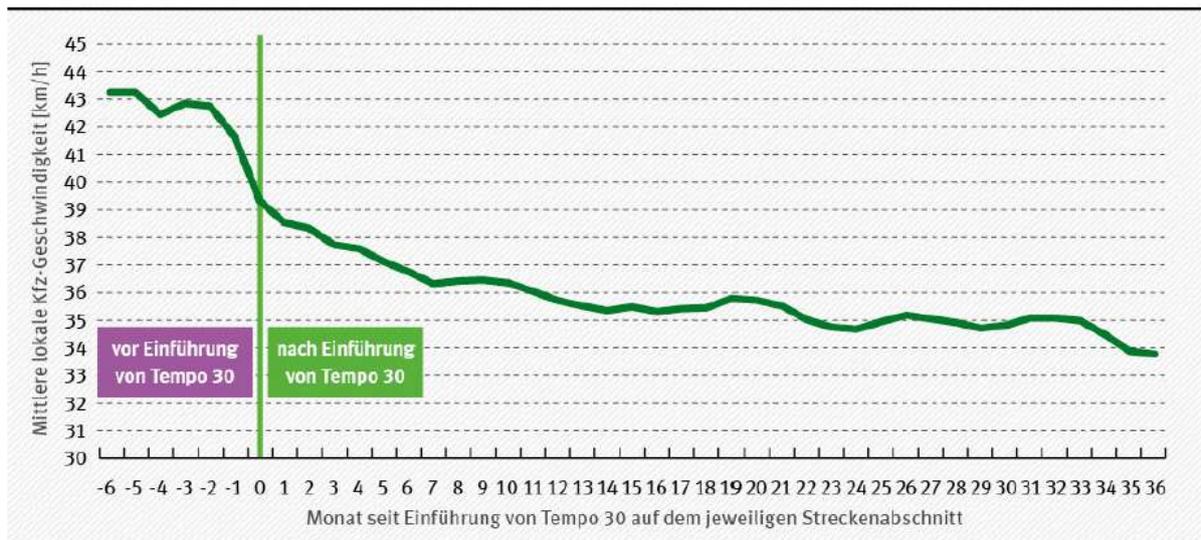


Abbildung 6: Mittlere Kfz-Geschwindigkeiten vor und nach der Tempo-30-Anordnung an den 19 untersuchten Straßenabschnitten (Quelle: Heinrichs et al. 2016)

Generell gilt, dass Hinweise auf die Gründe für die Tempobeschränkung sowie eine Wiederholung der Beschilderung positive Effekte bei der Maßnahme erzielen. Auch Geschwindigkeitsdisplays und Geschwindigkeitskontrollen verstärken die Maßnahme und sorgen für mehr Einhaltung bei den Fahrzeugführern (Heinrichs et al. 2016).

Es sollte zudem geprüft werden, ob die tatsächliche durchschnittliche Geschwindigkeit durch bauliche Gegebenheiten oder andere Einflüsse nicht bereits niedriger als die zulässige Höchstgeschwindigkeit ist.

5 Messung

Im Kontext der Arbeit sollten an zwei ausgewählten Hauptverkehrsstraßen mit nächtlicher Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h untersucht werden wie stark die Belastung an den ausgewählten Straßenabschnitten ist und was Tempo 30 gegenüber Tempo 50 bewirkt. Zudem sollte untersucht werden welchen Stellenwert dem Dauerschallpegel und den Spitzenpegeln zukommt. In untergeordneter Relevanz steht die Untersuchung der Start- und Endpunkte der geschwindigkeitsbegrenzten Abschnitte an. Es soll untersucht werden welcher Dauerschallpegel und welche Spitzenpegel stellen sich in unmittelbarer Entfernung von diesen Punkten einstellen und ob es eine messbare Mehrbelastung der angrenzenden Anwohner an diesen Punkten gibt.

Wie oben schon beschrieben sind die Maßnahmen, die für die Lärmaktionsplanung gewählt werden, unterschiedlich. Durch die Wahl einer Strecke in Hamburg und Norderstedt soll die Maßnahme Tempo 30 in zwei unterschiedlichen Gemeinden untersucht werden.

In Norderstedt wurde ein Abschnitt im Stadtteil Glashütte ausgewählt. Der Abschnitt von Achtern Born bis Glashütter Damm, wie auf Abbildung 7 zu erkennen, ist auf 30 km/h in der Zeit von 22 Uhr bis 6 Uhr des darauffolgenden Tages beschränkt. Die Straße hat nach Jansen und Lange (2015) eine DTV von 17.900 Fahrzeugen.

An beiden Seiten der Straße befindet sich ein Wohngebiet, wobei das westliche Wohngebiet im Bereich der Einmündung Großer Born durch eine Schallschutzwand und im südlicheren Verlauf, im Bereich der älteren Bebauung, durch einen Lärmschutzwall geschützt ist als das östliche Wohngebiet.

Die Bebauung besteht zumeist aus einzelnen Ein- und Mehrfamilienhäusern, sowie Doppelhäusern. Das neuere Wohngebiet am Großer Born wird durch ein zur Straße parallel verlaufendes Reihenhaus nochmals aus akustischer Sicht geschützt.

Eine weitere Besonderheit ist die stationäre Geschwindigkeitsüberwachung.



Abbildung 7: Tempo-30-Abschnitt Norderstedt Poppenbütteler Straße von Achtern Born bis Glashütter Damm mit Markierung der Messpunkte (eigene Darstellung auf der Kartengrundlage von OpenStreetMap)

Auf der Suche nach einem vergleichbaren Straßenabschnitt in Hamburg bot sich die Straße Holtenklinker Straße im Hamburger Stadtteil Bergedorf an. Der Abschnitt der Bundesstraße 5 von der Justus-Brinckmann-Straße bis zur Wentorfer Straße (Bundesstraße 207), wie auf Abbildung 8 zu erkennen, ist, ebenso wie der Abschnitt in Norderstedt, nachts auf 30 km/h begrenzt. Die Straße hat nach Ohm et al. (2013) eine DTV von 11.900 Fahrzeugen.

Auch hier befinden sich Wohnhäuser auf beiden Seiten der Straße. Im östlichen Teil des Abschnitts finden sich noch einzelne Ein- und Mehrfamilienhäuser. Dem Straßenverlauf nach Westen folgend nähert sich das Zentrum von Bergedorf. Dies bedeutet auch, dass die Blockbebauung zunimmt und die Häuser enger beieinanderstehen. Durch die dichtere Be-

bauung im westlichen Teil des Abschnitts wohnen deutlich mehr Menschen in diesem Straßenabschnitt, als in dem an der Poppenbütteler Straße in Norderstedt.

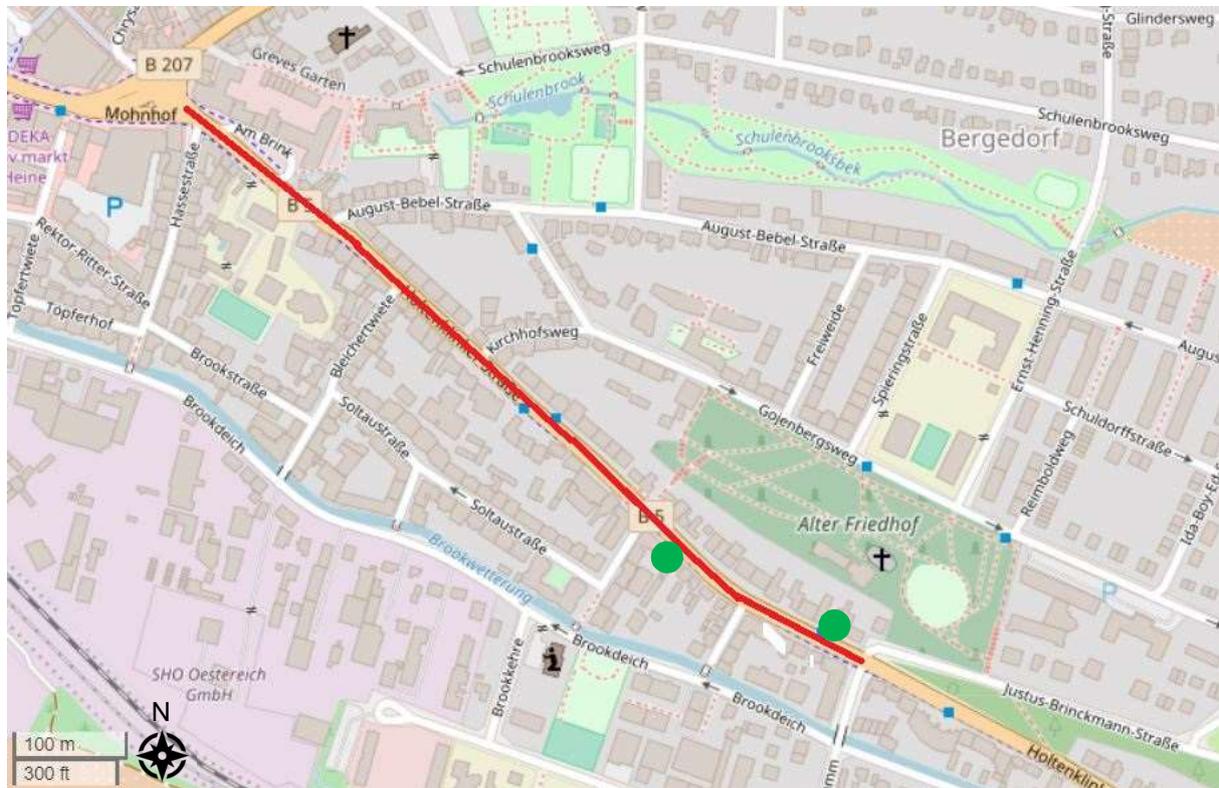


Abbildung 8: Tempo-30-Abschnitt Bergedorf Holtenkliner Straße von Wentorfer Straße bis Justus-Brinckmann-Straße mit Markierung der Messpunkte (eigene Darstellung auf der Kartengrundlage von OpenStreetMap)

Laut dem Lärmaktionsplan 2008 waren in Norderstedt rund 5.600 Menschen von mindestens 65 dB(A) tagsüber bzw. knapp 50.000 Menschen von mehr als 45 dB(A) nachts betroffen. Das bedeutet, dass rund zwei Drittel der Einwohner Norderstedts im Schlaf beeinträchtigt wurden. (Brüning 2008)

Die Stadt Norderstedt hat sich zum Ziel gesetzt, dass kein Mensch einer Lärmbelastung von 65 dB(A) oder mehr ausgesetzt werden soll. Zudem soll in den Wohngebieten eine Lärmbelastung nachts von mehr als 45 dB(A) und 55 dB(A) tagsüber vermieden werden. Dabei orientiert sie sich an folgenden Prioritäten für die Lärmaktionsplanung:

- Priorität 1: Alle Gebiete mit mehr als 75 dB(A) tagsüber bzw. 65 dB(A) nachts (an der Straßenfassade).
- Priorität 2: Alle Gebiete mit mehr als 70 dB(A) tagsüber bzw. 60 dB(A) nachts (an der Straßenfassade).
- Priorität 3: Alle Gebiete mit mehr als 65 dB(A) tagsüber bzw. 55 dB(A) nachts (an der Straßenfassade).

- Priorität 4: Alle Wohngebiete mit mehr als 45 dB(A) nachts (an der Straßenfassade).

Aus den Belastungen der Lärmkartierung von 2012 wurden mit der Lärmkennziffer-Methode die Prioritäten für neue Tempo-30-Abschnitte hergeleitet (Mazur et al. 2016).

Schon im Lärmaktionsplan von 2008 wird der Abschnitt der Poppenbütteler Straße von Großer Born bis Glashütter Damm (siehe auch Abbildung 7) als Lärmschwerpunkt, sowohl tagsüber, als auch nachts benannt. Es wird zudem eine abschnittsweise, ganztägige Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h empfohlen (Richard und Sommer 2008).

Auf Abbildung 9 und Abbildung 10 ist die Belastung an den einzelnen Straßenabschnitten verdeutlicht.

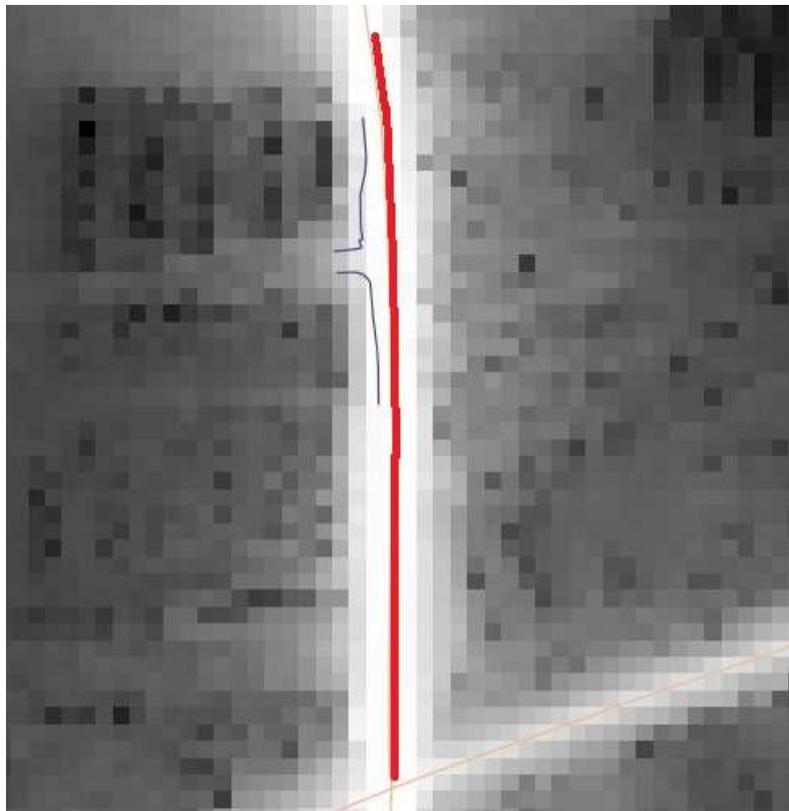


Abbildung 9: Lärmbelastung L_{Night} an der Poppenbütteler Straße, wobei weiß = 64 dB(A) und schwarz = 35 dB(A) mit Markierung der nächtlichen Geschwindigkeitsbegrenzung (eigene Bearbeitung mit Daten der Stadt Nordstedt von 2017)

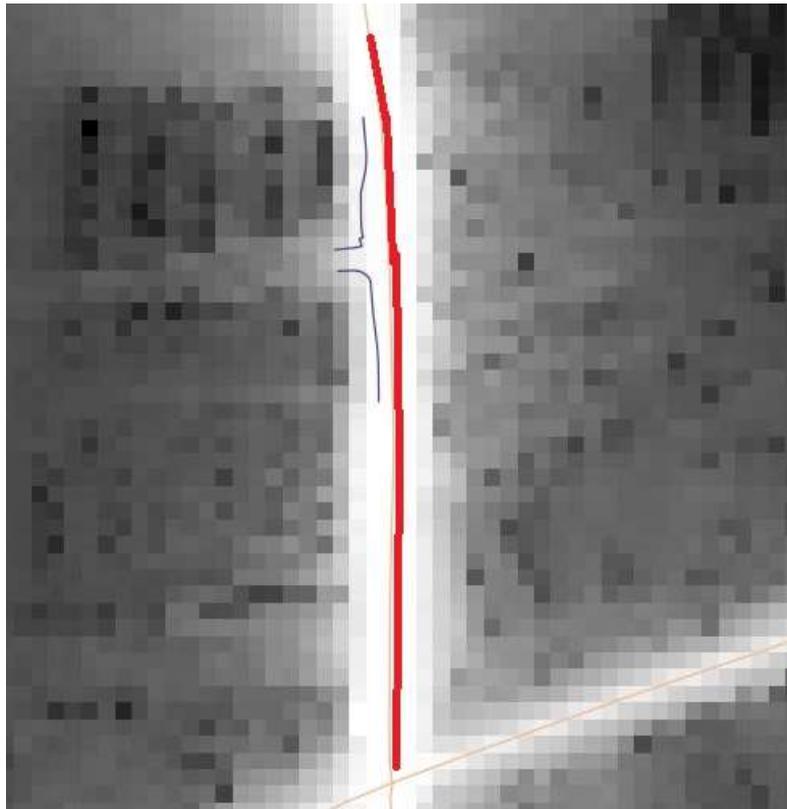


Abbildung 10: Lärmbelastung L_{DEN} an der Poppenbütteler Straße, wobei weiß = 72 dB(A) und schwarz = 42 dB(A) mit Markierung der nächtlichen Geschwindigkeitsbegrenzung (eigene Bearbeitung mit Daten der Stadt Norderstedt von 2017)

Die Strecke wurde zunächst nur nachts auf 30 km/h beschränkt. Durch die Lärmbelastung von mindestens 60 dB(A) nachts hatte der Abschnitt eine hohe Priorität bei der Umsetzung erster geschwindigkeitsbegrenzter Abschnitte in Norderstedt. Ende 2013 wurde, erstmalig in Norderstedt, die Strecke mit Geschwindigkeitsdisplays ausgestattet, um die nächtliche Durchschnittsgeschwindigkeit weiter zu senken. Als Ergebnis verringerte sich die gefahrene Durchschnittsgeschwindigkeit um etwa 10 km/h auf 36 km/h. Nachdem sich vorher nur etwa 5 % der Fahrer an die nächtliche Höchstgeschwindigkeit gehalten haben waren es nun etwa 25 % (Mazur et al. 2016).

2016 wurde eine stationäre Geschwindigkeitsüberwachung an der Strecke realisiert um die Einhaltung der angeordneten Höchstgeschwindigkeit zu gewährleisten (Mazur et al. 2016).

Im August 2017 wurde die Geschwindigkeitsbegrenzung dann Testweise auch tagsüber eingeführt. Doch weil es zu Stau und zähfließendem Verkehr kam wurde die Strecke tagsüber im Januar 2018 wieder auf 50 km/h begrenzt. In diesem Zuge wurden auch die Schilder für die nächtliche Begrenzung der Geschwindigkeit auf 30 km/h vergrößert, um von den Fahrern besser erkannt werden zu können (Burgmayer 2018).

Durch eine zusätzliche Maßnahme soll der Tempo-30-Abschnitt bis zur Glasmoorstraße künftig erweitert werden (Mazur et al. 2016).

In Hamburg wurden bereits im Lärmaktionsplan von 2008 die Handlungsempfehlungen aus akustischer Sicht in einem zwölf-Punkte-Programm festgehalten. Dazu gehören unter anderem die Erarbeitung eines gesamtstädtischen Geschwindigkeitskonzepts, eines Konzepts zur Verstetigung des Verkehrs, einer „Parken und Reisen“-Strategie (kurz: P+R-Strategie) für den Ballungsraum Hamburg zur Reduzierung der Pendlerverkehre, eines Lkw-Führungskonzepts, eines Lärmschutzprogramms für bestehende Straßen und eines Konzepts zur Umgestaltung von Straßenräumen unter lärmindernden Gesichtspunkten (Sachau et al. 2008).

Im lärmkartierten Straßennetz von Hamburg sind etwa 120.000 Menschen Pegeln von über 65 dB(A) betroffen. Nachts sind knapp 150.000 Menschen Pegeln von mehr als 55 dB(A) betroffen. Diese Pegel treten an fast allen Hauptverkehrsstraßen auf (Ohm et al. 2013).

Im Lärmaktionsplan von 2013 werden die Maßnahmen konkretisiert. Hier werden Maßnahmen an der Quelle genannt, wie die Verbesserung des Fahrbahnzustands, der Einsatz lärmindernder Fahrbahnbeläge, die Herabsetzung der zulässigen Geschwindigkeiten, die Verstetigung des Verkehrs durch Koordinierungen der LSA und Schallschutz durch Schallschutzwänden. Als Maßnahmen an dem Einwirkungsort wird der passive Schallschutz genannt (Ohm et al. 2013).

Auch die nächtliche Geschwindigkeitsreduzierung an Abschnitten des Hauptstraßennetzes wird als kurzfristige Maßnahme ab einer Überschreitung der nächtlichen Lärmpegel-Werte von 60 dB(A) konkret benannt (Ohm et al. 2013).

Um die besonders betroffenen Bereiche zu identifizieren wurden nach Ohm et al. (2013) die Lärmpegel und die Anzahl der davon betroffenen Anwohner überlagert und mit der Straßlänge normiert. Als Ergebnis ergab sich ein Betroffenenindex (kurz: BI), der eine Priorisierung der Abschnitte ermöglichte. Der BI für den Nachtzeitraum berechnet sich mit den Berechnungsergebnissen für L_{Night} und lautet wie folgt:

$$BI = \left(L_{Night} - 55 \text{ dB(A)} \right) * \text{Anzahl der Einwohner}$$

Bei besonders stark belasteten Abschnitten oder Gebieten wurden nach einer ersten Bewertung Steckbriefe erstellt für die Lärmaktionsplanung erstellt und im Anschluss über die konkreten Maßnahmen diskutiert (Ohm et al. 2013).

Jens Kerstan, Hamburger Senator für Umwelt und Energie, sagte in einem Interview mit dem Hamburger Abendblatt vom 20.08.2016, dass die Sozialdemokratische Partei Deutschlands (kurz: SPD) 21 Hauptverkehrsstraßenabschnitte in Hamburg identifiziert hat, auf denen ein

nächtliches Tempolimit realisierbar wäre. Diese stehen aktuell zur Diskussion und wurden zum Teil schon realisiert (Meyer-Wellmann 2016).

In Bergedorf wurde eine Komplexmaßnahme benannt, welche die Straßen Vierlandenstraße, Wentorfer Straße, Bergedorfer Straße und Holtenkliner Straße umfasst (siehe Abbildung 11) (Ohm et al. 2013).

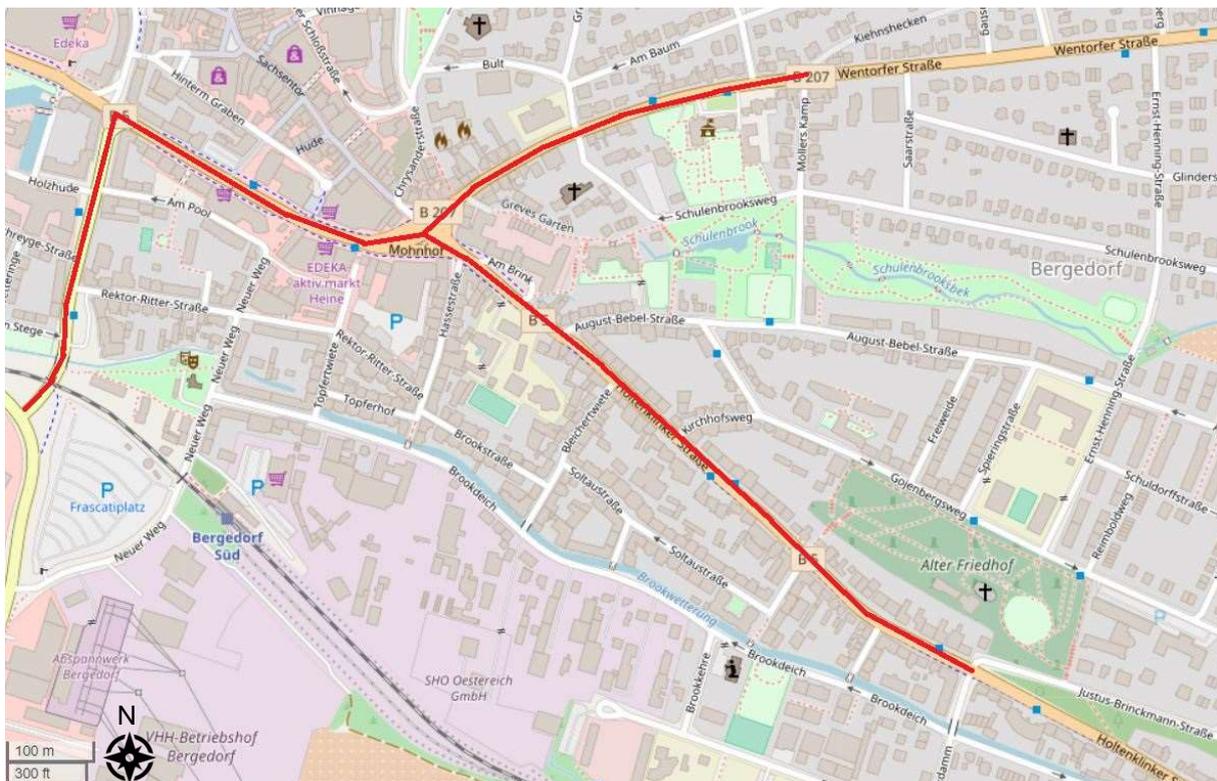


Abbildung 11: Komplexmaßnahme Bergedorf (eigene Darstellung auf der Kartengrundlage von OpenStreetMap)

In den Straßen Vierlandenstraße, Bergedorfer Straße und Holtenkliner Straße wurde im Januar 2018 Tempo 30 als Höchstgeschwindigkeit für die Nachtstunden angeordnet. An diesen Straßen sind über 350 Menschen von nächtlichen Pegeln von über 60 dB(A) betroffen. Alleine an der Holtenkliner Straße in diesem Abschnitt etwa 174 Personen (Ohm et al. 2013).

Wie stark die einzelnen Straßenabschnitte an der Holtenkliner Straße tagsüber bzw. nachts mit Lärm belastet sind, lässt sich auch an den berechneten Lärmkarten erkennen. Der Abschnitt auf Abbildung 12 zeigt den Abschnitt in Bergedorf mit den Pegeln zu L_{Night} . Die Abbildung 13 zeigt die Pegel zu L_{DEN} .



Abbildung 12: Lärmbelastung an der Holtenklinker Straße - Ausschnitt aus der strategischen Lärmkarte L_{Night} 2017 für Hamburg (eigene Bearbeitung nach Behörde für Umwelt und Energie 2017)



Abbildung 13: Lärmbelastung an der Holtenklinker Straße - Ausschnitt aus der strategischen Lärmkarte L_{DEN} 2017 für Hamburg (eigene Bearbeitung nach Behörde für Umwelt und Energie 2017)

Um eine Vergleichbarkeit der Messergebnisse zu erhalten, welche den Unterschied zwischen den zulässigen Höchstgeschwindigkeiten darstellt, wurde entschieden in dem Zeitraum von 21:00 Uhr bis 00:30 Uhr des Folgetages zu messen. Damit wird auch die sensible Phase des Einschlafens abgedeckt, wobei der Schlaf generell aufgeteilt ist in etwa vier bis sechs Schlafzyklen, welche sich mit einer Dauer von 90 bis 100 Minuten auch überlagern. Nach Kloepper et al. (2006) besteht jeder der Schlafzyklen aus einem sogenannten Rapid-

Eye-Movements-Anteil (kurz: REM-Anteil, auch Traumschlaf genannt) und einem Non-Rapid-Eye-Movements-Anteil (kurz: NREM-Anteil oder Non-REM-Anteil). Während die körperlichen Reaktionen im REM-Schlaf sehr unterschiedlich sind und deswegen schwer zwischen leichten und tiefem Schlaf unterscheiden werden kann, nehmen die Wahrscheinlichkeiten für Aufwachreaktionen, Körperbewegungen und Reaktionen des Herz-Kreislauf-Systems (sogenannte kardiovaskuläre Reaktionen) mit der Tiefe des NREM-Schlafes ab.

Für die Messung wurden zwei Schallpegelmessgeräte des Herstellers Extech mit der Modellbezeichnung „407760: USB Soundlevel Data Logger“ der Genauigkeits-Klasse 2 benutzt.

Nach Popp et al. (2016) werden heutzutage ausschließlich Kondensator-Mikrofone mit Metall-Membran zur Messung von Verkehrsgeräuschen verwendet. Die A-Bewertung der Messdaten wird in den Schallpegelmessgeräten direkt oder am Computer im Nachgang durchgeführt. Um die schwankenden Pegelzeitverläufe zu bewerten werden diese entweder in einem Zeitintervall in Klassen eingeteilt (sog. Klassifizierungsverfahren) oder ein Mittelungspegel bestimmt.

Für die Messung war besonders wichtig möglichst nah an Wohngebäuden auf Höhe der Fenster des Erdgeschosses zu messen, da hier die größte Belastung für die Bewohner vorherrscht.

5.1 Messung in Hamburg-Bergedorf

In Hamburg Bergedorf, im Folgenden Bergedorf genannt, wurde der Messpunkt „Bergedorf Start-/Endpunkt“ an der nördlichen Straßenseite in Nähe der Kreuzung Holtenklinker Straße und Justus-Brinckmann-Straße gewählt (siehe auch Abbildung 8, S. 34). In diesem Bereich bremsen und beschleunigen die Fahrzeuge wegen der LSA und der beginnenden bzw. endenden Tempo-30-Beschränkung. Die Bebauung und räumlichen Gegebenheiten lassen sich auf der Abbildung 14 und Abbildung 15 gut erkennen.



Abbildung 14: Holtenklinker Straße (Blickrichtung Nordwesten) (eigene Aufnahme)



Abbildung 15: Start-/Endpunkt des geschwindigkeitsreduzierten Abschnitts mit Blick auf die Kreuzung Holtenklinker Straße und Justus-Brinckmann-Straße (Blickrichtung Südosten) (eigene Aufnahme)

Der Messpunkt „Bergedorf Mitte“ wurde etwa 200 Meter westlich von dem östlichen Start- bzw. Endpunkt der geschwindigkeitsbegrenzten Zone auf der südlichen Straßenseite gewählt (siehe auch Abbildung 8, S. 34). In diesem Bereich sollten alle Fahrzeuge die vorgeschriebene Geschwindigkeit erreicht haben.

Die Schallpegelmessung wurde vom 11. in den 12. April 2018 in der Zeit von 21:00 Uhr bis 00:30 Uhr durchgeführt.

5.2 Messung in Norderstedt

In Norderstedt wurde der Messpunkt „Norderstedt Start-/Endpunkt“ an der westlichen Straßenseite in Nähe der Einmündung Störkamp gewählt (siehe auch Abbildung 7, S. 33). In diesem Bereich bremsen und beschleunigen die Fahrzeuge aufgrund der LSA an der Kreuzung Poppenbütteler Straße und Glashütter Damm und der beginnenden bzw. endenden Tempo-30-Beschränkung. Die Bebauung und räumlichen Gegebenheiten lassen sich auf der Abbildung 16 und Abbildung 17 gut erkennen.



Abbildung 16: Poppenbütteler Straße (Blickrichtung Norden) (eigene Aufnahme)



Abbildung 17: Poppenbütteler Straße (Blickrichtung Süden) (eigene Aufnahme)

Der Messpunkt „Norderstedt Mitte“ wurde etwa 250 Meter nördlich von dem südlichen Start- bzw. Endpunkt der geschwindigkeitsbegrenzten Zone auf der östlichen Straßenseite gewählt (siehe auch Abbildung 7, S. 33). Der Messpunkt befindet sich somit etwa 5 Meter nördlich von der stationären Geschwindigkeitsüberwachung (siehe Abbildung 18). In diesem Bereich sollten alle Fahrzeuge die vorgeschriebene Geschwindigkeit erreicht haben.



Abbildung 18: Stationäres Gerät zur Geschwindigkeitsüberwachung an der Poppenbütteler Straße (Blickrichtung Norden) (eigene Aufnahme)

Die Schallpegelmessung wurde vom 10. in den 11. April 2018 in der Zeit von 21:00 Uhr bis 00:30 Uhr durchgeführt.

5.3 Auswertung

Für die Auswertung der Ergebnisse der Schallpegelmessungen in Bergedorf und Norderstedt wurde der energieäquivalente Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen (kurz: L_{eq15}) berechnet. Die Formel für den A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel nach DIN 45645 lautet nach Klopfer et al. (2006):

$$L_{eq} = 10 * \log_{10} \left(\frac{1}{T} * \left(\sum_i t_i * 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \right)$$

Wobei

- T die Messdauer (also die Summe aller t_i) in Sekunden,
- t_i die Zeitdauer des Pegelwerts in Sekunden
- und L_i der Pegel während der Zeitdauer t_i in dB(A) ist.

In Bergedorf zeigen die Ergebnisse, dass die Pegel an beiden Messpunkten über die gesamte Zeit im Mittel sinken. Während der Pegel am mittleren Messpunkt zwischen 21:00 Uhr und 21:15 Uhr noch über 68 dB(A) liegt, ist er im Zeitraum von 00:15 Uhr bis 00:30 Uhr auf bereits etwa 62 dB(A) gesunken (siehe auch Tabelle 7, S. 63). Am Start- bzw. Endpunkt sinkt der Pegel von 63,5 dB(A) im Zeitraum von 21:00 Uhr bis 21:15 Uhr auf 57,7 dB(A) im Zeitraum von 00:15 Uhr bis 00:30 Uhr.

Während, wie in Abbildung 22 auf S. 64 zu erkennen ist, die Pegel am mittleren Messpunkt über 75 dB(A) vermehrt in der ersten Hälfte des Messzeitraums und insgesamt sehr zahlreich auftreten, wurden am Start- bzw. Endpunkt deutlich weniger Pegel über 75 dB(A) gemessen (siehe Abbildung 26, S. 67).

Insgesamt liegen die Pegel für den L_{eq15} bei dem mittleren Messpunkt immer über denen des Start- bzw. Endpunktes. Auch der $L_{eqTempo30}$ über den Zeitraum von 22:00 Uhr bis 00:30 ist, wie in Tabelle 14 auf Seite 76 zu erkennen, bei dem mittleren Messpunkt mit 64,17 dB(A) um etwa 3 dB(A) höher als der des Messpunktes am Start- bzw. Endpunkt des Tempo-30-Abschnittes mit 61,08 dB(A).

In Norderstedt zeigen die Ergebnisse, dass auch hier die Pegel an beiden Messpunkten über die gesamte Zeit im Mittel sinken. Allerdings stärker als die in Bergedorf. Während der Pegel am mittleren Messpunkt zwischen 21:00 Uhr und 21:15 Uhr noch über 68 dB(A) liegt, ist er im Zeitraum von 00:15 Uhr bis 00:30 Uhr auf bereits etwa 56,8 dB(A) gesunken (siehe auch Tabelle 10, S. 70). Am Start- bzw. Endpunkt sinkt der Pegel von 68,5 dB(A) im Zeitraum von 21:00 Uhr bis 21:15 Uhr auf 58,6 dB(A) im Zeitraum von 00:15 Uhr bis 00:30 Uhr.

Wie in Abbildung 31 auf S. 71 und Abbildung 33 auf S. 73 zu erkennen häufen sich die Pegel über 75 dB(A) klar im Zeitraum vor 22:00 Uhr. Auffällig ist, dass die besonders lauten Pegel

am mittleren Messpunkt in der ersten Hälfte der Messung liegen, während sie bei dem Start- bzw. Endpunkt eher in der letzten Hälfte liegen.

Insgesamt liegen die Pegel für den $L_{eq,15}$ bei den beiden Messpunkten enger zusammen, als bei denen aus Bergedorf. Während der mittlere Messpunkt vor 22 Uhr noch über dem des Start- bzw. Endpunktes liegt, liegt er für den Zeitraum mit Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h immer unter dem der mittleren Messung, wie auf Abbildung 36 auf S. 75 zu erkennen. Auch der $L_{eq,Tempo30}$ über den Zeitraum von 22:00 Uhr bis 00:30 ist, wie in Tabelle 14 auf Seite 76 zu erkennen, bei dem Start- bzw. Endpunkt mit 62,5 dB(A) um etwa 1,2 dB(A) höher als der des mittleren Messpunktes des Tempo-30-Abschnittes mit 61,28 dB(A).

Auffällig ist, dass in dem Zeitraum von 22:00 Uhr und 23:00 die $L_{eq,15}$ -Pegel in Bergedorf in etwa gleichbleibend sind, während die Pegel in Norderstedt im selben Zeitraum bereits deutlich sinken.

Bei den Messpunkten Bergedorf Mitte und Norderstedt Start-/Endpunkt ist zudem auffällig, dass die Pegel über 75 dB(A) zwar in der Zahl abnehmen, aber höhere Maximalpegel erreicht werden.

In dem Zeitraum von 21:30 bis 22:30, welcher den Übergang von Tempo 50 auf Tempo 30 beinhaltet, bleibt der Verkehr sowohl in Bergedorf, als auch in Norderstedt in etwa gleich stark. Trotzdem sinken in Bergedorf und Norderstedt die $L_{eq,15}$ -Pegel in diesem Zeitraum.

Obwohl in Norderstedt etwa anderthalbmal so viele Fahrzeuge den Straßenabschnitt während der Schallpegelmessungen passiert haben, wie in Bergedorf, ist es in Norderstedt in dem Zeitraum mit Tempo 30 ruhiger, während es im Zeitraum mit Tempo 50 noch lauter war, als in Bergedorf.

Bei dem Vergleich der Steigungen der Graphen für die Schallpegel und der Anzahl der Fahrzeuge in der Zeit von 21:30 bis 22:30 des mittleren Messpunktes in Norderstedt mit den Steigungen der Graphen vor 21:30 Uhr und nach 22:30 Uhr fällt auf, dass die Schallpegel in dieser Zeit sinken, während die Anzahl der Fahrzeuge in etwa gleich bleiben (siehe Abbildung 19).

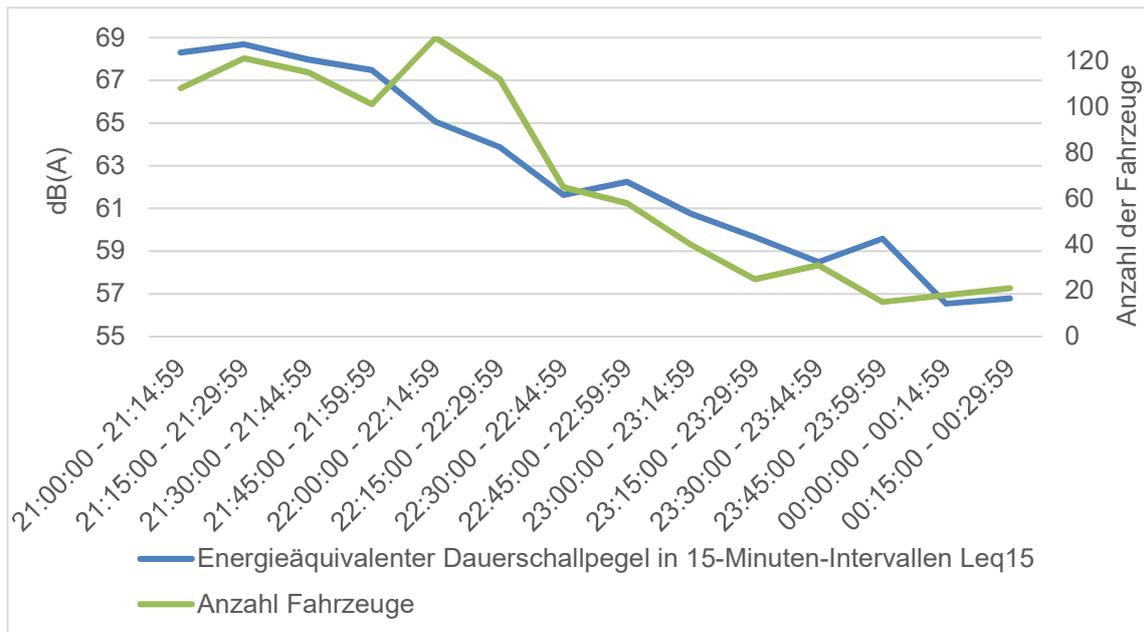


Abbildung 19: Vergleich der Graphen für Anzahl der Fahrzeuge und L_{eq15} von Norderstedt Mitte (eigene Darstellung)

Dies lässt sich auch rechnerisch belegen. Der Skalierungsfaktor des Graphen für dB(A) zu Anzahl der Fahrzeuge beträgt 0,1167. So ergeben sich folgende Steigungen in Tabelle 3 und Tabelle 4:

Tabelle 3: Steigungen Norderstedt Mitte - Teil 1 (eigene Darstellung)

Zeitraum:	Anzahl der 15-Minuten-Intervalle	1. Grenze Anzahl der Fahrzeuge	2. Grenze Anzahl der Fahrzeuge	Differenz	Differenz skaliert	Steigung Anzahl der Fahrzeuge
21:00 Uhr – 21:30 Uhr	1	108	115	7	0.817	0.817
21:30 Uhr – 22:30 Uhr	3	115	112	-3	-0.350	-0.117
22:30 Uhr – 00:30 Uhr	8	112	21	-91	-10.620	-1.328

Tabelle 4: Steigungen Norderstedt Mitte - Teil 2 (eigene Darstellung)

Zeitraum:	1. Grenze dB(A)	2. Grenze dB(A)	Differenz	Steigung dB(A)
21:00 Uhr – 21:30 Uhr	68.31	67.98	-0.33	-0.165
21:30 Uhr – 22:30 Uhr	67.98	63.88	-4.10	-1.367
22:30 Uhr – 00:30 Uhr	63.88	56.79	-7.09	-0.886

Wie in Abbildung 20 zu erkennen ist die Steigung im Zeitraum von 21:00 Uhr bis 21:30 Uhr für die Anzahl der Fahrzeuge noch positiv, während die Steigung für die dB(A)-Werte schon negativ ist. In dem Zeitraum von 21:30 Uhr bis 22:30 Uhr ist die Steigung für die Anzahl der Fahrzeuge leicht negativ, während die Steigung der dB(A)-Werte deutlich negativer ist. Im letzten Zeitraum von 22:30 bis 00:30 ist die Steigung der dB(A)-Werte dann weniger negativ, dafür liegt nun die Steigung für die Anzahl der Fahrzeuge deutlich negativer. Die Tatsache, dass die Steigungen in dem zweiten Zeitraum, in dem der Wechsel von 50 km/h auf 30 km/h stattfindet, zudem deutlich weiter auseinander liegen, lässt auf eine geringere Korrelation schließen. Dies bedeutet, dass der Pegel in diesem Zeitraum unabhängiger davon sinkt, dass auch die Anzahl der Fahrzeuge sinkt, als in den Zeiträumen vorher und nachher.

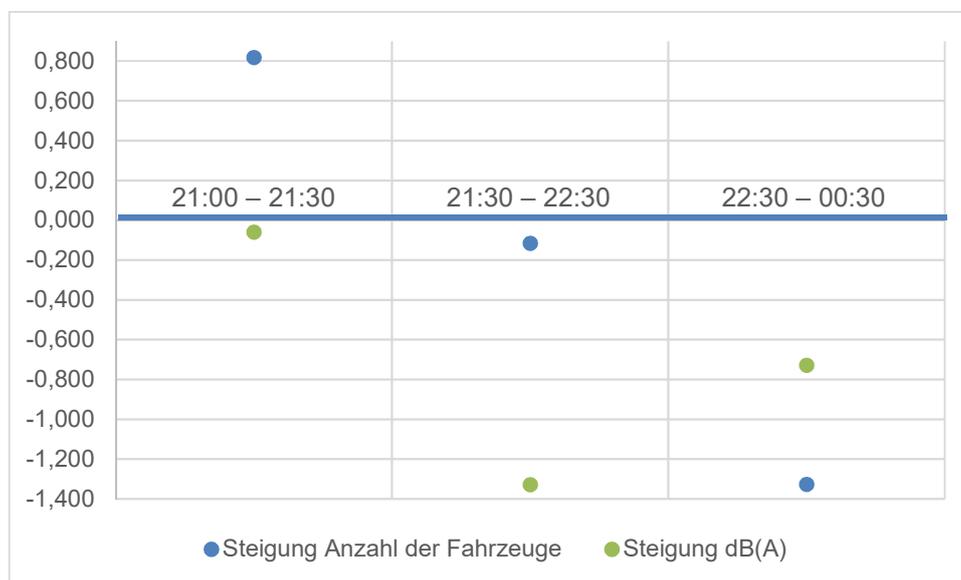


Abbildung 20: Werte der Steigungen zu Anzahl der Fahrzeuge und dB(A) in Norderstedt Mitte (eigene Darstellung)

Wie auf Abbildung 34 (S. 73) und Abbildung 35 (S. 74) zu erkennen, ist dies auch bei dem Messpunkt am Start- bzw. Endpunkt der Fall.

In Bergedorf korrelieren die Graphen jedoch viel mehr miteinander. Der Pegel sinken also korrelierend mit der Abnahme der Anzahl an Fahrzeugen. Hier lässt sich über die Steigung der Graphen nicht das erkennen, was bei Norderstedt zu erkennen ist (siehe auch Abbildung 24, S. 65 und Abbildung 28, S. 68).

Insgesamt sind die Messpunkte in Norderstedt beide etwa gleich laut. Bergedorf ist am mittleren Messpunkt jedoch deutlich lauter, als am Start- bzw. Endpunkt.

Da das Lärmempfinden und die Veränderung des Lärms durch die Maßnahme sehr subjektiv ist empfiehlt sich eine Anwohnerbefragung, die im Kapitel 6 Umfrage behandelt wird (Stadt Frankfurt am Main 2012).

Die detaillierten Ergebnisse der Messung finden sich als Abbildungen im Anhang B Messergebnisse Bergedorf und Anhang C Messergebnisse Norderstedt.

6 Umfrage

In diesem Kapitel finden sich allgemeine Informationen über die Methode der persönlichen und schriftlichen Befragung von Personen, Informationen zur Umsetzung im Kontext der vorliegenden Arbeit und die Auswertung der Umfrageergebnisse.

6.1 Allgemein

Eine Umfrage ist eine einfache und kostengünstige Möglichkeit viele betroffene Personen zu erreichen und zu befragen. Durch eine schriftliche Befragung können Interviewfehler vermieden werden. Die Teilnehmenden haben, in Abhängigkeit von der Datenerfassung, mehr Anonymität und können ehrlichere Antworten geben. Allerdings kommt es auch zu höheren Ausfallquoten als bei einer persönlichen Befragung. Ebenso kann es zu systematischen Ausfällen kommen. So kann es sein, dass Personen mit höherem Bildungsniveau die Umfrage eher beantworten als Personen mit niedrigem Bildungsniveau. Es ist zudem nicht konkret ermittelbar von wem der Fragebogen tatsächlich beantwortet wurde und ob wahrheitsgemäß geantwortet wurde. Auch externe Faktoren können nicht beeinflusst werden. Wird etwa mit der nötigen Ernsthaftigkeit geantwortet oder gilt die Beantwortung eher als spaßige Ablenkung für zwischendurch (Jacob et al. 2012).

Um die Auswertung unkompliziert zu gestalten sollten geschlossene Fragen zum Einsatz kommen. Um die Stimmung einer Person zu einem gewissen Thema oder einer gewissen Frage einzufangen bieten sich Bewertungstabellen an. Die Fragen müssen stets klar und verständlich sein. Auch widersprüchliche und tendenziöse Fragen sollten vermieden werden (Jacob et al. 2012).

Insgesamt bot sich die Form der persönlichen und schriftlichen Befragung im Kontext dieser Arbeit besonders gut an. Als unkomplizierte Methode die subjektive Meinung und das Empfinden der betroffenen Personen zur Lärmbelastung und der Geschwindigkeitsreduzierung aufzufangen fiel die Entscheidung der Umsetzung zu ihren Gunsten.

6.2 Umsetzung

In Zusammenhang mit den Schallpegelmessungen in Bergedorf (im Folgenden als Bergedorf bezeichnet) und Norderstedt wurde eine Umfrage der anliegenden Bewohner durchgeführt werden. Ziel war es die subjektive Lärmwahrnehmung eingehender zu untersuchen und mit den Messergebnissen in einen Kontext zu bringen. Hierzu wurde jeweils eine persönliche und eine schriftliche Umfrage durchgeführt.

In Norderstedt wurde die persönliche Befragung der betroffenen Anwohner am 10. April 2018 im Zusammenhang mit den Schallpegelmessungen durchgeführt. Bei Nichtantreffen der An-

wohner wurde ein Wurfzettel, wie auf Abbildung 37 (zu finden im Anhang D Wurfzettel, S. 77) im Briefkasten hinterlassen. So konnten alle Haushalte in der direkten Umgebung zu der geschwindigkeitsreduzierten Zone an der Poppenbütteler Straße abgedeckt werden. Insgesamt konnten 21 Haushalte persönlich befragt werden. Bei weiteren 82 Haushalten wurden Wurfzettel hinterlassen. Davon folgten 19 Haushalte der Bitte zur Teilnahme an der Umfrage innerhalb von zwei Wochen.

In Bergedorf wurde die persönliche Befragung der betroffenen Anwohner am 16. April 2018 durchgeführt. Bei Nichtantreffen der Anwohner wurde auch hier der Wurfzettel (mit entsprechendem Link zur richtigen Umfrage) im Briefkasten hinterlassen. So konnte eine große Anzahl an Haushalten in der direkten Umgebung zu der geschwindigkeitsreduzierten Zone an der Holtenklinker Straße abgedeckt werden. Insgesamt konnten 26 Haushalte persönlich befragt werden. Bei weiteren 200 Haushalten wurden Wurfzettel hinterlassen. Davon folgten 27 Haushalte der Bitte zur Teilnahme an der Umfrage innerhalb von zwei Wochen.

Bei den Fragen wurde sich an den Forschungen der Stadt Frankfurt am Main (2012) orientiert, die im Rahmen ihrer Forschungen zu Tempo 30 bereits in vier Phasen, in Zusammenhang mit der Maßnahme der Geschwindigkeitsreduzierung, die Anwohner zum Thema befragte. Da im Kontext der Messungen in Bergedorf und Norderstedt auch der Start- bzw. Endpunkt der geschwindigkeitsreduzierten Zone im Mittelpunkt stand wurde die Umfrage durch eine Frage zu der Belastungssituation in diesem Umfeld erweitert.

Um die Umfrage für die Teilnehmenden so kurz wie möglich zu gestalten wurde entschieden keine demografischen Informationen zu erheben.

In mehreren Durchläufen (auch Pretest oder Vortest genannt) wurde die Verständlichkeit und die Funktion der Umfrage getestet, um einen reibungslosen Ablauf der Beantwortung durch die Teilnehmenden zu ermöglichen.

In einer kurzen Einleitung wurden die Teilnehmenden über das Thema der Umfrage informiert und kurz fokussiert. Durch die Angabe der Mailadresse wurde den Teilnehmenden zudem die Möglichkeit gegeben Fragen zu stellen oder Bemerkungen zur Thematik zu machen.

Der Aufbau der Umfrage ist in Anhang E Aufbau der Umfrage zu finden.

6.3 Auswertung

Die Befragung der Anwohner hat ergeben, dass sich 56 % der Anwohner in Bergedorf und Norderstedt stark oder sehr stark von Verkehrslärm belästigt fühlen. Dabei geben 70 % der Anwohner in Bergedorf an, dass sie sich vor allem von einzelnen Lärmspitzen, wie Hupen oder einem lauten Auspuff belästigt fühlen.

Es fühlten sich in der Nacht vor allem die Norderstedter Anwohner von Lärm belästigt. Etwa zwei Drittel von ihnen fühlen sich stark oder sehr stark belästigt. Nach der Einführung der nächtlichen Geschwindigkeitsbegrenzung fühlen sich in Bergedorf und Norderstedt bereits etwa drei Viertel der Anwohner nur noch kaum oder gar nicht belästigt. Etwa 30 % der Anwohner, die vorher angegeben haben sich stark oder sehr stark belästigt gefühlt zu haben, geben nun an, dass sie sich kaum oder gar nicht mehr belästigt fühlen. Dabei ist dieser Trend in Norderstedt deutlich ausgeprägter als in Bergedorf.

Etwa drei Viertel der Anwohner geben an, dass es in ihrer Wohnung nach der Umsetzung der Maßnahme leise oder sehr leise ist. Auch hier zeigt die Maßnahme im Vergleich zu vorher insgesamt eine Verschiebung des Mittelwerts von „laut“ zu „leise“.

Vor der Maßnahme fühlten sich lediglich 25 % der Anwohner in Bergedorf und Norderstedt nicht beim Schlafen gestört. Nach der Maßnahme sind dies bereits knapp 40 %. Weitere 50 % fühlen sich nur bei offenem Fenster gestört.

Insgesamt haben vor allem die Anwohner in Norderstedt mit 70 % eine Verbesserung durch die Geschwindigkeitsreduzierung wahrgenommen. In Bergedorf gibt dies nur rund die Hälfte der Anwohner an. Trotzdem halten es 70 % der Anwohner sinnvoll in Ihrer Straße die Maßnahme bei Nacht dauerhaft beizubehalten. In Norderstedt sind dies sogar knapp 80 %. Die Einhaltung der Geschwindigkeit mittels einer Geschwindigkeitsüberwachung, wie in Norderstedt zu forcieren halten insgesamt etwa drei Viertel der Anwohner in Bergedorf und Norderstedt für sinnvoll. Der generellen Erprobung von Tempo 30 aus Lärmschutzgründen stehen insgesamt 80 % der Anwohner positiv gegenüber. In Norderstedt empfinden 57 % der betroffenen Anwohner eine Mehrbelastung etwa durch Beschleunigen oder Abbremsen an dem Start- bzw. Endpunkt der geschwindigkeitsreduzierten Strecke. In Bergedorf empfinden dies nur 38 % der betroffenen Anwohner.

Die detaillierten Ergebnisse der Umfrage finden sich als Abbildungen im Anhang F Umfrageergebnisse.

7 Bewertung

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen übergreifend die immer wieder thematisierte Individualität der Maßnahmen und Auffassungen der Anwohner, wobei die subjektive Lärmwahrnehmung die Bildung eines Gesamteindrucks erschwert.

Schon bei der Befragung in den einzelnen Gebieten kamen unerwartete Themen auf. Aus den Gesprächen mit den betroffenen Anwohnern in Norderstedt ging hervor, dass vor allem im südlichen Teil der geschwindigkeitsreduzierten Strecke laute Lkw eine große Störquelle sind. Durch Beschleunigungsvorgänge versuchen diese, laut den Anwohnern, noch die Grünphasen der anschließenden LSA an der Kreuzung Glashütter Damm und Poppenbüttele Straße zu erreichen. Dabei gehen auch störende Vibrationen von den Lkw aus, die Anwohner in ihren Wohngebäuden wahrnehmen.

Ein weiteres großes Problem hat sich auch mit eigenen Beobachtungen während der Schallpegelmessungen überschritten. Dadurch, dass die Strecke zeitweise ganztägig auf 30 km/h beschränkt war kommt es bei vielen Fahrern zu Unsicherheiten, welches die richtige Geschwindigkeit ist. Vermutlich haben viele Navigationsgeräte noch veraltete Daten, die den Fahrern eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 30 km/h suggerieren. Viele Autofahrer verwirrt wohl auch die Tatsache, dass die Geschwindigkeitsbegrenzung auf 30 km/h nur nachts gilt. Verstärkend durch die stationäre Geschwindigkeitsüberwachung hat dies zur Folge, dass Autofahrer mit 30 km/h auch tagsüber (bei erlaubten 50 km/h) die Geschwindigkeitsüberwachung passieren. Für viele folgende Autofahrer stellt dies ein Verkehrshindernis dar und sie reagieren darauf häufig mit dem Betätigen der Hupe.

Einige Anwohner berichteten zudem von Autofahrern, die aus Protest gegen die nächtliche Geschwindigkeitsbegrenzung mit Beginn der Zone die Hupe betätigen und diese bis zum Verlassen der Zone betätigt lassen. Dies komme, laut den Anwohnern, besonders in den Morgenstunden häufig vor.

Eigene Beobachtungen während der Schallpegelmessungen und der Durchführung der Umfrage haben gezeigt, dass die Geschwindigkeit von vielen Autofahrern in dieser Zone eingehalten wird. Dies hat seinen Grund in der Geschwindigkeitsüberwachung. Gerade nachts blitzt es aber hin und wieder noch. Durch abruptes abbremsen nachdem geblitzt wurde wird die Geschwindigkeit allerdings für den Rest der Zone meist eingehalten. Wie im Kapitel Messung schon beschrieben geht der Verkehr in die Nacht hinein stark zurück, was für sich schon eine merkliche, akustische Entlastung des Gebietes zur Folge hat. Eigene Empfindungen zeigen, das belegen auch die Schallpegelmessungen, dass es zwischen 21:30 Uhr und 22:00 Uhr deutlich lauter ist als zwischen 22:00 und 22:30 Uhr, also beim Übergang von

50 km/h auf 30 km/h, obwohl ähnlich viele Fahrzeuge die Strecke passieren (siehe Tabelle 6, S. 62).

In Bergedorf bemängeln viele Anwohner, dass sich die Autofahrer kaum an die nächtliche Geschwindigkeitsbegrenzung halten, was sich auch mit den eigenen Beobachtungen während der Schallpegelmessungen überschneidet.

Vor allem die Anwohner im Bereich der LSA an der Kreuzung Holtenklinker Straße und Justus-Brinckmann-Straße empfinden eine nächtliche Mehrbelastung, da es hier, wie auch an der Kreuzung in Norderstedt, zu häufigen Beschleunigungsvorgängen vor der LSA kommt, um die Grünphase noch zu erreichen.

Viele Bewohner meinen außerdem, dass nachts so wenig Fahrzeuge die Straße passieren, dass sich die Geschwindigkeitsreduzierung nicht bemerkbar macht. Die starke Abnahme an Fahrzeugen in die Nacht hinein überschneidet sich, wie auch bereits in Norderstedt, mit den Beobachtungen während der Schallpegelmessungen und den parallel erfolgten Verkehrszählungen (siehe Tabelle 5, S. 62)

Im Laufe der Bearbeitung der vorliegenden Arbeit schrieb eine Anwohnerin eine Mail, in der sie einige zusätzliche Probleme anbringt. So empfindet sie die lauten Musikanlagen der vorbeifahrenden Pkw als störend. In Ihren Augen ist die Belästigung größer, wenn ein Pkw nur mit 30 km/h ihren Wohnort passiert, weil die Belästigung so länger anhält. Da sie in unmittelbarer Nähe der Kreuzung Holtenklinker Straße und August-Bebel-Straße wohnt, die innerhalb der geschwindigkeitsreduzierten Zone liegt, wird diese Belästigung durch die Ampelphasen noch verstärkt. Auch durch die Geräusche der anfahrenden Busse und Lkw an der Kreuzung, verstärkt durch die dichte Blockbebauung, fühlt sie sich gestört und regt eine nächtliche Ampelabschaltung an, um die Situation zu beruhigen. Sie betont vor allem, dass es sich bei dem vorherrschenden Lärm um ein vielschichtiges Problem handelt, welches nicht durch eine reine Geschwindigkeitsbegrenzung gelöst werden könne.

Insgesamt, das war auch bei der persönlichen Befragung der Anwohner in beiden Gebieten zu erkennen, ist das Empfinden des Lärms und die Meinung gegenüber der Maßnahme sehr individuell. So kam es vor, dass Anwohner durch Begleiterscheinungen (etwa das Hupen) eine Verschlechterung der Situation wahrgenommen haben, der Maßnahme an sich aber positiv gegenüberstehen. In Bergedorf gab es, öfter als in Norderstedt, den Fall, dass Anwohner sich sowohl vor, als auch nach der Maßnahme ungestört gefühlt haben, die Maßnahme gar nicht wahrgenommen haben und sie somit für überflüssig halten. Trotzdem zeigt sich in den Antworten der Befragung übergreifend eine Verbesserung der Situation sowohl des Lärms in der Nacht, der Lautstärke in der Wohnung, als auch des Lärms beim Schlafen betreffend.

Hinzukommend haben die Schallpegelmessungen gezeigt, dass die Pegel in Norderstedt deutlich mehr sinken, als in Bergedorf. Ein Grund dafür ist sicherlich, dass sich in Norderstedt durch die Geschwindigkeitsüberwachung deutlich mehr an die zulässige Höchstgeschwindigkeit gehalten wird.

Ein Nachteil der Messungen in dem Rahmen dieser Arbeit ist allerdings die Ungenauigkeit Aussagen über die Messergebnisse. So wurden die örtlichen Gegebenheiten zwar möglichst ähnlich gewählt. Trotzdem konnten im Rahmen der Arbeit keine Korrekturen, etwa bezüglich des Wetters oder der Schallreflexion durch die Bebauung, gemacht werden. So lässt sich nicht abschließend klären, ob die mittlere Messung in Bergedorf auch für Anwohner eine Mehrbelastung gegenüber der Messung am Start- bzw. Endpunkt darstellt oder ob diese Tatsache eher den räumlichen Messgegebenheiten geschuldet ist.

Der Gesamteindruck, der nach den Messungen und Umfragen in Bergedorf und Norderstedt bleibt, ist, dass die Maßnahme in Norderstedt größere Wirkungen zeigt. Nicht nur, dass die Anwohner in Norderstedt die Maßnahme besser aufnehmen und sich weniger gestört fühlen, als die Anwohner in Bergedorf. Auch die Messergebnisse zeigen bei stärkerem Verkehr eine größere Abnahme der Lärmpegel, als in Bergedorf.

Mit der EU-Umgebungsärmrichtlinie und der Umsetzung dieser in deutsches Recht, konnte ein erster Schritt auf internationaler Ebene zu mehr Lärmschutz gemacht werden. Die Lärmkartierung und -aktionsplanung ist allerdings nur für große Gemeinden vorgeschrieben. Die praktische, länderübergreifende Klassifizierung hilft bei der Vergleichbarkeit und bei der Kommunikation mit den Bürgern. Allerdings ist die Abbildung in 5er-Schritten bei den Isophoren-Bändern nicht genau genug, sondern eignet sich eher für die „entfernte“ Betrachtung der Gesamtsituation. Ob die unterschiedlichen Auslösewerte in den einzelnen Bundesländern und zuständigen Behörden sinnvoll sind bleibt fraglich.

Die Maßnahmen zur Lärminderung sollten auch weiterhin über die kurzfristig realisierbare Maßnahme der Temporeduzierung hinausgehen. In Städten stellt dies allerdings eine große Aufgabe dar. Beispielsweise stellt die optische Eingliederung der Lärmschutzwände in Wohngebieten der Stadt eine Herausforderung dar. Potential steckt nach wie vor in den lärmindernden Straßenbelägen. Auch die Schallschutzfenster stellen eine gute Lösung dar, wenn sonstige Maßnahmen kurz- oder mittelfristig nicht realisiert werden können.

Der Systemansatz in den Städten scheint der richtige Weg zu sein, um die Lärmsituation zu verbessern. Eine Kombination von Maßnahmen verspricht hierbei den größten Erfolg.

Die rechtlichen und behördlichen Hürden erschweren die Maßnahme um Tempo 30 zum Teil stark. Diese Hürden müssen genommen werden und die Abläufe verbessert werden.

Ein großer Vorteil von Tempo 30 sind die Synergieeffekte. Die Entschleunigung des Verkehrs wirkt sich auf die unterschiedlichsten Bereiche des Lebens aus. In den heutigen, hektischen Zeiten ist es aber für viele Menschen schwer sich auf die Entschleunigung einzulassen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Das Thema Lärmbelästigung und Lärmschutz rückt mehr und mehr in den Fokus der Menschen und der Politik. Lärm hat einen negativen Einfluss auf die betroffenen Menschen. Durch Lärminderungsplanung und -Maßnahmen wird versucht die Belastung für die Menschen zu reduzieren. Gesetze und Richtlinien schaffen einen Rahmen, Maßnahmen an der Quelle oder am Immissionsort füllen diesen aus. Die Geschwindigkeitsreduzierung von 50 km/h auf 30 km/h, vor allem in der Nacht, zählt zu diesen Maßnahmen und gilt als kurzfristig realisierbare und günstige Möglichkeit verhältnismäßig stark den Lärm zu senken.

Das Ziel dieser Arbeit war es den Lärm und seine Wirkung auf den Menschen, sowie die Lärminderungsplanung genauer zu untersuchen. Lärmpegelmessungen in Bergedorf und Norderstedt sollten, in Verbindung mit einer Befragung der Anwohner, die tatsächliche Belastung aufzeigen.

Die Untersuchung hat ergeben, dass die nächtliche Geschwindigkeitsbegrenzung in beiden Fällen eine positive Wirkung erzielt. Vor allem bei den Anwohnern, die überwiegend eine Verbesserung der Lärmsituation wahrnehmen. Messtechnisch zeigt sich vor allem in Norderstedt, dass der Wechsel von 50 km/h auf 30 km/h eine positive Wirkung auf den Lärmpegel hat. Ein Hauptgrund ist hier die Geschwindigkeitsüberwachung, die gewährleistet, dass sich die meisten Fahrer an die zulässige Geschwindigkeit halten. Der Lärmpegel sinkt aber auch mit der Anzahl an Fahrzeugen, die in die Nacht hinein immer weniger werden. So war in Bergedorf nicht abschließend zu klären, ob der Lärmpegel durch die Maßnahme selbst oder die rückläufige Anzahl an Fahrzeugen sinkt. Dies zeigt allerdings, dass die Maßnahme vor allem dann wirkt, wenn sich an sie gehalten wird und je größer die Verkehrsstärke der Straße ist.

Auch die Belastung an dem Start- bzw. Endpunkt des geschwindigkeitsbegrenzten Abschnittes wurde untersucht. Hier sollte geklärt werden, ob die Anwohner, die in direkter Umgebung dieser Stellen wohnen, eine Mehrbelastung durch Brems- oder Beschleunigungsvorgänge erfahren. Hier hat sich gezeigt, dass viele Bewohner eine subjektive Mehrbelastung empfinden. Die Messungen konnten dies nur in Norderstedt belegen, wo die Lärmbelastung am Start- und Endpunkt größer war als an dem mittleren Messpunkt in dem geschwindigkeitsreduzierten Abschnitt. In Bergedorf war es am Start- und Endpunkt leiser, als in der Mitte.

Für die Lärmaktionsplanung sind auch andere Geschwindigkeitsbeschränkungen im Stadtgebiet, etwa auf 10, 20, oder 40 km/h möglich. In wie weit diese Maßnahmen zur Lärminderung beitragen ist allerdings bisher nicht umfangreich untersucht worden. Allerdings ist der Anwendungsbereich der Geschwindigkeiten von 10 km/h oder 20 km/h schon rechtlich deutlich kleiner, als der für Tempo 30.

Der Verkehrsclub Deutschland e.V. (kurz VCD) fordert, dass Tempo 30 als Regelgeschwindigkeit eingeführt wird. Hintergrund ist, dass so eine Umkehrung der Beweislast erreicht wird. So muss der wesentlich kleinere Teil der Straßen in Städten, die Hauptverkehrsstraßen mit Verbindungsfunktionen sind auf Tempo 50 überprüft und freigegeben werden, anstatt einzelne potentielle Straßen auf Tempo 30 zu prüfen (VCD Verkehrsclub Deutschland e.V. 2012).

In der Reifentechnologie steckt nach wie vor großes Potential. Hier ist zu erwarten, dass die zukünftigen Forschungen Verbesserungen der Geräuschsituation erreichen können.

Die Umfragen zu dem Thema zeigen, auch die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten, dass die meisten Menschen der Maßnahme um Tempo 30 nachts positiv gegenüberstehen und Einführungen der Maßnahmen gewünscht werden.

Was bleibt ist weiterhin ein großer Forschungsbedarf, um die Maßnahmen besser zu prognostizieren und sinnvoll einzusetzen, um den Lärm für die Anwohner zu reduzieren.

Auch weiterhin müssen komplexe Lösungsansätze gefunden werden, die am gesamten System ansetzen. Da es, der Tatsache geschuldet, dass Deutschland ein Auto-affines Land mit großer Lobby der Fahrzeughersteller ist, schwer ist den Lärm an der Quelle anzugehen, müssen Anreize auch bei den Fahrern geschaffen werden, geräuscharm zu fahren.

Neben deutschlandweiten Pegeln, die als Auslösewerte für die Lärmaktionsplanung dienen, ist auch eine feinere Darstellung der Isophoren-Bänder angebracht. Dennoch bleibt die Umsetzung gerade in kleinen Gemeinden, die von der EU-Richtlinie und den deutschen Gesetzen nicht betroffen werden, aber auch Probleme mit dem Lärm haben, fraglich.

Dass gerade Hamburg einiges für den Lärmschutz tut zeigt sich auch in aktuellen Bauprojekten, die die Lärmsituation in der Zukunft verbessern sollen. Dazu gehört der Umbau der Autobahn 7 mit einem Tunnel und die Verlegung der Wilhelmsburger Reichsstraße zur Lärmmentlastung der Anwohner in Wilhelmsburg.

Im Allgemeinen ist es fraglich, ob Fahrzeuge in Innenstädten wirklich notwendig sind. Schon existierende Konzepte mit autofreien Innenstädten zeigen, dass es auch anders geht.

Das Fazit der Arbeit ist, dass Tempo 30 als Lärminderungsmaßnahme nur eine kurzfristige und günstige Möglichkeit ist einen Teil des Lärms zu bekämpfen. Zudem müssen die Bedingungen an dem Straßenabschnitt, an dem die Geschwindigkeitsreduzierung durchgeführt werden soll, vorher gründlich untersucht werden. Wichtig ist zudem am gesamten System anzusetzen und durch Kombinationen von Lärminderungsmaßnahmen eine nachhaltige Lärminderung zu erreichen.

Literaturverzeichnis

Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V., Ressort Verkehr (Hg.) (2015): Tempo 30 - Pro & Contra. Aktuelle Regelungen, Verkehrliche Aspekte, Auswirkungen auf die Umwelt. München. Online verfügbar unter https://www.adac.de/_mmm/pdf/fi_tempo30pro_contra_infobro_1215_253248.pdf, zuletzt geprüft am 15.03.2018.

Behörde für Umwelt und Energie (Hg.) (2017): Lärmkarten Hamburg 2017. Online verfügbar unter <http://www.hamburg.de/laermkarten/>, zuletzt geprüft am 10.05.2018.

Berglund, Brigitta; Lindvall, Thomas; Schwela, Dietrich (1999): Guidelines for Community Noise. Hg. v. World Health Organization. Genf. Online verfügbar unter <http://www.who.int/iris/handle/10665/66217>, zuletzt geprüft am 20.03.2018.

Bing, Marion; Popp, Christian (2010): Lärmaktionsplanung in Ballungsräumen. Minderungspotentiale am Beispiel Hamburg. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/laermaktionsplanung-in-ballungsraeumen-0>, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

Brüning, Herbert (2008): Lärmaktionsplan 2008 - 2013: Maßnahmen zur Lärminderung. Hg. v. Stadt Norderstedt. Norderstedt. Online verfügbar unter https://www.norderstedt.de/media/custom/1087_9920_1.PDF?1323361448, zuletzt aktualisiert am 19.03.2018, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

Bundesministerium der Justiz (2006): Bekanntmachung der vorläufigen Berechnungsverfahren für den Umgebungslärm nach § 5 Abs. 1 der Verordnung über die Lärmkartierung (34. BImSchV). Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Schienenwegen (VBUSch), Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Straßen (VBUS), Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm an Flugplätzen (VBUF), Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm durch Industrie und Gewerbe (VBUI). In: *Bundesanzeiger* 58 (154a). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1/dokumente/bundesanzeiger_154a.pdf, zuletzt geprüft am 15.03.2018.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (12.06.1990): Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_16/, zuletzt geprüft am 05.04.2018.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (24.06.2005): Gesetz zur Umsetzung der EG-Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. In: *Bundesgesetzblatt* 2005 (38), S. 1794–1796. Online verfügbar unter http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&jumpTo=bgbl105s1794.pdf, zuletzt geprüft am 03.04.2018.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (06.03.2006): Vierunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Verordnung über die Lärmkartierung - 34. BImSchV. In: *Bundesanzeiger* 58 (154a), S. 3–5. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1/dokumente/bundesanzeiger_154a.pdf, zuletzt geprüft am 15.03.2018.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (06.03.2013): Straßenverkehrs-Ordnung. StVO. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/stvo_2013/index.html, zuletzt geprüft am 05.04.2018.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (23.11.2007): Richtlinien für straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Lärm. Lärmschutzrichtlinien-StV.

Burgmayer, Andreas (2018): Tempo 30 gilt hier nur noch in der Nacht. In: *Hamburger Abendblatt*, 17.01.2018 (online). Online verfügbar unter <https://www.abendblatt.de/region/norderstedt/article213130243/Tempo-30-gilt-hier-nur-noch-in-der-Nacht.html>, zuletzt geprüft am 20.03.2018.

Das Europäische Parlament und Der Rat der Europäischen Union (2002): Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. In: *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* (L 189), S. 12–26. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=DE>, zuletzt geprüft am 23.02.2018.

den Boer, Eelco; Schroten, Arno (2007): Traffic noise reduction in Europe. Health effects, social costs and technical and political options to reduce road and rail traffic noise. Hg. v. CE Delft. Delft. Online verfügbar unter https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/media/2008-02_traffic_noise_ce_delft_report.pdf, zuletzt geprüft am 05.03.2018.

Dziekán, Katrin (2012): Tempo 30 – ein wichtiges Element in einer integrierten Verkehrsstrategie. Fachtagung Tempo 30 - Chancen, Hindernisse, Erfahrungen. Umweltbundesamt in Zusammenarbeit mit dem Arbeitsring Lärm der DEGA e.V. Berlin, 13.11.2012. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/dziekán-veroeffentlichung.pdf>, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

GRÜNE LIGA (Hg.) (2011): Leuchttürme der Umgebungslärmrichtlinie. Informationsübersicht zum Leuchtturm Nr.: 04 - Berlin: Geschwindigkeitsbegrenzung im Hauptstraßennetz. 08/2011. Berlin (Leuchttürme der Umgebungslärmrichtlinie, 4). Online verfügbar unter <http://www.uglr-info.de/media/documents/1323800691.pdf>, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

Heinrichs, Eckhart (2007): Konzept Tempo 30 nachts an Berliner Hauptverkehrsstraßen. Hg. v. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. Berlin. Online verfügbar unter https://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik/tempo/download/tempo30_nachts_flyer.pdf, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

Heinrichs, Eckhart (2012): Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen. Planung, Umsetzung und Wirkungen. Fachtagung Tempo 30 - Chancen, Hindernisse, Erfahrungen. Umweltbundesamt in Zusammenarbeit mit dem Arbeitsring Lärm der DEGA e.V. Berlin, 13.11.2012. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/heinrichs-veroeffentlichung.pdf>, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

Heinrichs, Eckhart; Horn, Burkhard; Krey, Joachim (2015a): Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen - Neue Erkenntnisse aus Forschung und Praxis. In: *Straßenverkehrstechnik* 16 (2), S. 91–101. Online verfügbar unter https://cleanair.london/app/uploads/CAL-305-Martin-Lutz-30-kph_paper-Heinrichs-Horn-Krey-Tempo-30-an-Hauptverkehrsstra%C3%9Fen1.pdf, zuletzt geprüft am 15.03.2018.

Heinrichs, Eckhart; Kumsteller, Falk; Rath, Sibylle; Conrad, Matthias; Schweighardt, Svetlana (2011): Lärmbilanz 2010. Untersuchung der Entscheidungskriterien für festzulegende Lärminderungsmaßnahmen in Lärmaktionsplänen nach der Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4203.pdf>, zuletzt geprüft am 27.02.2018.

Heinrichs, Eckhart; Leben, Jörg; Hänisch, Anne-Susan; Cancik, Pascale (2015b): TUNE ULR Technisch wissenschaftliche Unterstützung bei der Novellierung der EU-Umgebungslärmrichtlinie. Arbeitspaket 2: Geschwindigkeitsreduzierungen. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_33_2015_tune_url_0.pdf, zuletzt geprüft am 02.03.2018.

Heinrichs, Eckhart; Scherbarth, Frank; Sommer, Karsten (2016): Wirkungen von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/wirkungen_von_tempo_30_an_hauptstrassen.pdf, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

Jacob, Rüdiger; Heinz, Andreas; Décieux, Jean Philippe; Eirnbter, Willy H. (2012): Umfrage. Einführung in die Methoden der Umfrageforschung. 2., erw. und korrigierte Aufl. München: Oldenbourg (Sozialwissenschaften 10-2012). Online verfügbar unter <http://www.oldenbourg-link.com/isbn/9783486597097>, zuletzt geprüft am 02.05.2018.

Janssen, Jörn; Lange, Johannes (2015): Verkehrsprognose 2018 zum Lärmaktionsplan 2013-2018 der Stadt Norderstedt. Schlussbericht zum Projekt Nr. 1411. Hg. v. Stadt Norderstedt. Hannover. Online verfügbar unter https://www.norderstedt.de/media/custom/1917_5647_1.PDF?1453994136, zuletzt geprüft am 20.03.2018.

Kloepfer, Michael; Griefahn, B.; Kaniowski, A. M.; Klepper, G.; Lingner, S.; Steinebach, G. et al. (2006): Leben mit Lärm? Risikobeurteilung und Regulation des Umgebungslärms im Verkehrsbereich. Unter Mitarbeit von P. Gussone, M. Hecht, M. Rumberg und H. Steven. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung, 28).

Kühn, B.; Spessert, B. (2012): Verringerung der Geräuschimmission an innerstädtischen Durchgangsstraßen durch Absenkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h. Fachtagung Tempo 30 - Chancen, Hindernisse, Erfahrungen. Umweltbundesamt in Zusammenarbeit mit dem Arbeitsring Lärm der DEGA e.V. Berlin, 13.11.2012. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/spessert-veroeffentlichung.pdf>, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

Mazur, H.; Lauenstein, D.; Waack, R. (2016): Lärminderungsplanung. Stadt Norderstedt. Lärmaktionsplan 2013-2018. Hg. v. Stadt Norderstedt. Hannover. Online verfügbar unter https://www.norderstedt.de/media/custom/1917_6141_1.PDF?1474278143, zuletzt geprüft am 20.03.2018.

Meyer-Wellmann, Jens (2016): Nachts künftig Tempo 30 auf mindestens zehn Hauptstraßen. In: *Hamburger Abendblatt*, 20.08.2016 (online). Online verfügbar unter <https://www.abendblatt.de/hamburg/article208096237/Nachts-kuenftig-Tempo-30-auf-mindestens-zehn-Hauptstrassen.html>, zuletzt geprüft am 21.02.2018.

Möser, Michael; Müller, Gerhard (Hg.) (2017): Städtebaulicher Schallschutz. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg (Fachwissen Technische Akustik). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-55440-1>.

Ohm, Dirk; Schöffler, Martin; Thielemann, Claudia (2013): Lärmaktionsplan Hamburg 2013 (Stufe 2). Hg. v. Freie und Hansestadt Hamburg - Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Hamburg. Online verfügbar unter <http://www.hamburg.de/contentblob/4088786/bf60a4e79382478e0ec2cab750911ddc/data/laermaktionsplan-hamburg-2013.pdf>, zuletzt geprüft am 20.03.2018.

Popp, Christian; Bartolomaeus, Wolfram; Berka, Frank; Claussen-Seggelke, Jo; Gerlach, Jürgen; Heinrichs, Eckhart et al. (2016): Lärmschutz in der Verkehrs- und Stadtplanung. Handbuch. Vorsorge, Sanierung, Ausführung. Bonn: Kirschbaum Verlag.

Richard, Jochen; Mazur, Heinz; Lauenstein, Dirk (2015): Handbuch Lärmaktionspläne. Handlungsempfehlungen für eine lärmindernde Verkehrsplanung. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/handbuch-laermaktionsplaene-handlungsempfehlungen>, zuletzt geprüft am 20.03.2018.

Richard, Jochen; Sommer, Andreas (2008): Lärminderungsplanung Norderstedt. Lärmaktionsplan. 2008-2013. Hg. v. Stadt Norderstedt. Aachen, Berlin. Online verfügbar unter

https://www.norderstedt.de/media/custom/1917_5933_1.PDF?1464098480, zuletzt geprüft am 20.03.2018.

Sachau, Rolf; Jung, Thomas; Popp, Christian; Bing, Marion; Heinrichs, Eckhart; Bonacker, Margit; Bachmeier, Bettina (2008): Strategischer Lärmaktionsplan Hamburg. Hg. v. Freie und Hansestadt Hamburg - Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. Hamburg. Online verfügbar unter

<http://www.hamburg.de/contentblob/914000/efd38637d37b64cc85144c5741c92db3/data/strategischer-lap.pdf>, zuletzt geprüft am 20.03.2018.

Schäfer, Martin (2005): Krach macht wortkarg. Hg. v. Konradin Medien GmbH. Leinfelden-Echterdingen. Online verfügbar unter <https://www.wissenschaft.de/umwelt-natur/krach-macht-wortkarg/>, zuletzt aktualisiert am 01.04.2005, zuletzt geprüft am 28.02.2018.

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (Hg.) (2014): Lärmaktionsplan 2013-2018 für Berlin. Berlin. Online verfügbar unter https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/laerm/laermminderungsplanung/download/laermaktionsplan/laermaktionsplan2013_2018.pdf, zuletzt geprüft am 20.03.2018.

Sommer, Karsten (2015): Lärm- und Klimaschutz durch Tempo 30: Stärkung der Entscheidungskompetenzen der Kommunen. Impulspapier zum Workshop am 05.10.2015. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://difu.de/sites/difu.de/files/archiv/veranstaltungen/2015-10-05_workshop-tempo-30_impulspapier.pdf, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

Sommer, Karsten; Heinrichs, Eckhart (2016): Lärm- und Klimaschutz durch Tempo 30: Stärkung der Entscheidungskompetenzen der Kommunen. Unter Mitarbeit von Kathrin Schormöller und Thorsten Deppner. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_30_2016_laerm-_und_klimaschutz_durch_tempo_30.pdf, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

Stadt Frankfurt am Main (Hg.) (2012): Zusammenfassung der Ergebnisse des Modellvorhabens "Tempo 30 in der Nacht auf Hauptverkehrsstraßen". Frankfurt am Main. Online verfügbar unter https://www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/B_589_2013_AN_Ergebnisse_Tempo30_barrierefrei.pdf, zuletzt geprüft am 15.03.2018.

Steven, Heinz (2012): Schadstoff- und CO₂-Emissionen bei Tempo 30. Fachtagung Tempo 30 - Chancen, Hindernisse, Erfahrungen. Umweltbundesamt in Zusammenarbeit mit dem Arbeitsring Lärm der DEGA e.V. Berlin, 08.11.2012. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/steven-veroeffentlichung.pdf>, zuletzt geprüft am 21.02.2018.

VCD Verkehrsclub Deutschland e.V. (Hg.) (2012): VCD Position. Tempo 30. Berlin. Online verfügbar unter https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Publikationsdatenbank/Verkehrssicherheit/VCD_Position_Tempo30_2012.pdf, zuletzt geprüft am 21.02.2018.

A Verkehrszählungen

Tabelle 5: Verkehrszählung Bergedorf vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)

Zeitraum	Anzahl Pkw	Pkw kumuliert	Anzahl Schwerverkehr	Schwerverkehr kumuliert
21:00 Uhr – 21:15 Uhr	61	61	3	3
21:15 Uhr – 21:30 Uhr	97	158	3	6
21:30 Uhr – 21:45 Uhr	70	228	2	8
21:45 Uhr – 22:00 Uhr	59	287	2	10
22:00 Uhr – 22:15 Uhr	53	340	1	11
22:15 Uhr – 22:30 Uhr	60	400	2	13
22:30 Uhr – 22:45 Uhr	44	444	2	15
22:45 Uhr – 23:00 Uhr	33	477	1	16
23:00 Uhr – 23:15 Uhr	38	515	1	17
23:15 Uhr – 23:30 Uhr	38	553	3	20
23:30 Uhr – 23:45 Uhr	27	580	2	22
23:45 Uhr – 00:00 Uhr	20	600	1	23
00:00 Uhr – 00:15 Uhr	15	615	2	25
00:15 Uhr – 00:30 Uhr	10	625	0	25

Tabelle 6: Verkehrszählung Norderstedt vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)

Zeitraum	Anzahl Pkw	Pkw kumuliert	Anzahl Schwerverkehr	Schwerverkehr kumuliert
21:00 Uhr – 21:15 Uhr	107	107	1	1
21:15 Uhr – 21:30 Uhr	119	226	2	3
21:30 Uhr – 21:45 Uhr	113	339	2	5
21:45 Uhr – 22:00 Uhr	100	439	1	6
22:00 Uhr – 22:15 Uhr	128	567	2	8
22:15 Uhr – 22:30 Uhr	111	678	1	9
22:30 Uhr – 22:45 Uhr	62	740	3	12
22:45 Uhr – 23:00 Uhr	57	797	1	13
23:00 Uhr – 23:15 Uhr	37	834	3	16
23:15 Uhr – 23:30 Uhr	24	858	1	17
23:30 Uhr – 23:45 Uhr	28	886	3	20
23:45 Uhr – 00:00 Uhr	15	901	0	20
00:00 Uhr – 00:15 Uhr	17	918	1	21
00:15 Uhr – 00:30 Uhr	21	939	0	21

B Messergebnisse Bergedorf

Im Folgenden finden sich ausgewählte Ergebnisse der Messung in Bergedorf. Diese sind aufgeteilt in Bergedorf Mitte, Bergedorf Start-/Endpunkt und ein Vergleich dieser Messungen. Eine detaillierte Auflistung der Messergebnisse ist in den entsprechenden Dateien auf der beiliegenden CD zu finden.

Messergebnisse zu Bergedorf Mitte:

Tabelle 7: Bergedorf Mitte - Energieäquivalenter Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)

Zeitraum	L_{eq15}
21:00:00 - 21:14:59	68.08
21:15:00 - 21:29:59	68.49
21:30:00 - 21:44:59	67.59
21:45:00 - 21:59:59	66.47
22:00:00 - 22:14:59	66.03
22:15:00 - 22:29:59	64.89
22:30:00 - 22:44:59	65.09
22:45:00 - 22:59:59	64.88
23:00:00 - 23:14:59	65.57
23:15:00 - 23:29:59	62.70
23:30:00 - 23:44:59	63.89
23:45:00 - 23:59:59	61.42
00:00:00 - 00:14:59	62.70
00:15:00 - 00:29:59	62.04

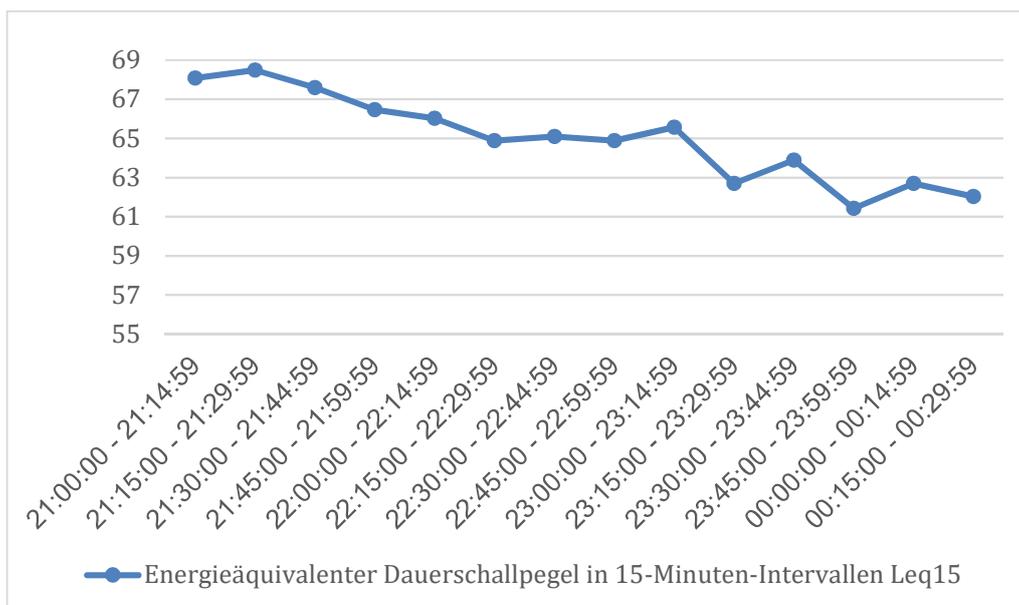


Abbildung 21: Bergedorf Mitte – Zeitlicher Verlauf des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)

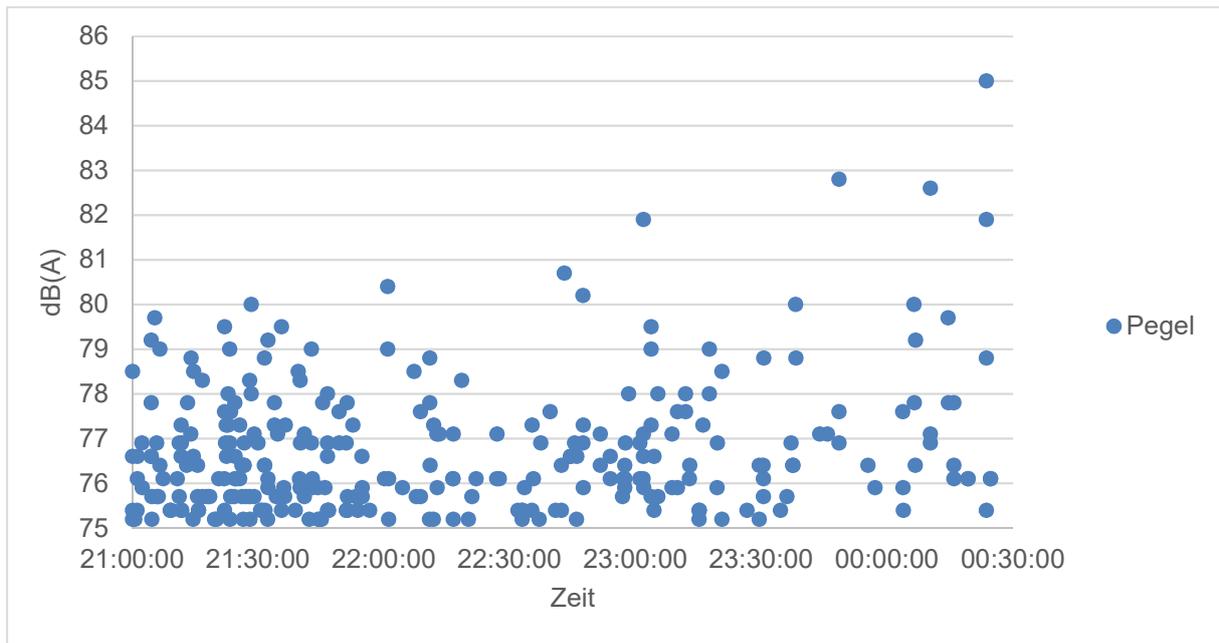


Abbildung 22: Bergedorf Mitte - Pegel über 75 dB(A) vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)

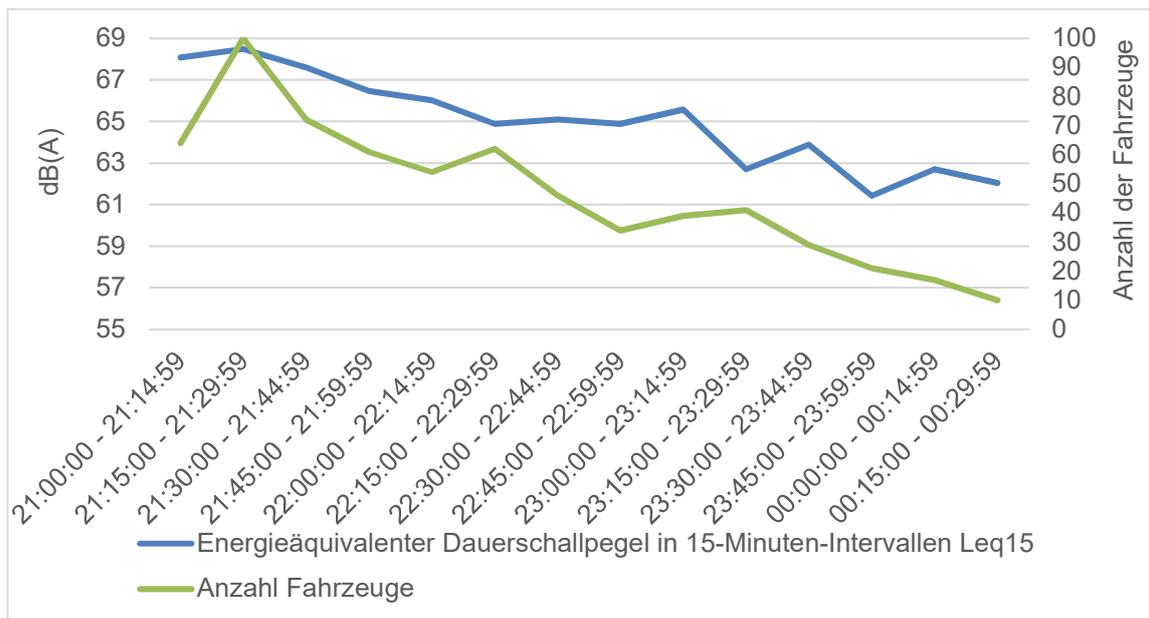


Abbildung 23: Vergleich der Graphen für Anzahl der Fahrzeuge und L_{eq15} von Bergedorf Mitte (eigene Darstellung)

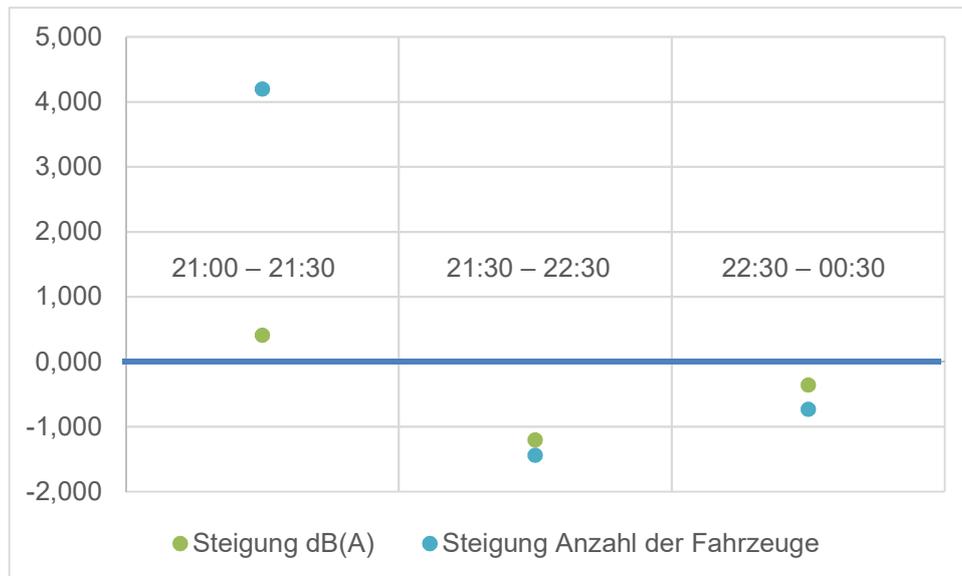


Abbildung 24: Werte der Steigungen zu Anzahl der Fahrzeuge und dB(A) in Bergedorf Mitte (eigene Darstellung)

Messergebnisse zu Bergedorf Start-/Endpunkt:

Tabelle 8: Bergedorf Start-/Endpunkt - Energieäquivalenter Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eg15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)

Zeitraum	L_{eg15}
21:00:00 - 21:14:59	63.46
21:15:00 - 21:29:59	64.53
21:30:00 - 21:44:59	64.51
21:45:00 - 21:59:59	63.45
22:00:00 - 22:14:59	63.35
22:15:00 - 22:29:59	61.76
22:30:00 - 22:44:59	61.71
22:45:00 - 22:59:59	61.69
23:00:00 - 23:14:59	63.04
23:15:00 - 23:29:59	60.31
23:30:00 - 23:44:59	60.20
23:45:00 - 23:59:59	57.10
00:00:00 - 00:14:59	59.94
00:15:00 - 00:29:59	57.67

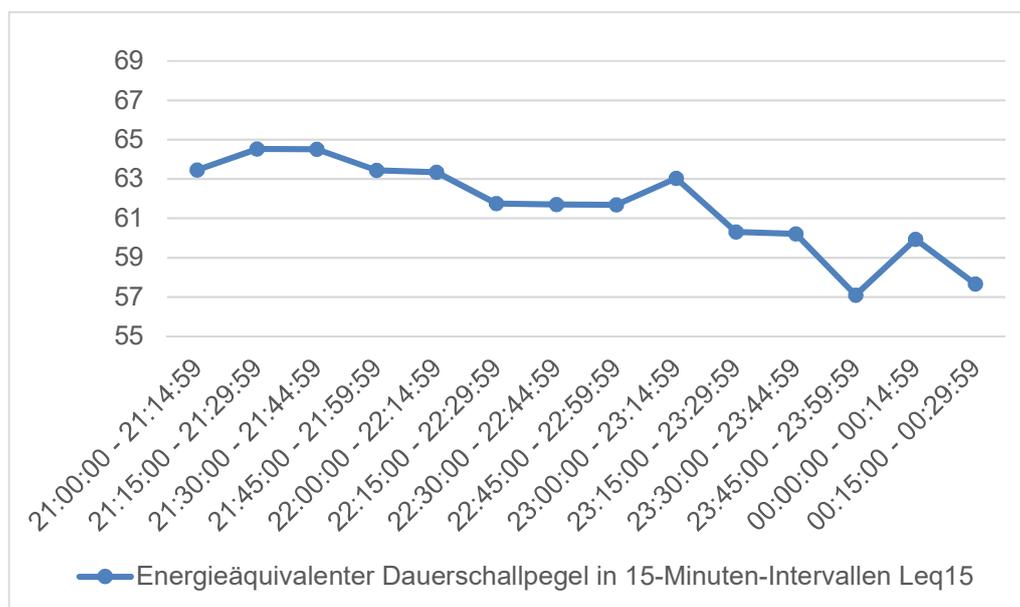


Abbildung 25: Bergedorf Start-/Endpunkt – Zeitlicher Verlauf des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eg15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)

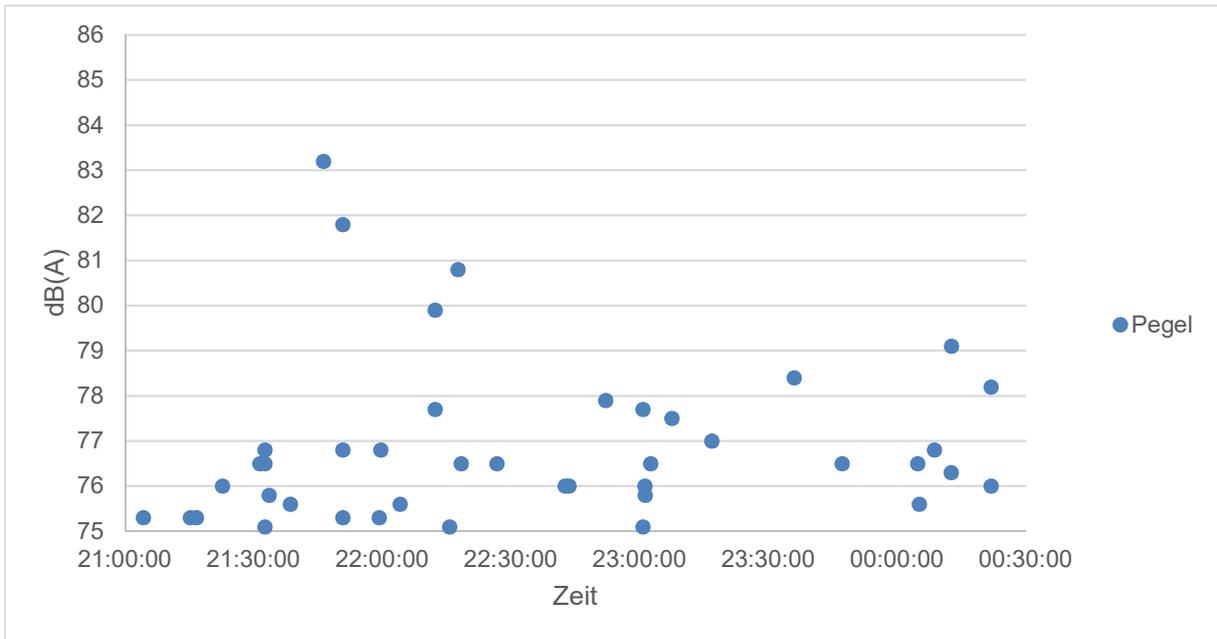


Abbildung 26: Bergedorf Start-/Endpunkt - Pegel über 75 dB(A) vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)

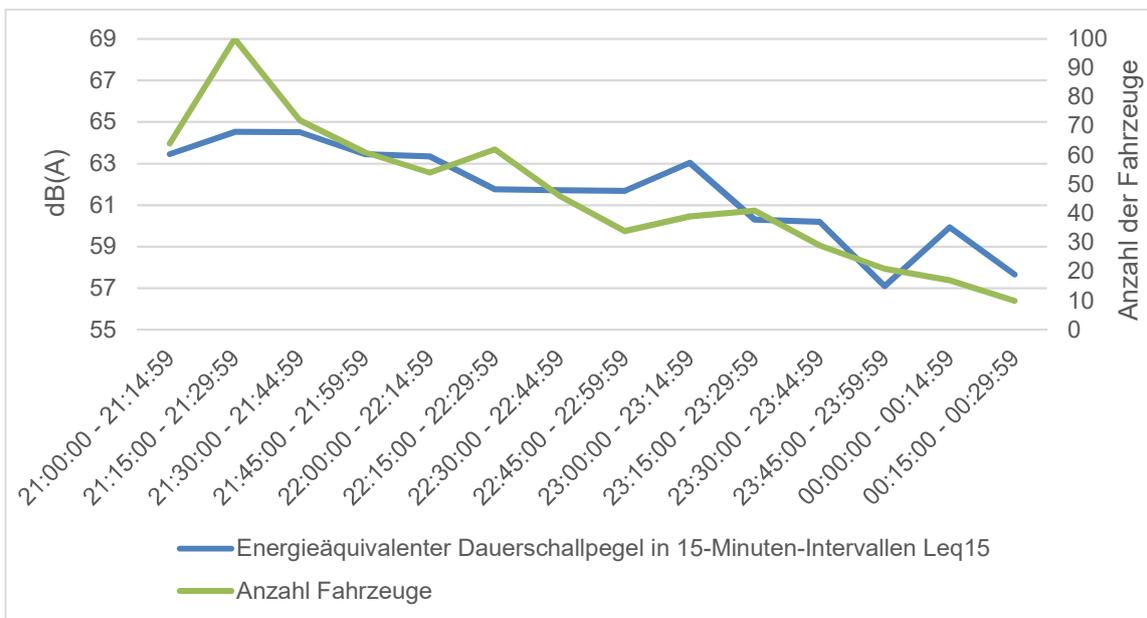


Abbildung 27: Vergleich der Graphen für Anzahl der Fahrzeuge und L_{eq15} von Bergedorf Start-/Endpunkt (eigene Darstellung)

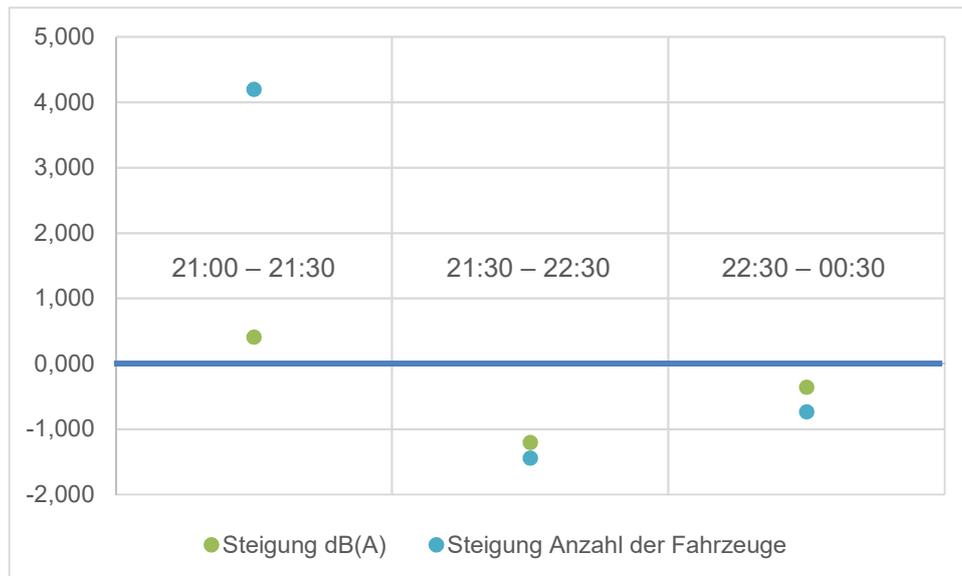


Abbildung 28: Werte der Steigungen zu Anzahl der Fahrzeuge und dB(A) in Bergedorf Start-/Endpunkt (eigene Darstellung)

Vergleich der Messergebnisse zu Hamburg Bergedorf:

Tabelle 9: Bergedorf - Vergleich der energieäquivalenten Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)

Zeitraum	Bergedorf	Bergedorf
	Start-/Endpunkt	Mitte
	L_{eq15}	L_{eq15}
21:00:00 - 21:14:59	63.46	68.08
21:15:00 - 21:29:59	64.53	68.49
21:30:00 - 21:44:59	64.51	67.59
21:45:00 - 21:59:59	63.45	66.47
22:00:00 - 22:14:59	63.35	66.03
22:15:00 - 22:29:59	61.76	64.89
22:30:00 - 22:44:59	61.71	65.09
22:45:00 - 22:59:59	61.69	64.88
23:00:00 - 23:14:59	63.04	65.57
23:15:00 - 23:29:59	60.31	62.70
23:30:00 - 23:44:59	60.20	63.89
23:45:00 - 23:59:59	57.10	61.42
00:00:00 - 00:14:59	59.94	62.70
00:15:00 - 00:29:59	57.67	62.04

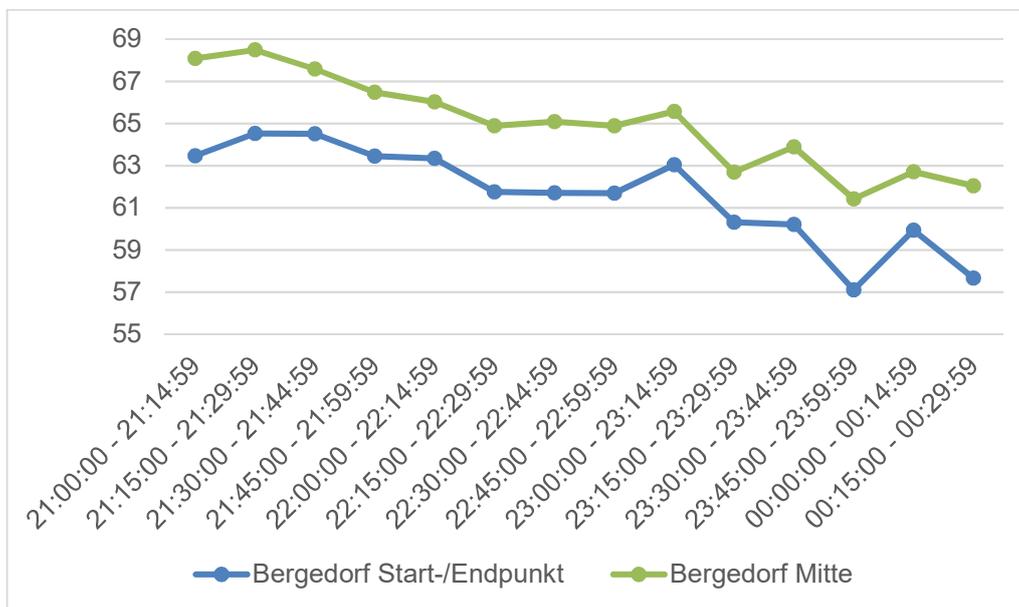


Abbildung 29: Bergedorf – Vergleich der zeitlichen Verläufe des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 11. in den 12.04.2018 (eigene Darstellung)

C Messergebnisse Norderstedt

Im Folgenden finden sich ausgewählte Ergebnisse der Messung in Norderstedt. Diese sind aufgeteilt in Norderstedt Mitte, Norderstedt Start-Endpunkt und ein Vergleich dieser Messungen. Zum Schluss findet sich eine Gegenüberstellung der energieäquivalenten Dauerschallpegel über die gesamte Messdauer aus beiden Messungen. Eine detaillierte Auflistung der Messergebnisse ist in den entsprechenden Dateien auf der beiliegenden CD zu finden.

Messergebnisse zu Norderstedt Mitte:

Tabelle 10: Norderstedt Mitte - Energieäquivalenter Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)

Zeitraum	L_{eq15}
21:00:00 - 21:14:59	68.31
21:15:00 - 21:29:59	68.69
21:30:00 - 21:44:59	67.98
21:45:00 - 21:59:59	67.48
22:00:00 - 22:14:59	65.06
22:15:00 - 22:29:59	63.88
22:30:00 - 22:44:59	61.63
22:45:00 - 22:59:59	62.25
23:00:00 - 23:14:59	60.76
23:15:00 - 23:29:59	59.66
23:30:00 - 23:44:59	58.49
23:45:00 - 23:59:59	59.59
00:00:00 - 00:14:59	56.54
00:15:00 - 00:29:59	56.79

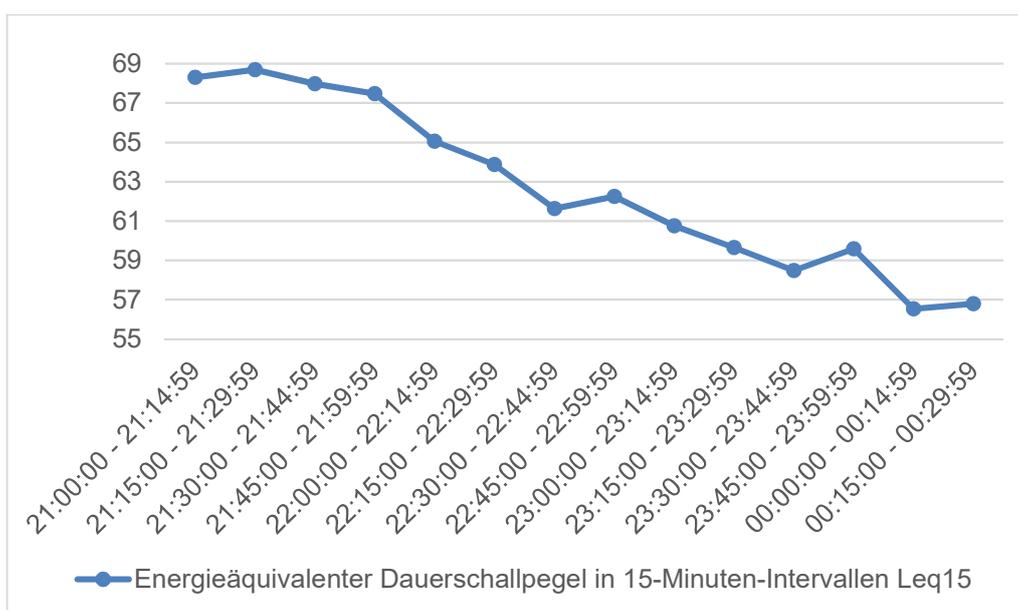


Abbildung 30: Norderstedt Mitte - Zeitlicher Verlauf des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)

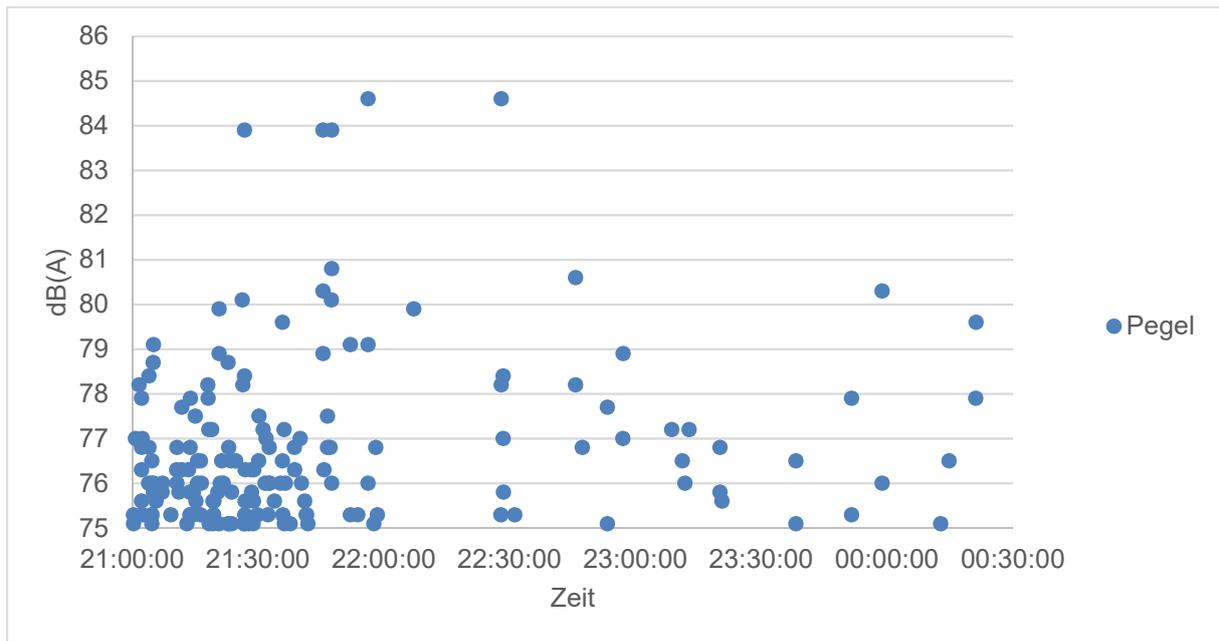


Abbildung 31: Norderstedt Mitte - Pegel über 75 dB(A) vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)

Messergebnisse zu Norderstedt Start-/Endpunkt:

Tabelle 11: Norderstedt Start-/Endpunkt - Energieäquivalenter Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)

Zeitraum	L_{eq15}
21:00:00 - 21:14:59	68.48
21:15:00 - 21:29:59	68.42
21:30:00 - 21:44:59	68.02
21:45:00 - 21:59:59	65.99
22:00:00 - 22:14:59	66.05
22:15:00 - 22:29:59	64.43
22:30:00 - 22:44:59	63.27
22:45:00 - 22:59:59	62.88
23:00:00 - 23:14:59	62.56
23:15:00 - 23:29:59	62.23
23:30:00 - 23:44:59	58.69
23:45:00 - 23:59:59	60.62
00:00:00 - 00:14:59	59.22
00:15:00 - 00:29:59	58.59

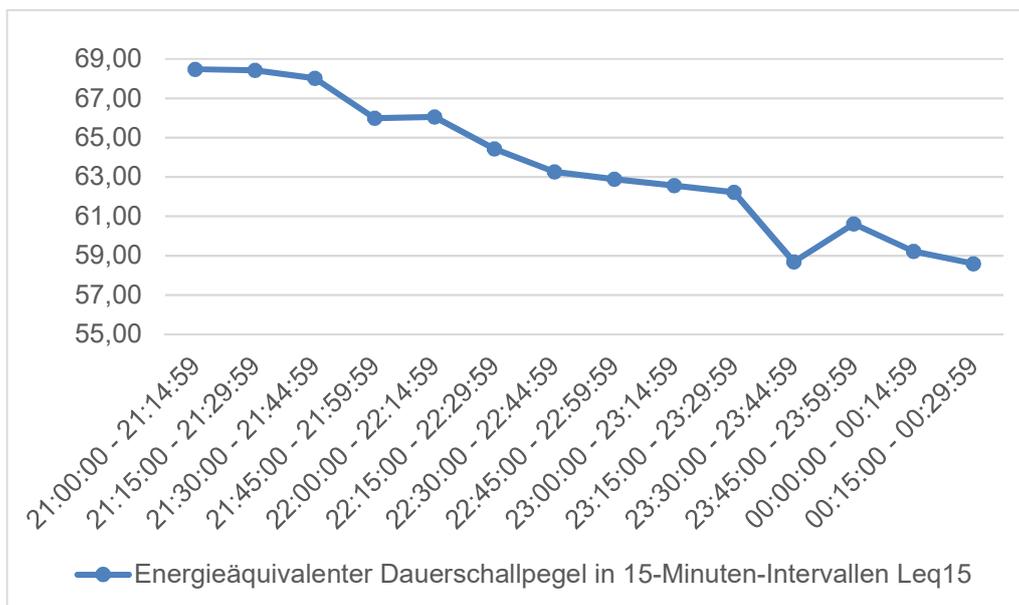


Abbildung 32: Norderstedt Start-/Endpunkt - Zeitlicher Verlauf des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)

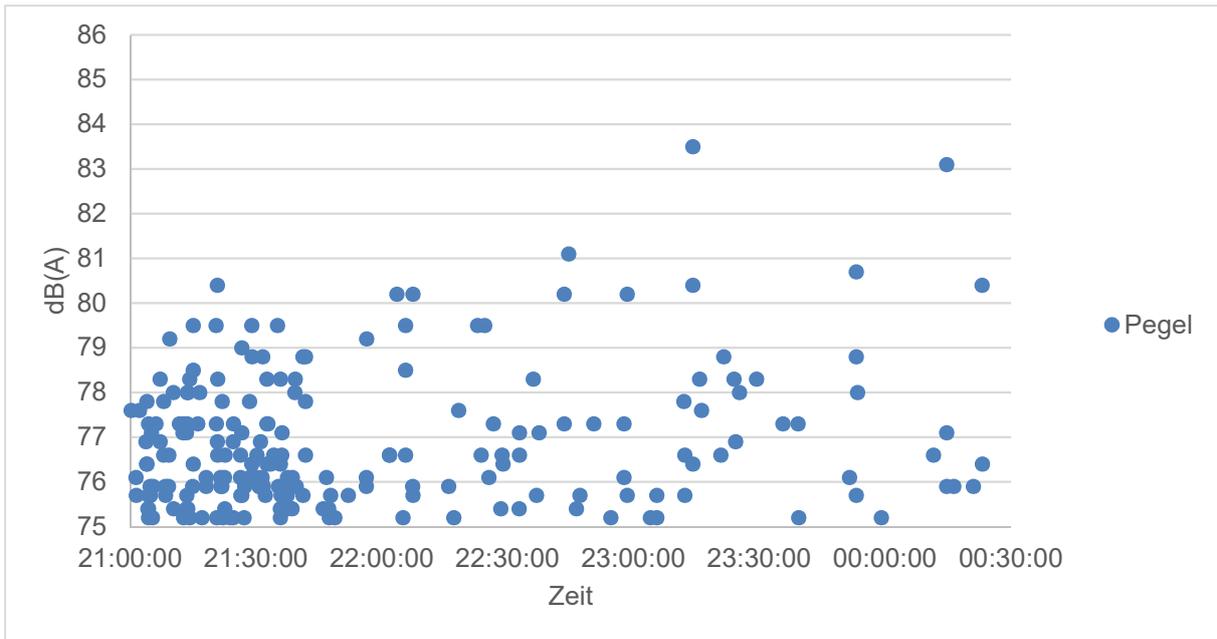


Abbildung 33: Norderstedt Start-/Endpunkt - Pegel über 75 dB(A) vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)

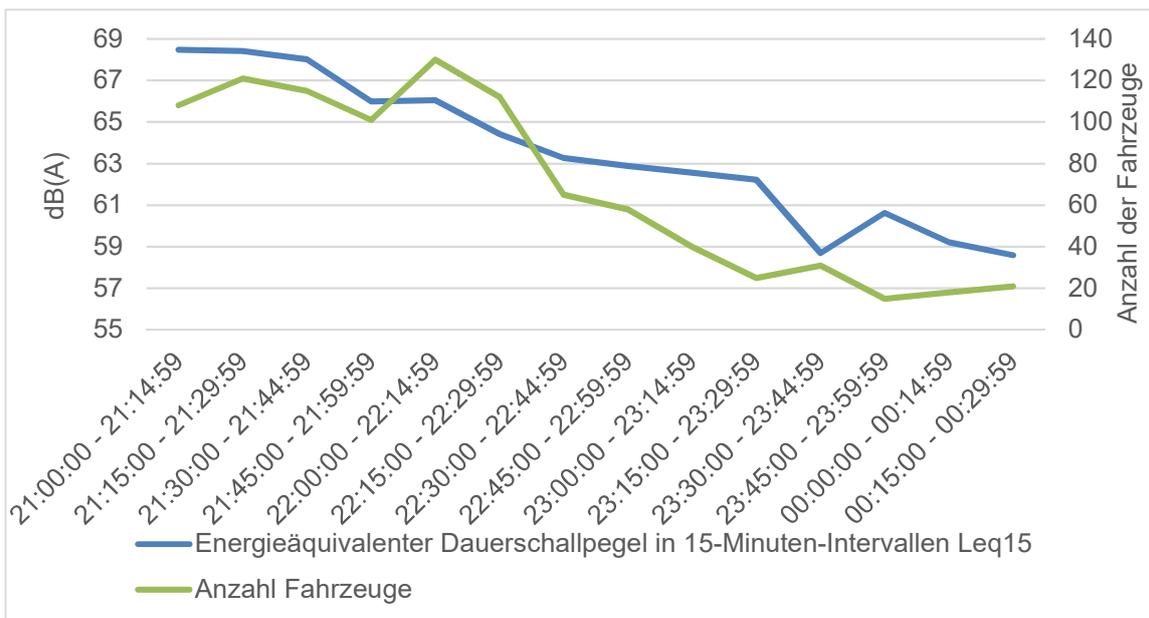


Abbildung 34: Vergleich der Graphen für Anzahl der Fahrzeuge und L_{eq15} von Norderstedt Start-/Endpunkt (eigene Darstellung)

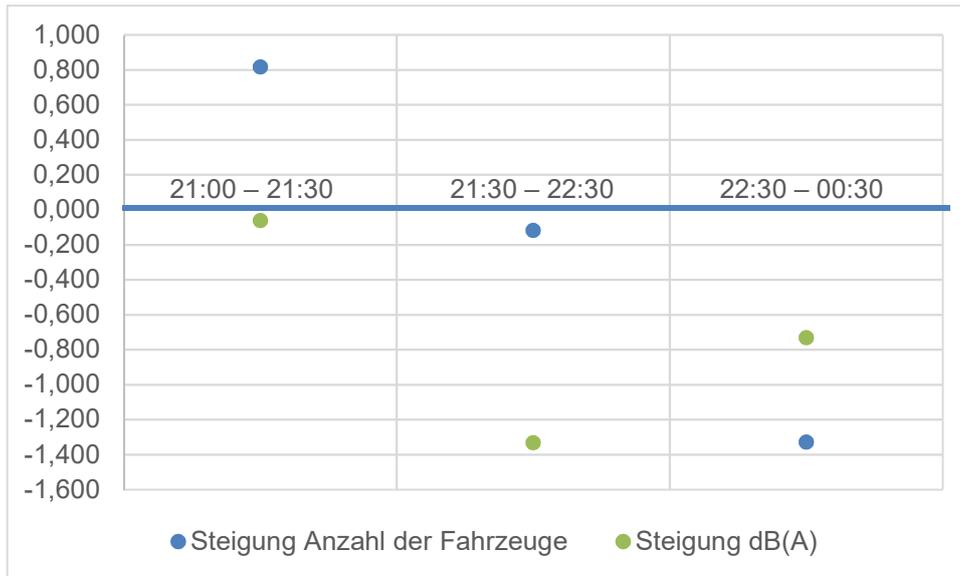


Abbildung 35: Werte der Steigungen zu Anzahl der Fahrzeuge und dB(A) in Norderstedt Start-/Endpunkt (eigene Darstellung)

Vergleich der Messergebnisse zu Norderstedt:

Tabelle 12: Norderstedt - Vergleich der energieäquivalenten Dauerschallpegel in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)

Zeitraum	Norderstedt Start-/Endpunkt L_{eq15}	Norderstedt Mitte L_{eq15}
21:00:00 - 21:14:59	68.48	68.31
21:15:00 - 21:29:59	68.42	68.69
21:30:00 - 21:44:59	68.02	67.98
21:45:00 - 21:59:59	65.99	67.48
22:00:00 - 22:14:59	66.05	65.06
22:15:00 - 22:29:59	64.43	63.88
22:30:00 - 22:44:59	63.27	61.63
22:45:00 - 22:59:59	62.88	62.25
23:00:00 - 23:14:59	62.56	60.76
23:15:00 - 23:29:59	62.23	59.66
23:30:00 - 23:44:59	58.69	58.49
23:45:00 - 23:59:59	60.62	59.59
00:00:00 - 00:14:59	59.22	56.54
00:15:00 - 00:29:59	58.59	56.79

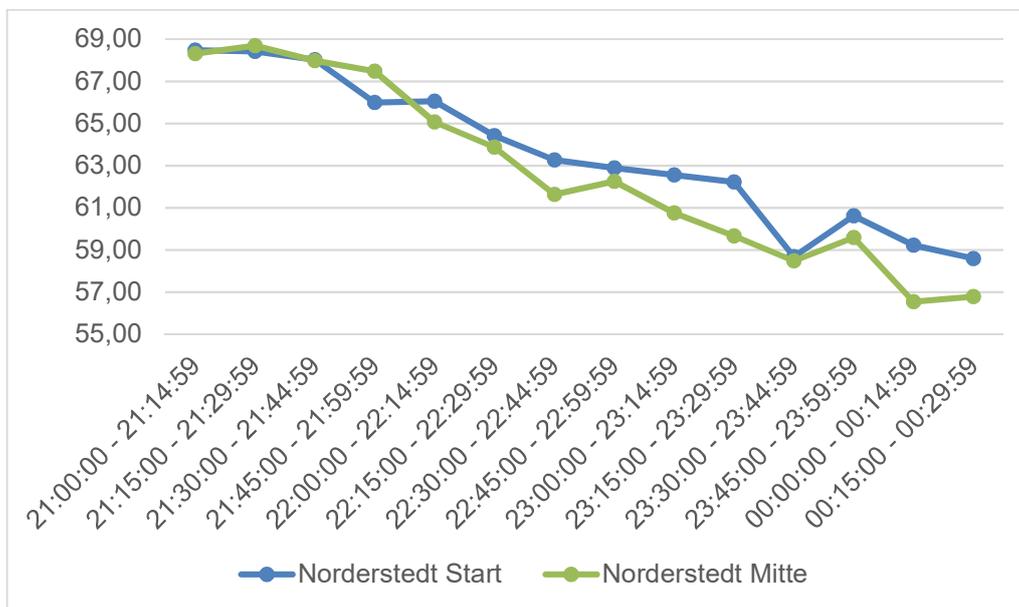


Abbildung 36: Norderstedt – Vergleich der zeitlichen Verläufe des energieäquivalenten Dauerschallpegels in 15-Minuten-Intervallen L_{eq15} vom 10. in den 11.04.2018 (eigene Darstellung)

Vergleich der Messergebnisse zu Bergedorf und Norderstedt:

Tabelle 13: Energieäquivalenter Dauerschallpegel über den gesamten Messzeitraum (21:00 Uhr bis 00:30 Uhr am Folgetag) $L_{eqGesamt}$ vom 10. in den 11.04.2018 in Norderstedt und vom 11. in den 12.04.2018 in Hamburg Bergedorf (eigene Darstellung)

Ort	$L_{eqGesamt}$
Bergedorf Start	62.14
Bergedorf Mitte	65.51
Norderstedt Start	64.78
Norderstedt Mitte	64.50

Tabelle 14: Energieäquivalenter Dauerschallpegel über den Messzeitraum mit Tempo 30 (22:00 Uhr bis 00:30 Uhr am Folgetag) $L_{eqTempo30}$ vom 10. in den 11.04.2018 in Norderstedt und vom 11. in den 12.04.2018 in Hamburg Bergedorf (eigene Darstellung)

Ort	$L_{eqTempo30}$
Bergedorf Start	61.08
Bergedorf Mitte	64.17
Norderstedt Start	62.50
Norderstedt Mitte	61.28

D Wurfzettel

Der Wurfzettel war sowohl für Bergedorf, als auch für Norderstedt gleich aufgebaut. Lediglich der Link und der QR-Code wurden angepasst um die Teilnehmenden auf die richtige Webseite zu leiten

Leider konnten wir Sie nicht antreffen!

Ich führe am Institut für Verkehrsplanung und Logistik derzeit eine Befragung zum Thema Lärmbelästigung bzw. Lärminderung durch.

An Ihrer Hauptstraße gilt derzeit eine nächtliche Geschwindigkeitsreduzierung.

Ich bitte Sie wenige Fragen zu diesem Thema zu beantworten!

Dies benötigt etwa 2 Minuten. Vielen Dank!

Bitte folgen Sie dazu dem Link oder scannen Sie den QR-Code:

www.umfrageonline.com/s/TUHH1

Bei Fragen: Lennard.Neumann@tuhh.de

Abbildung 37: Wurfzettel (eigene Darstellung)

TUHH

Technische Universität Hamburg



E Aufbau der Umfrage

Die Umfrage war bei allen Befragungen gleich aufgebaut. Lediglich die Ortsbeschreibung im Titel war dem Ort der Befragung entsprechend angepasst. Die Antworten der Teilnehmenden bei den persönlichen Befragungen wurden direkt über ein Tablet eingepflegt. Auch diese Befragungen war entsprechend gekennzeichnet.

TUHH

Technische Universität Hamburg

Norderstedt - Lärmbelästigung durch Verkehrslärm an geschwindigkeitsreduzierten Straßenabschnitten

0 %

Schön, dass Sie dem Link gefolgt sind!

Ich führe am Institut für Verkehrsplanung und Logistik derzeit eine Befragung zum Thema Lärmbelästigung bzw. Lärminderung durch. An Ihrer Hauptstraße gilt derzeit eine nächtliche Geschwindigkeitsreduzierung. Ich bitte Sie wenige Fragen zu diesem Thema zu beantworten! Dies benötigt etwa 2 Minuten.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an: Lennard.Neumann@tuhh.de

Fühlen Sie sich durch Verkehrslärm belästigt? *

	sehr stark	stark	etwas	gar nicht	weiß nicht
Belästigung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Was stört Sie mehr? *

	das kontinuierliche Verkehrsrauschen	einzelne Lärmspitzen (z.B. Hupen oder lauter Auspuff)	beides
Lärm durch	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Weiter

Abbildung 38: Umfrage - Teil 1 (eigene Darstellung)



Technische Universität Hamburg

Norderstedt - Lärmbelästigung durch Verkehrslärm an geschwindigkeitsreduzierten Straßenabschnitten



Wie sehr stört(e) Sie der Lärm in der Nacht vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung? *

	sehr stark	stark	kaum	gar nicht	weiß nicht
Vor Tempo 30 nachts	<input type="radio"/>				
Nach Tempo 30 nachts	<input type="radio"/>				

Wie laut war es in Ihrer Wohnung vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung? *

	sehr laut	laut	leise	sehr leise	weiß nicht
Vor Tempo 30 nachts	<input type="radio"/>				
Nach Tempo 30 nachts	<input type="radio"/>				

Stört(e) Sie der Lärm beim Schlafen vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung? *

	ja	nein	nur bei offenem Fenster	weiß nicht
Vor Tempo 30 nachts	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nach Tempo 30 nachts	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Haben Sie eine Verbesserung durch die Geschwindigkeitsreduzierung wahrgenommen? *

ja

nein

Abbildung 39: Umfrage - Teil 2 (eigene Darstellung)



Technische Universität Hamburg

Norderstedt - Lärmbelästigung durch Verkehrslärm an geschwindigkeitsreduzierten Straßenabschnitten

67 %

Halten Sie es für sinnvoll, in Ihrer Straße Tempo 30 bei Nacht dauerhaft anzuordnen? *

- ja
- nein

Halten Sie es für sinnvoll, dauerhaft die Geschwindigkeit in dieser Zone bspw. durch Blitzer zu überwachen? *

- ja
- nein

Halten Sie die Erprobung von Tempo 30 in der Nacht aus Lärmschutzgründen für sinnvoll? *

- ja
- nein

Empfinden Sie eine Mehrbelastung durch Bremsen/Beschleunigen an dem Start-/Endpunkt des Tempo-30-Abschnitts? *

	ja	nein	betrifft mich nicht
Belästigung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Zurück Fertig

Abbildung 40: Umfrage - Teil 3 (eigene Darstellung)

F Umfrageergebnisse

Im Folgenden finden sich die Grafiken mit den Umfrageergebnissen. Diese sind jeweils nach Norderstedt, Bergedorf und einer Zusammenfassung dieser gegeben. Eine detaillierte Auflistung der Umfrageergebnisse ist in der entsprechenden Datei auf der beiliegenden CD zu finden.

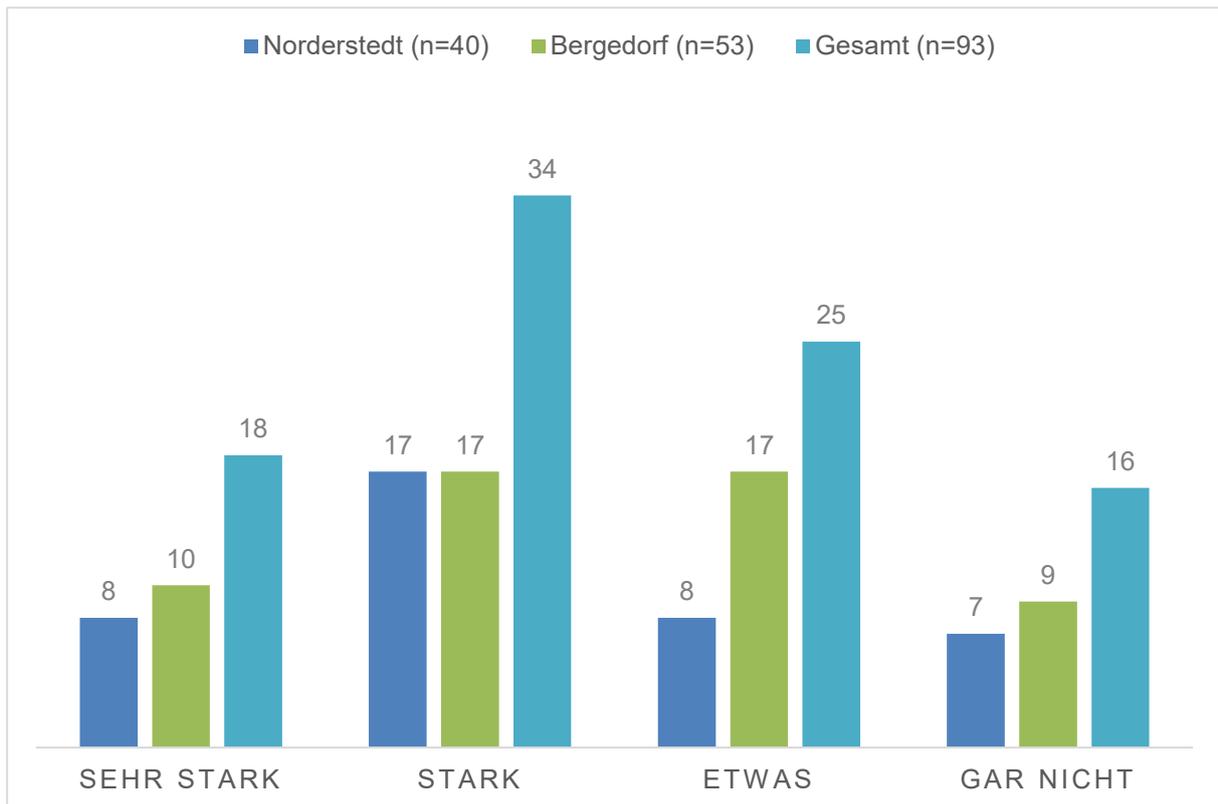


Abbildung 41: Fühlen Sie sich durch Verkehrslärm belästigt? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)

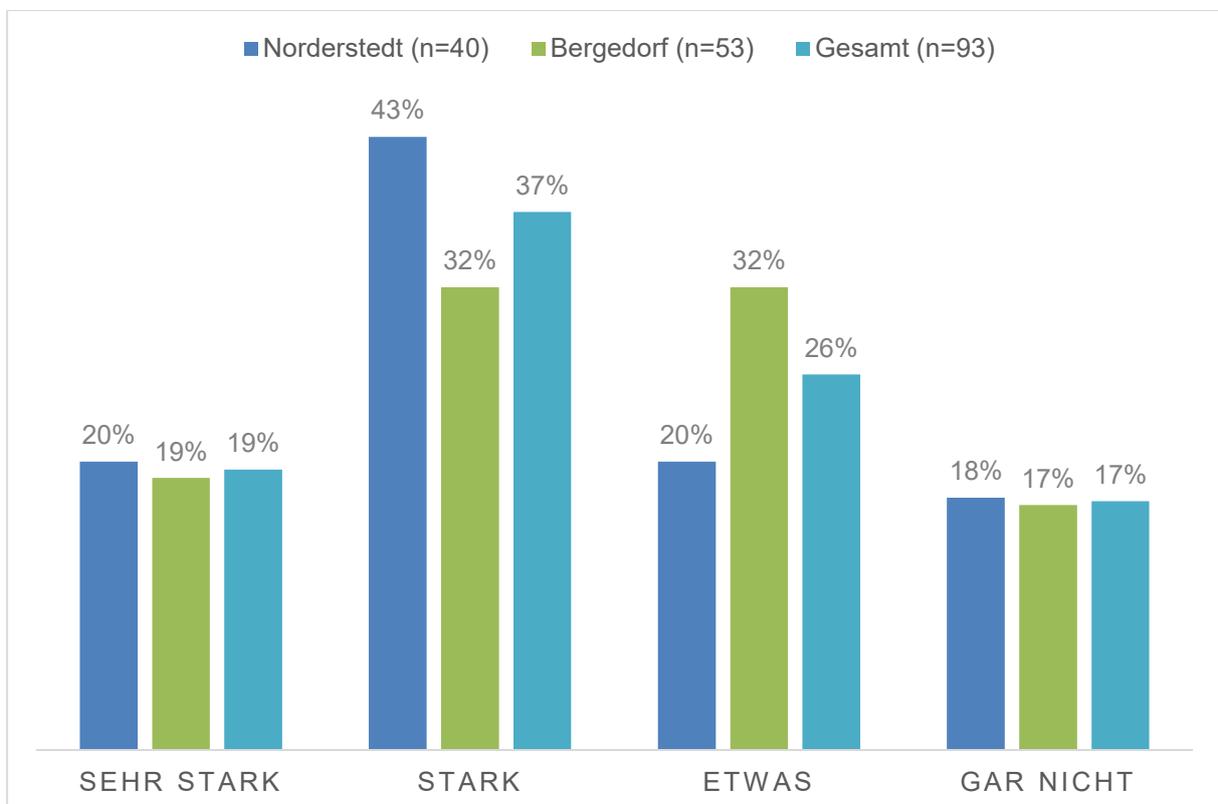


Abbildung 42: Fühlen Sie sich durch Verkehrslärm belästigt? (in Prozent) (eigene Darstellung)

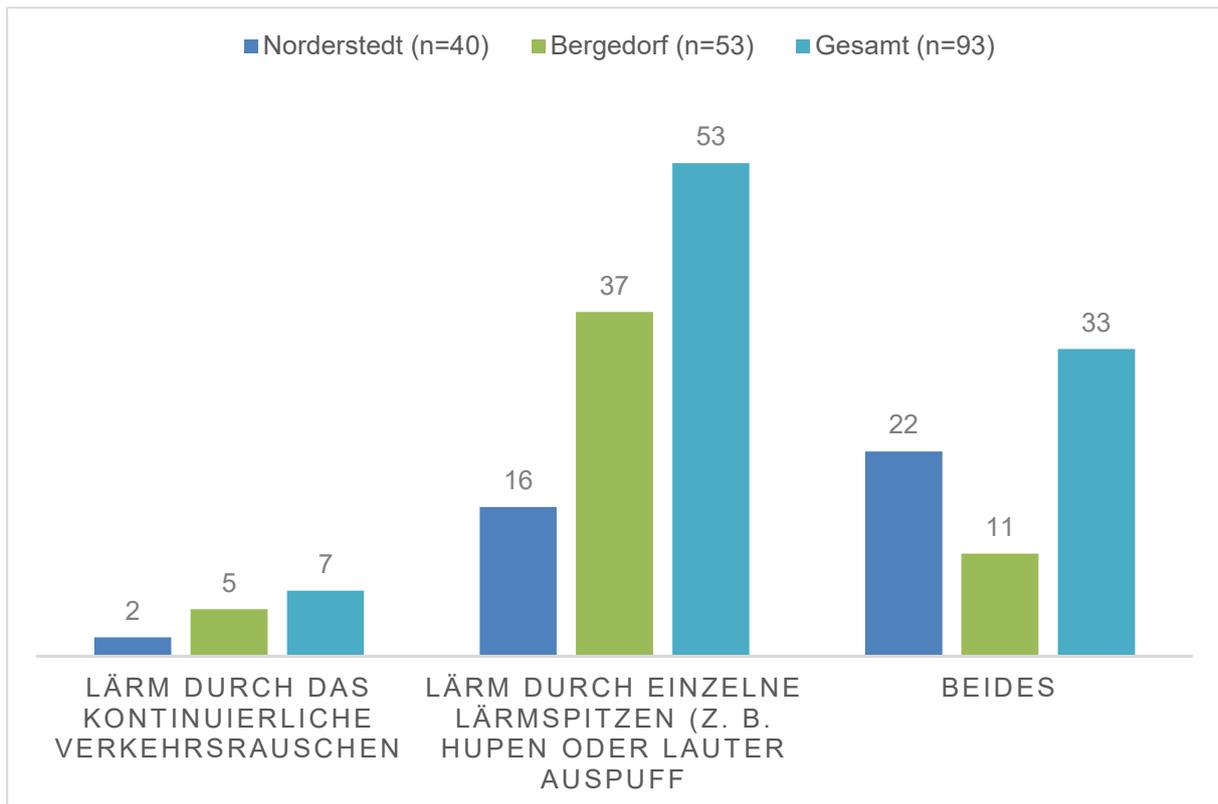


Abbildung 43: Was stört Sie mehr? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)

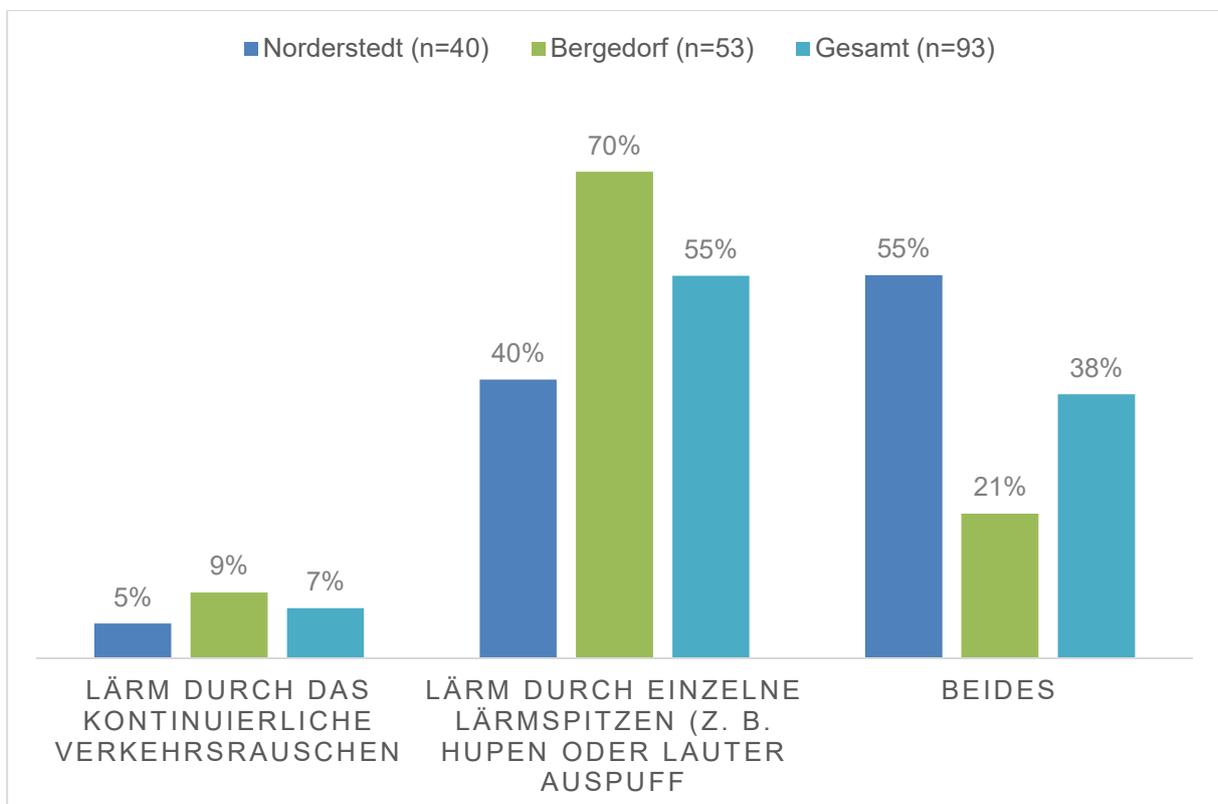


Abbildung 44: Was stört Sie mehr? (in Prozent) (eigene Darstellung)

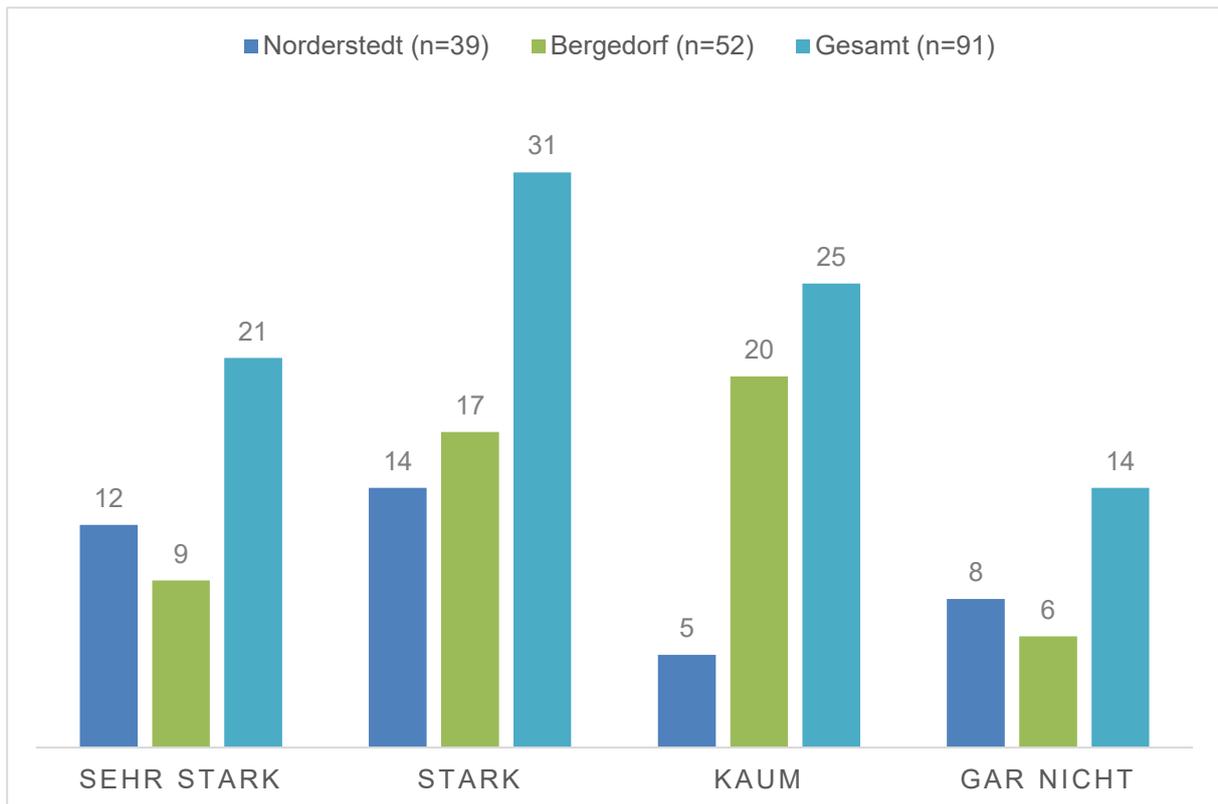


Abbildung 45: Wie sehr störte Sie der Lärm in der Nacht vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)

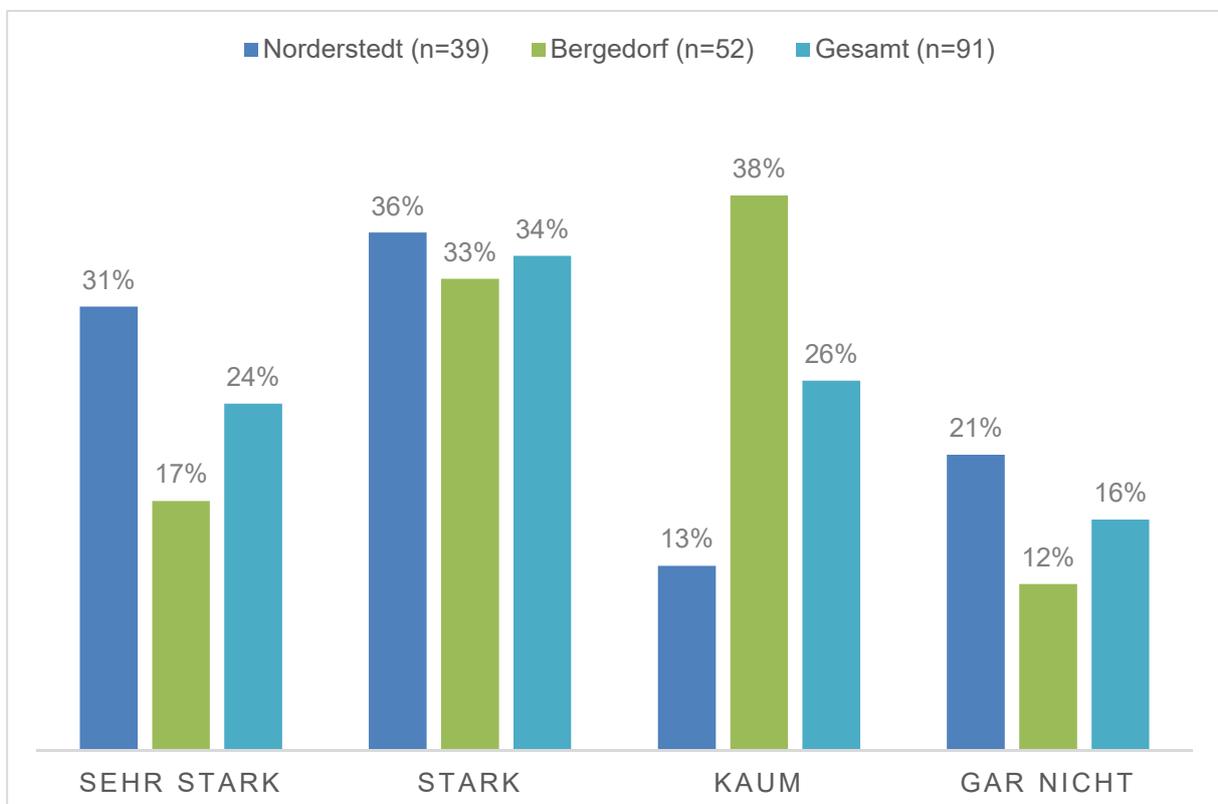


Abbildung 46: Wie sehr störte Sie der Lärm in der Nacht vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent) (eigene Darstellung)

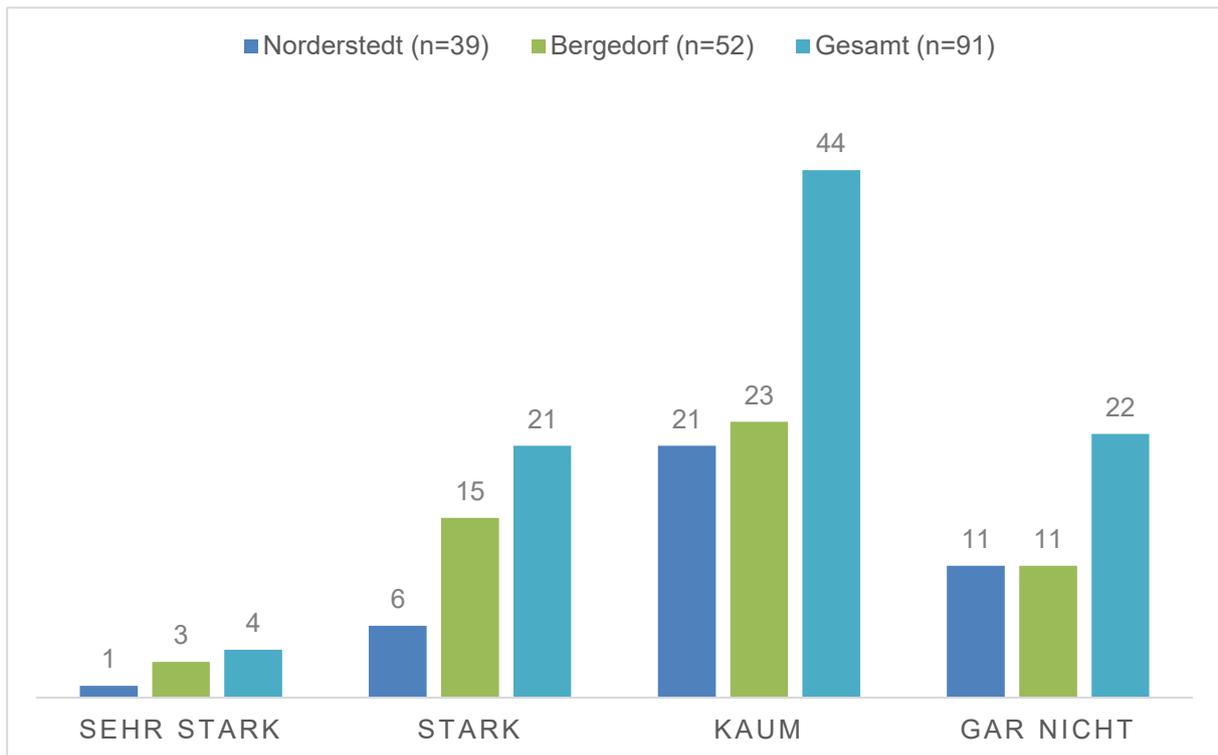


Abbildung 47: Wie sehr stört Sie der Lärm in der Nacht nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)

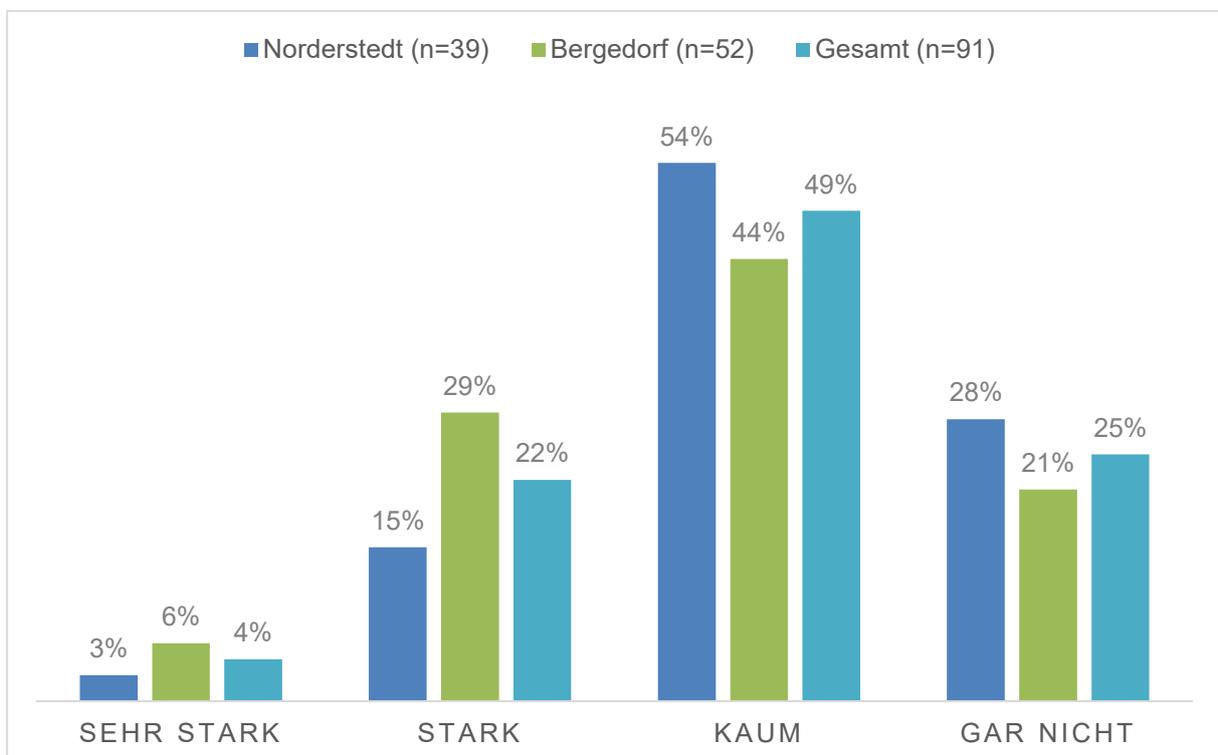


Abbildung 48: Wie sehr stört Sie der Lärm in der Nacht nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent) (eigene Darstellung)

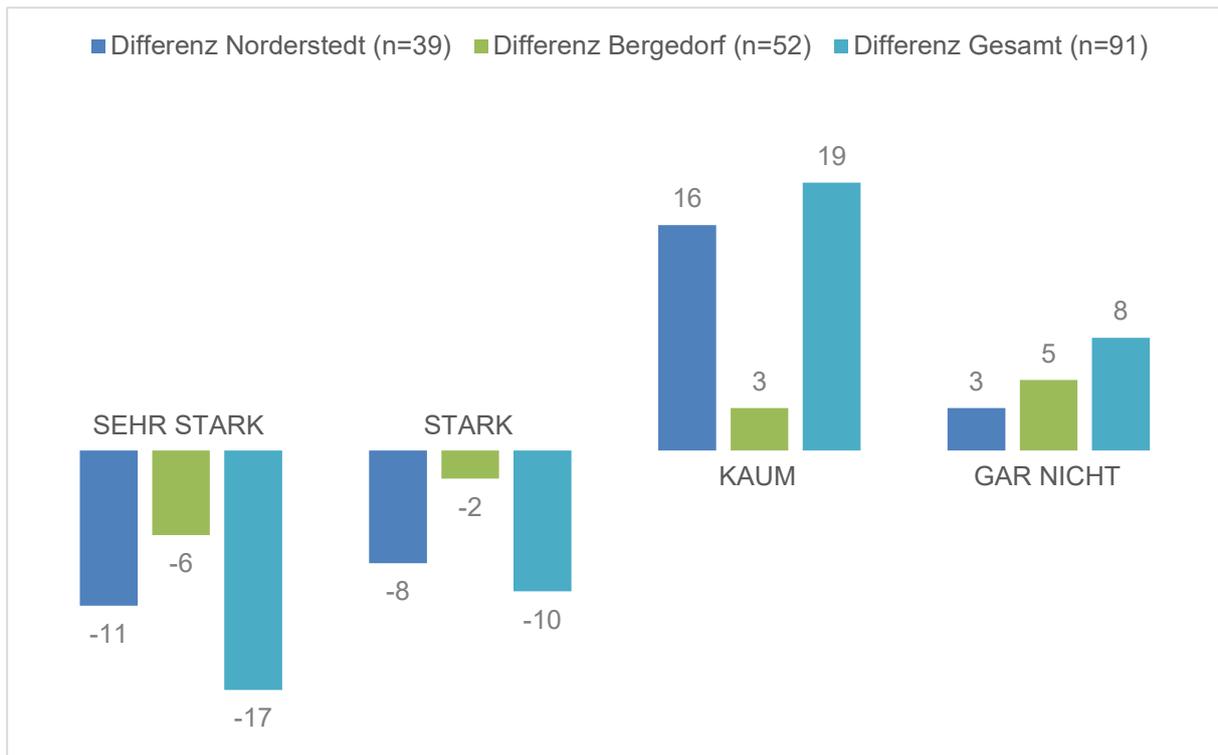


Abbildung 49: Differenz „Wie sehr stört(e) Sie der Lärm in der Nacht vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung?“ (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)

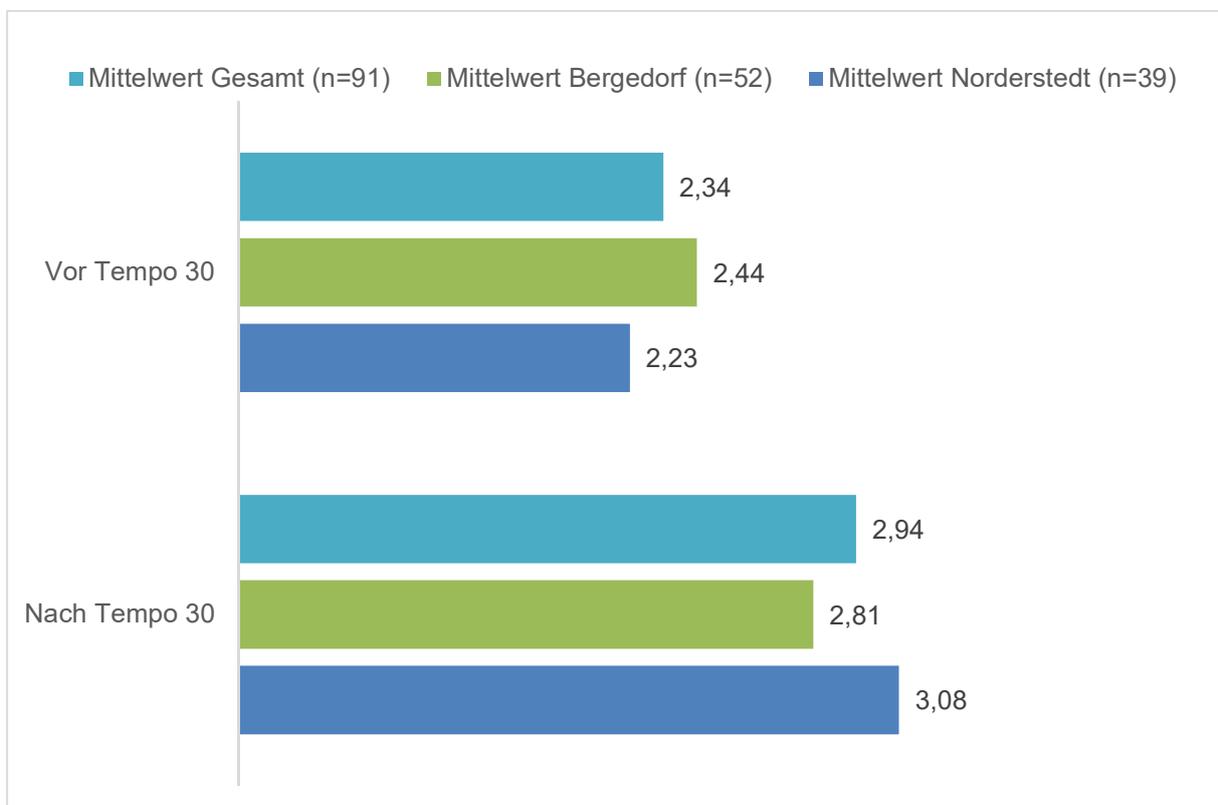


Abbildung 50: Mittelwerte zu „Wie sehr stört(e) Sie der Lärm in der Nacht vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung?“ (wobei 1: sehr stark; 2: stark; 3: kaum; 4: gar nicht) (eigene Darstellung)

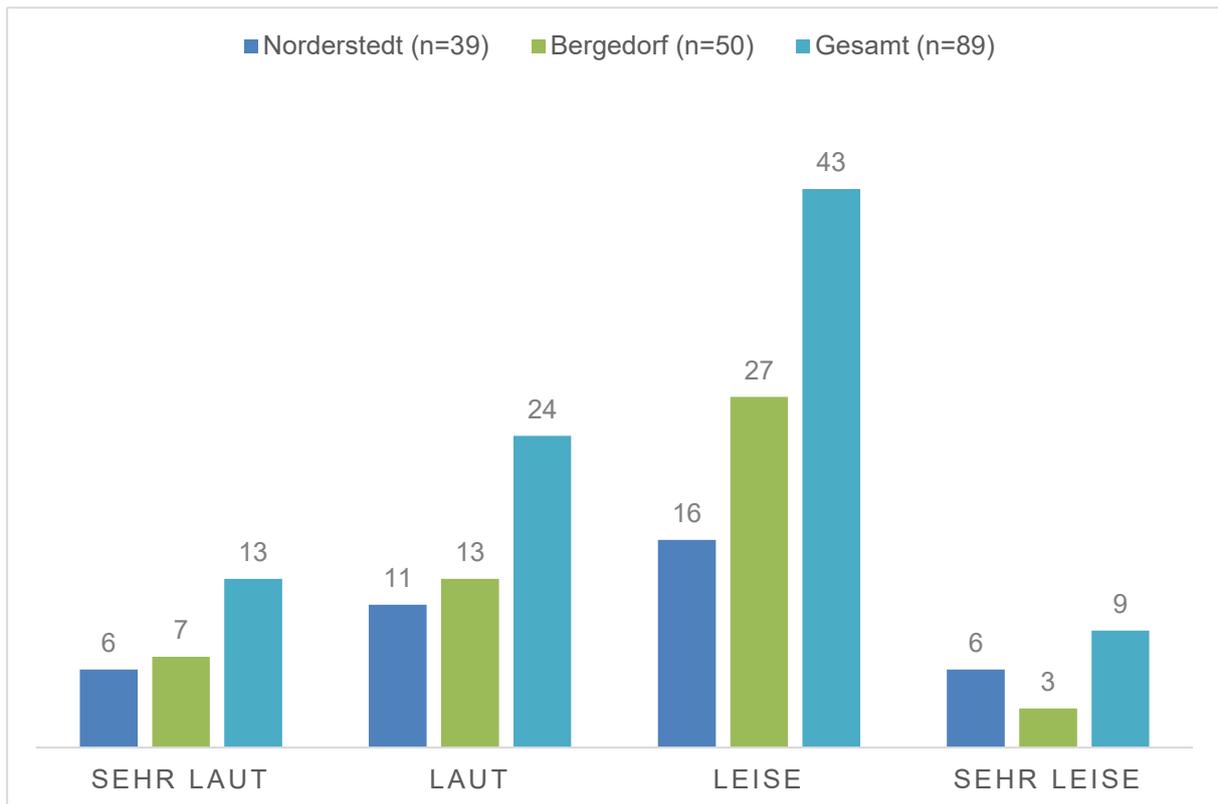


Abbildung 51: Wie laut war es in Ihrer Wohnung vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen)
(eigene Darstellung)

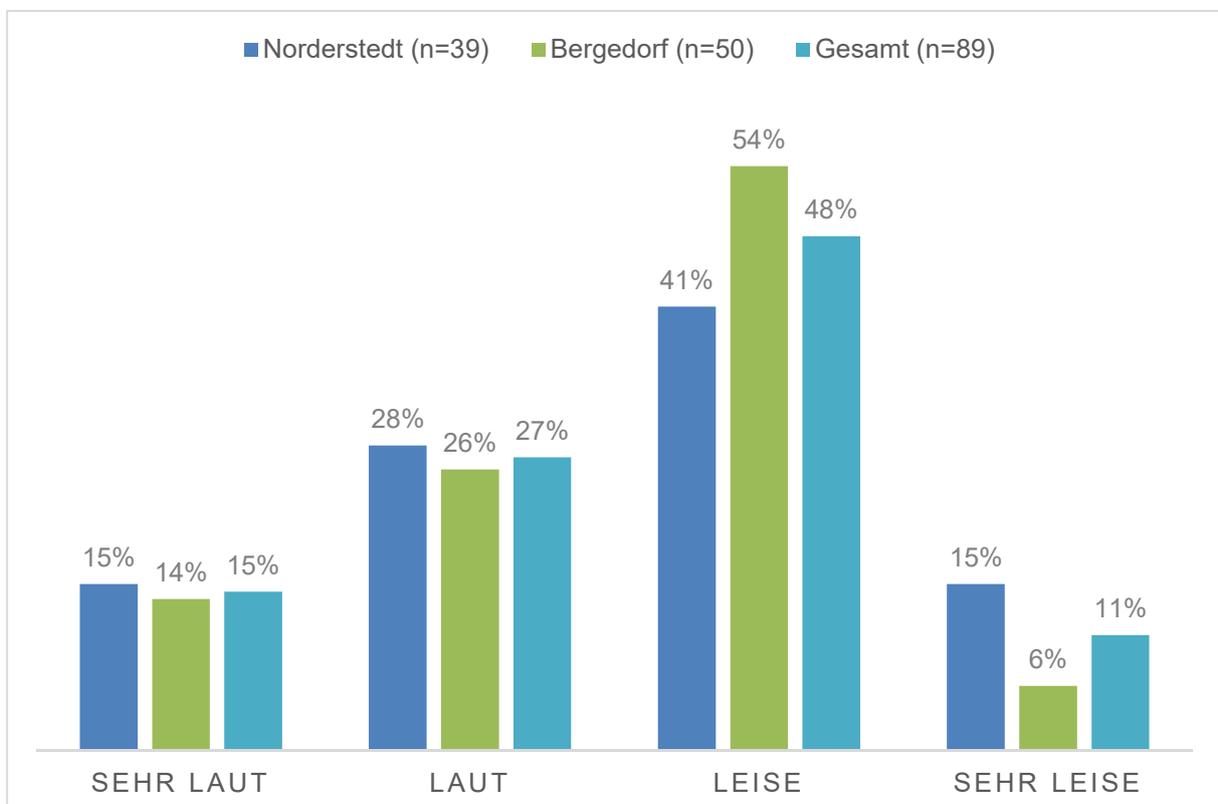


Abbildung 52: Wie laut war es in Ihrer Wohnung vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent)
(eigene Darstellung)

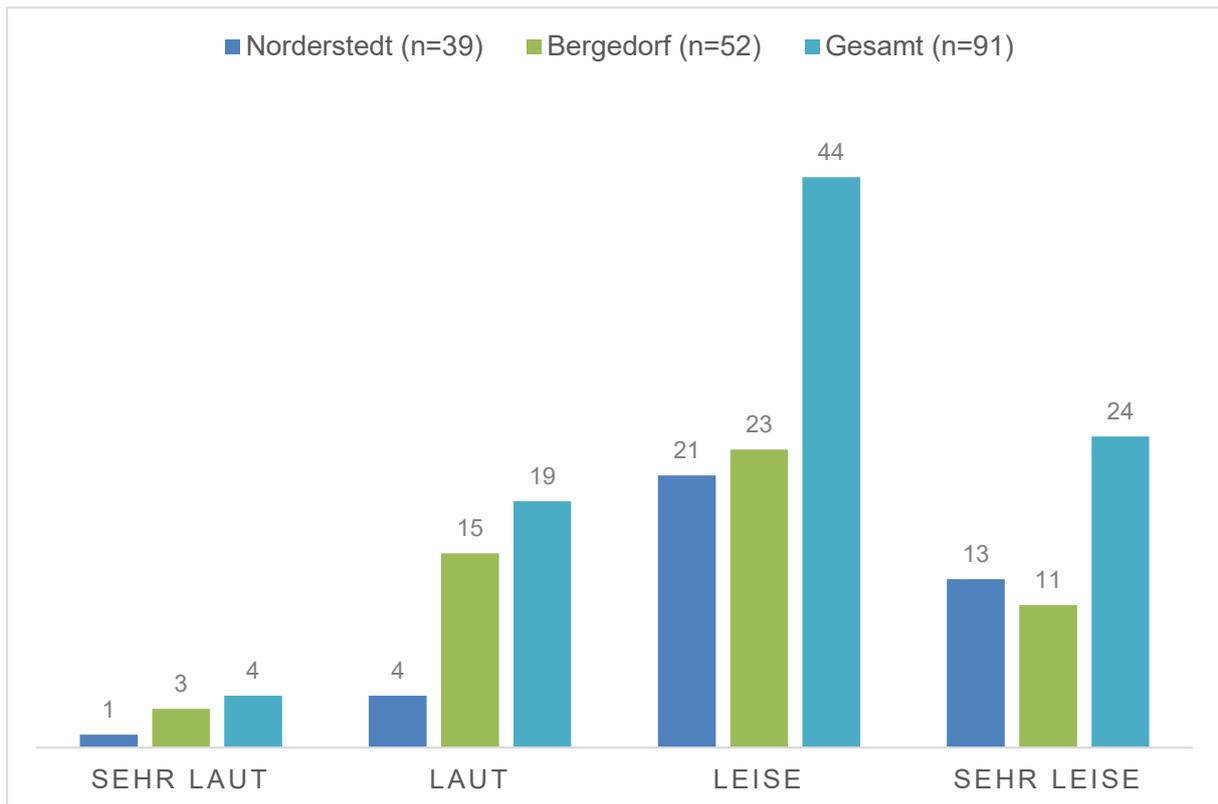


Abbildung 53: Wie laut ist es in Ihrer Wohnung nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen)
(eigene Darstellung)

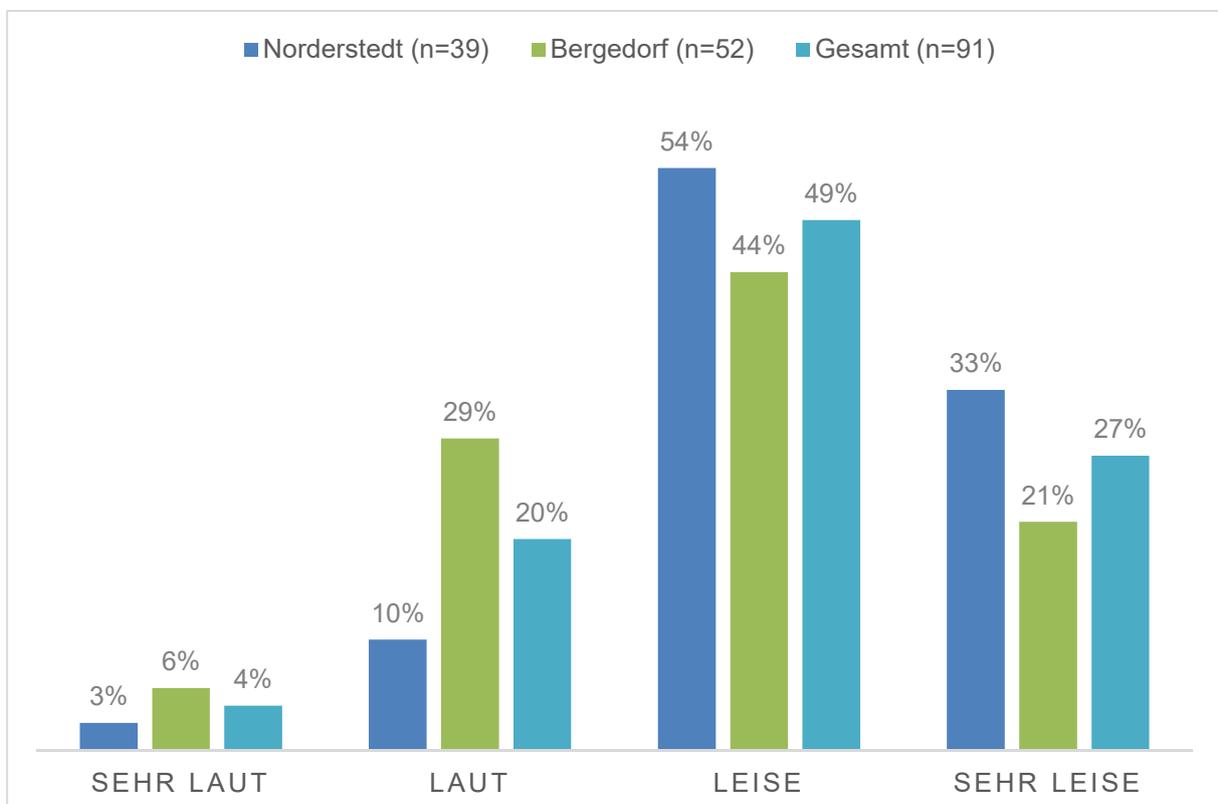


Abbildung 54: Wie laut ist es in Ihrer Wohnung nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent)
(eigene Darstellung)

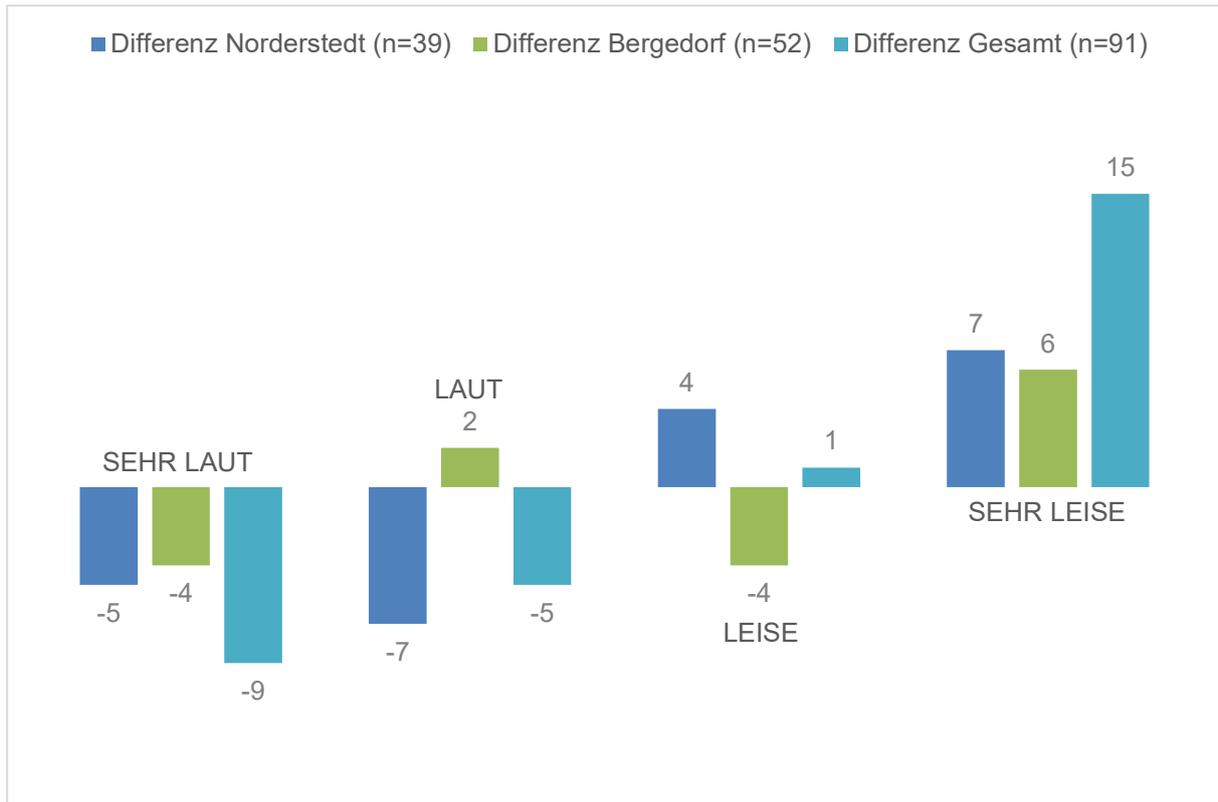


Abbildung 55: Differenz „Wie laut war/ist es in Ihrer Wohnung vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung?“ (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)

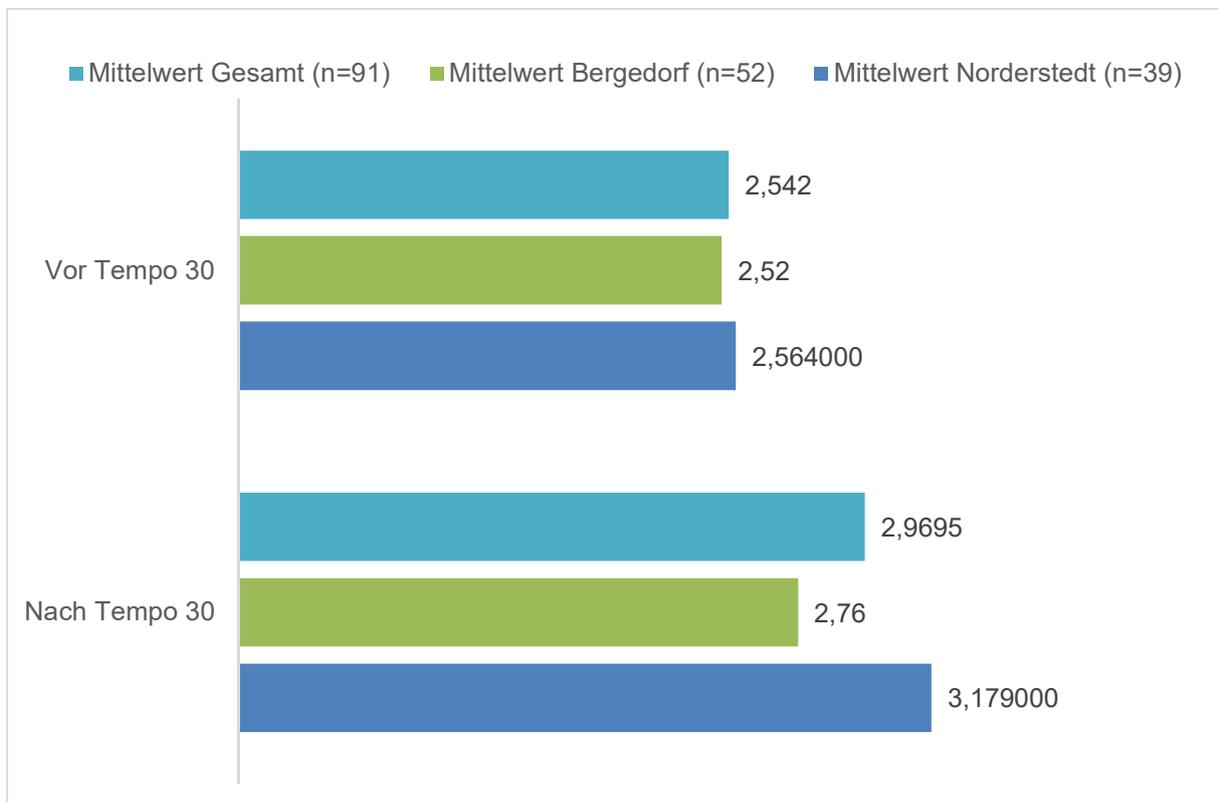


Abbildung 56: Mittelwerte zu „Wie laut war/ist es in Ihrer Wohnung vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung?“ (wobei 1: sehr laut; 2: laut; 3: leise; 4: sehr leise) (eigene Darstellung)

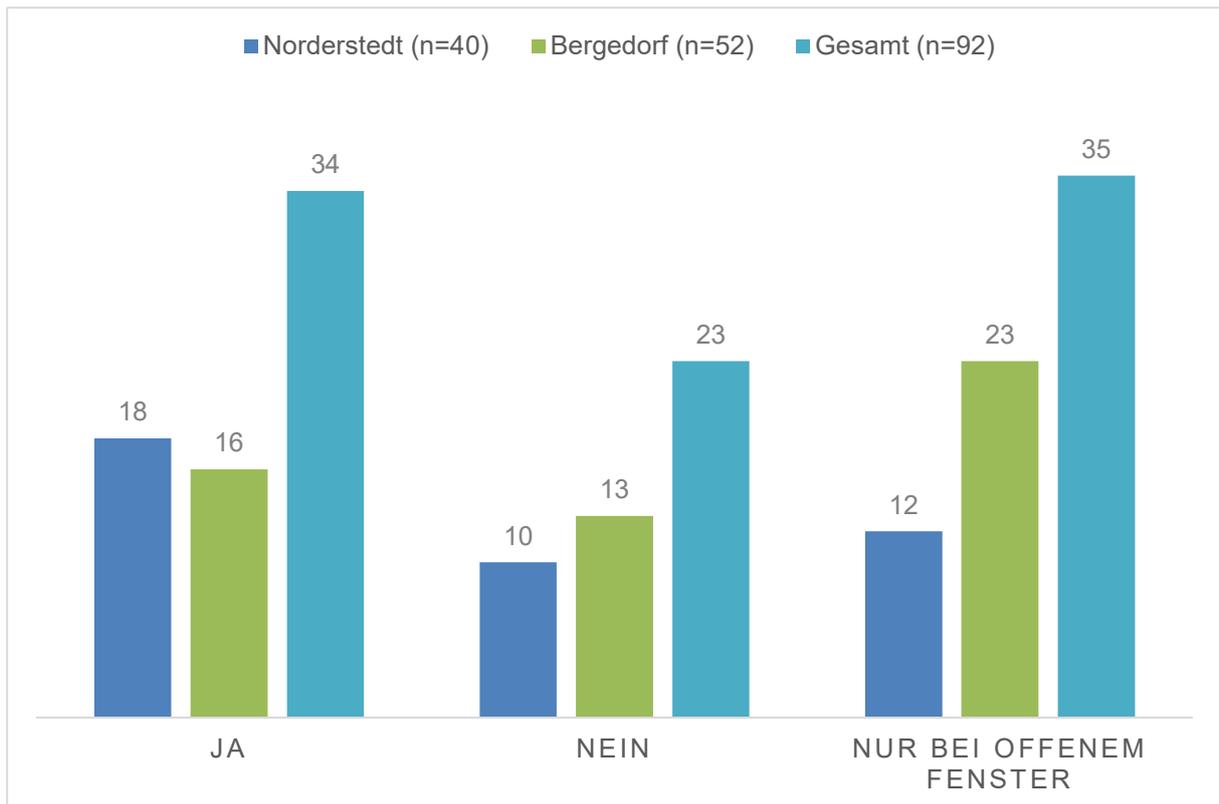


Abbildung 57: Störte Sie der Lärm beim Schlafen vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)

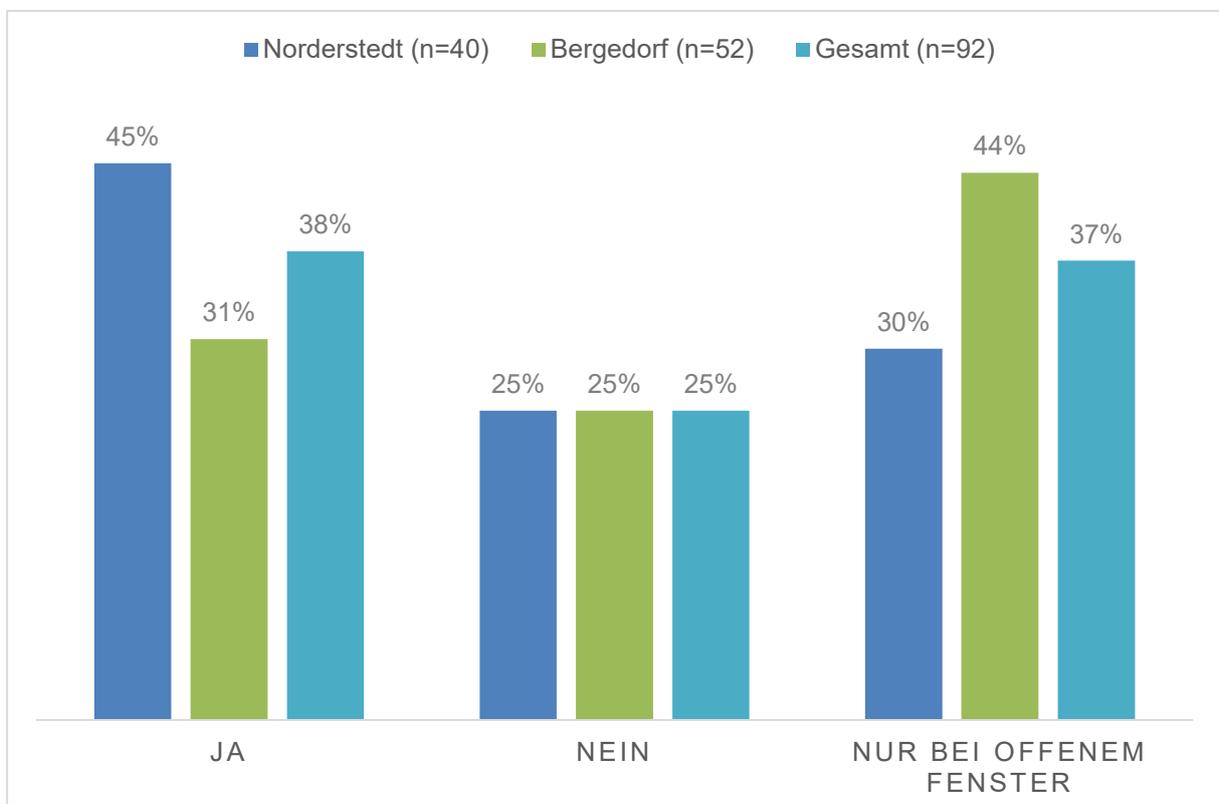


Abbildung 58: Störte Sie der Lärm beim Schlafen vor der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent) (eigene Darstellung)

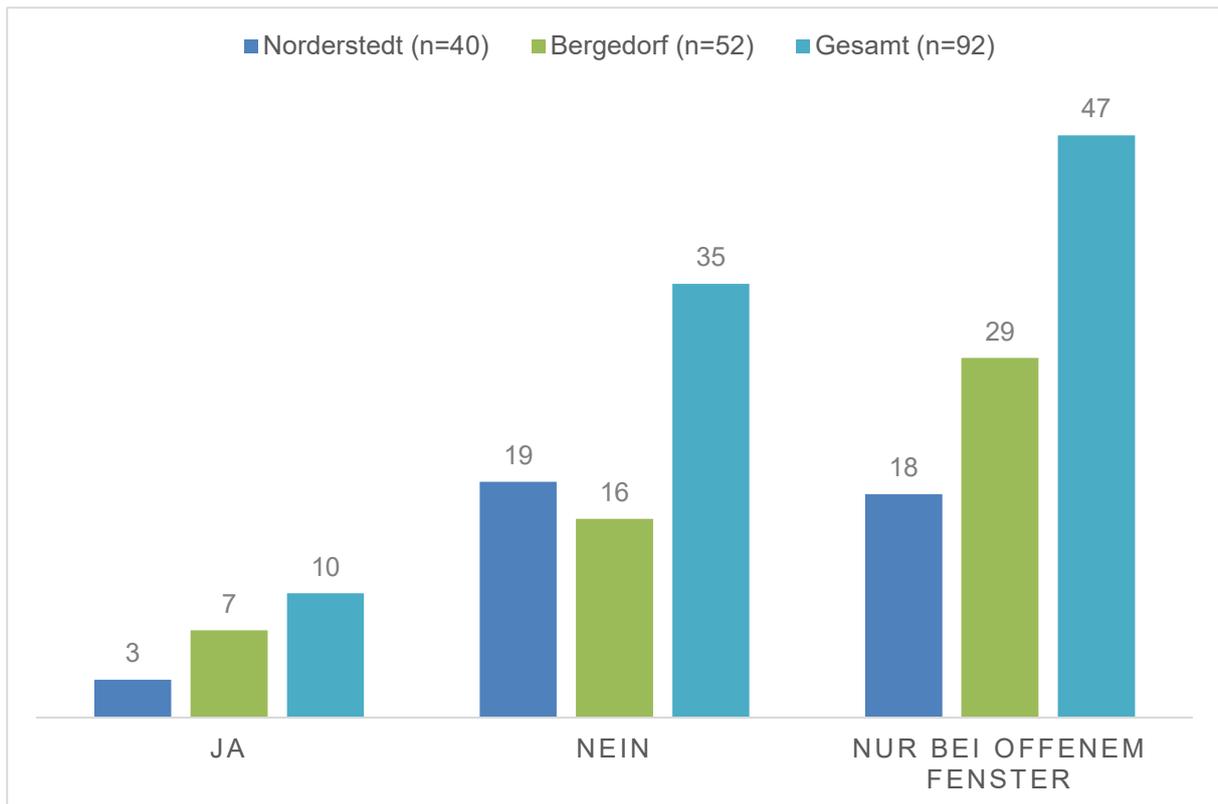


Abbildung 59: Stört Sie der Lärm beim Schlafen nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)

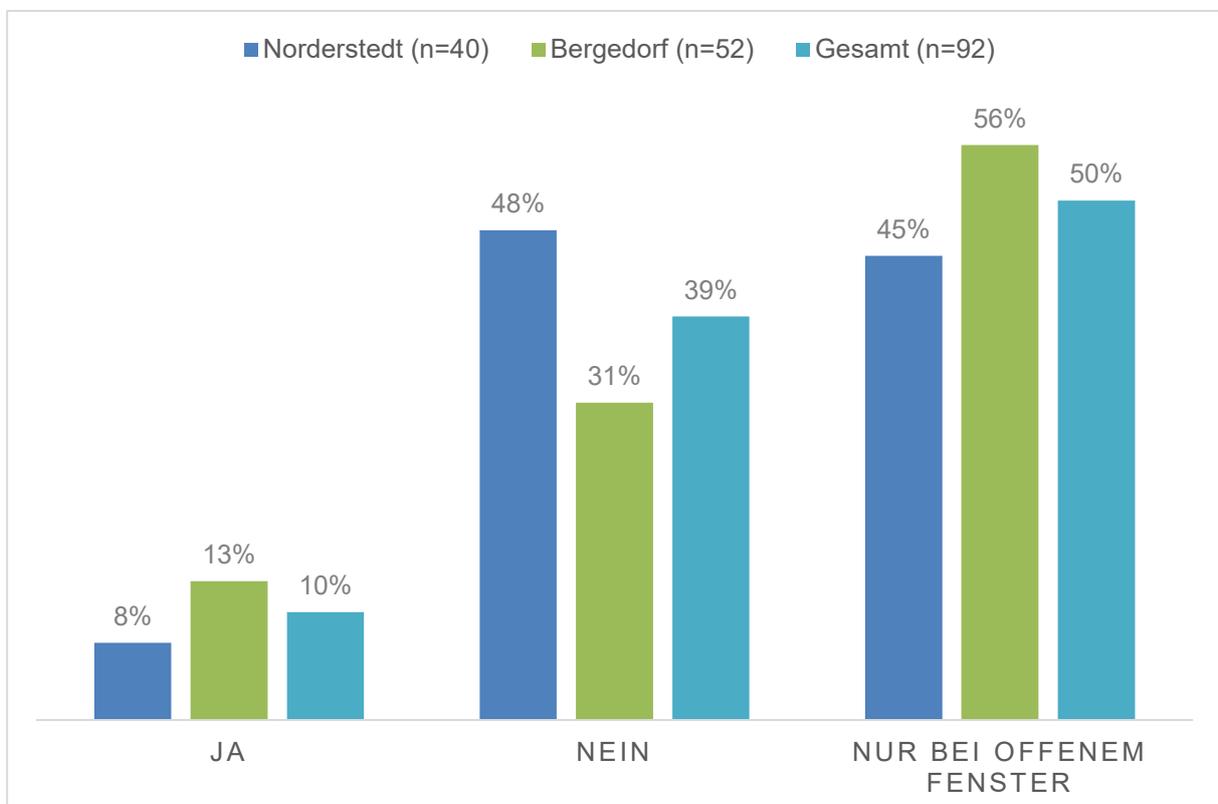


Abbildung 60: Stört Sie der Lärm beim Schlafen nach der Geschwindigkeitsreduzierung? (in Prozent) (eigene Darstellung)

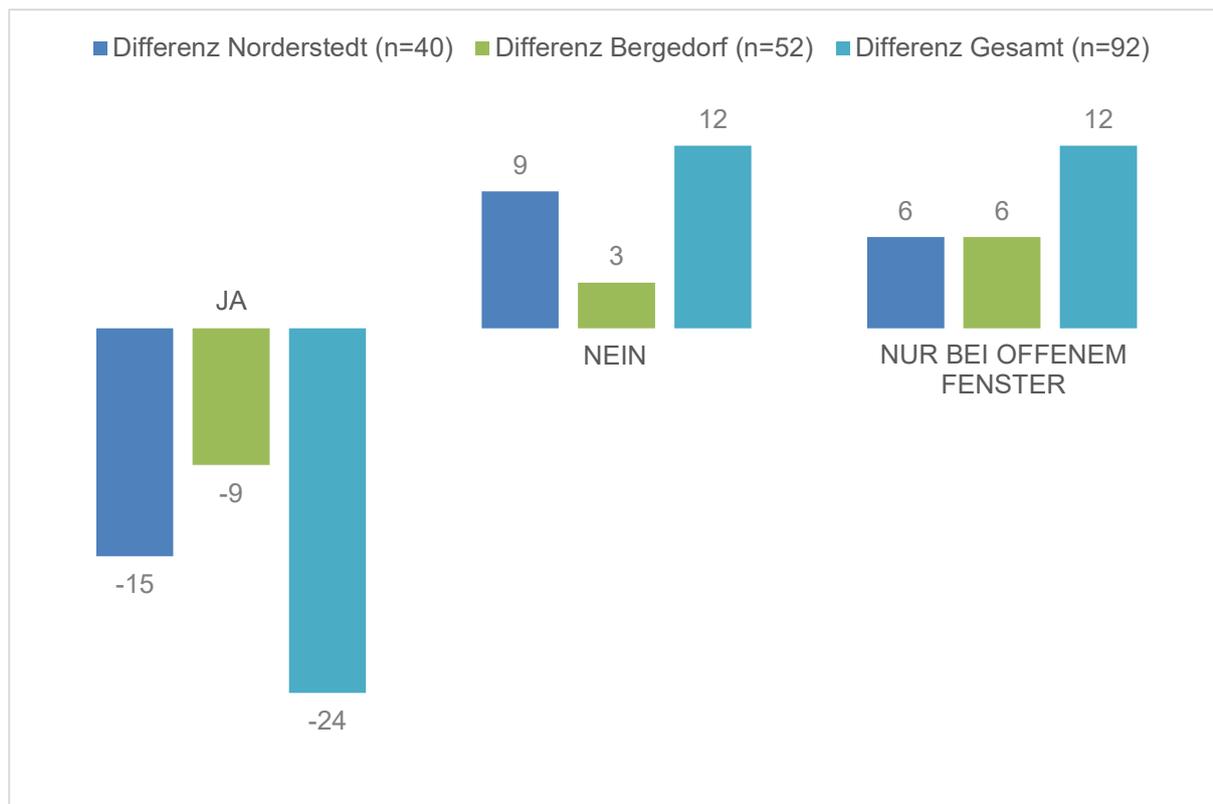


Abbildung 61: Differenz „Stört(e) Sie der Lärm beim Schlafen vor/nach der Geschwindigkeitsreduzierung?“ (Zahl der Nennungen) (eigene Darstellung)

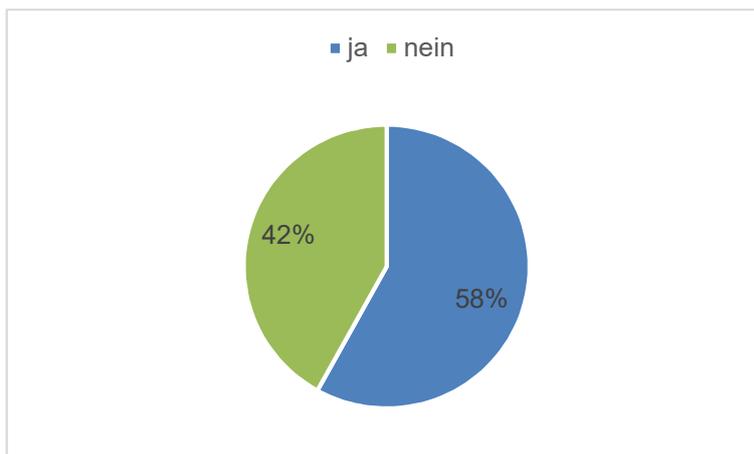


Abbildung 62: Gesamt - Haben Sie eine Verbesserung durch die Geschwindigkeitsreduzierung wahrgenommen? (n=93) (eigene Darstellung)

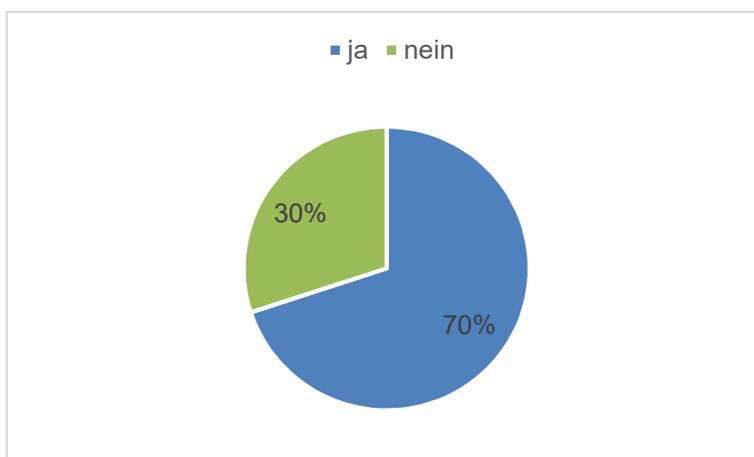


Abbildung 63: Norderstedt - Haben Sie eine Verbesserung durch die Geschwindigkeitsreduzierung wahrgenommen? (n=40) (eigene Darstellung)

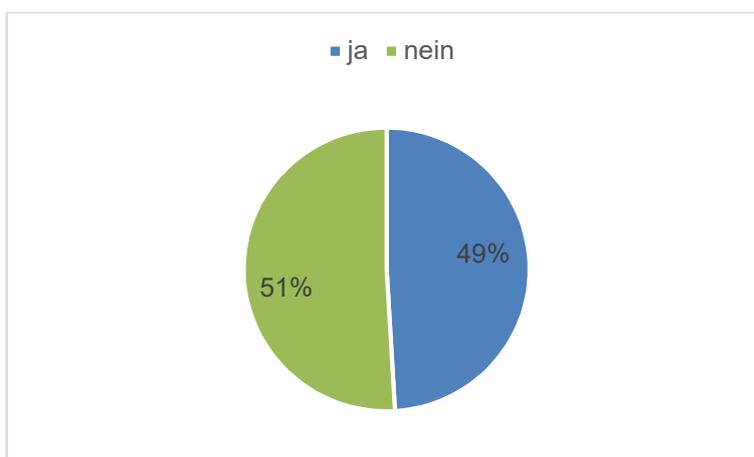


Abbildung 64: Bergedorf - Haben Sie eine Verbesserung durch die Geschwindigkeitsreduzierung wahrgenommen? (n=53) (eigene Darstellung)

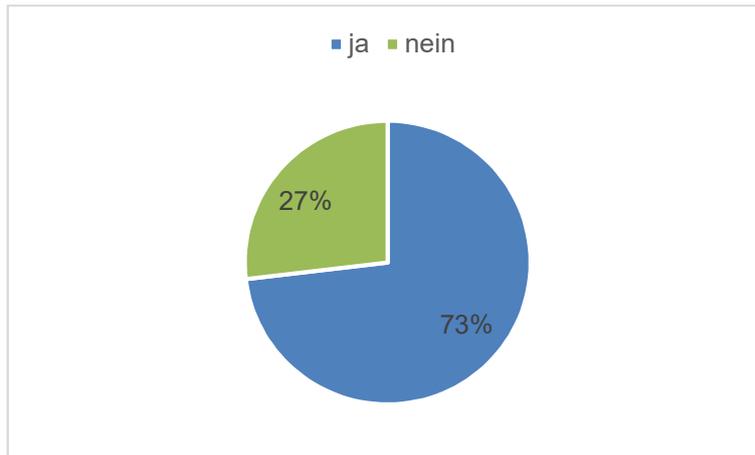


Abbildung 65: Gesamt - Halten Sie es für sinnvoll, in Ihrer Straße Tempo 30 bei Nacht dauerhaft anzuordnen? (n=93) (eigene Darstellung)

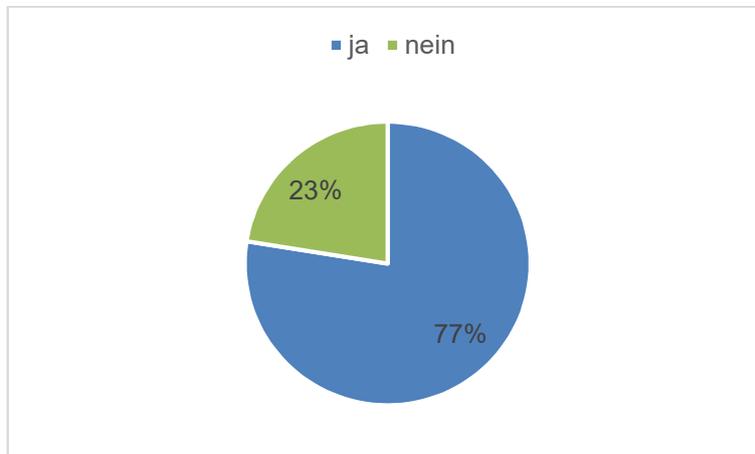


Abbildung 66: Norderstedt – Halten Sie es für sinnvoll, in Ihrer Straße Tempo 30 bei Nacht dauerhaft anzuordnen? (n=40) (eigene Darstellung)

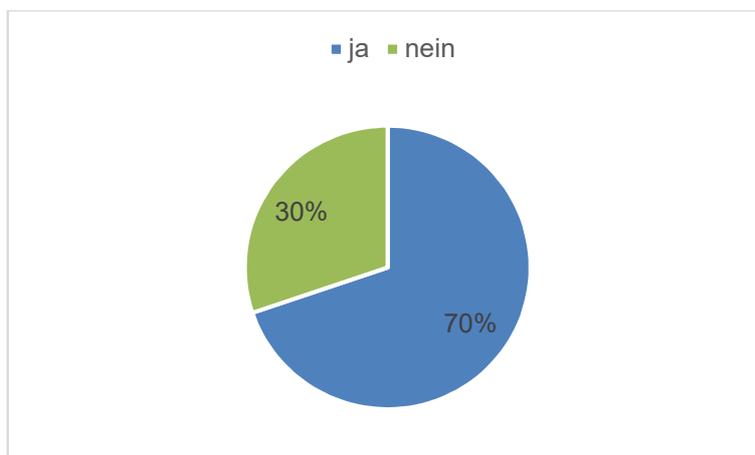


Abbildung 67: Bergedorf - Halten Sie es für sinnvoll, in Ihrer Straße Tempo 30 bei Nacht dauerhaft anzuordnen? (n=53) (eigene Darstellung)

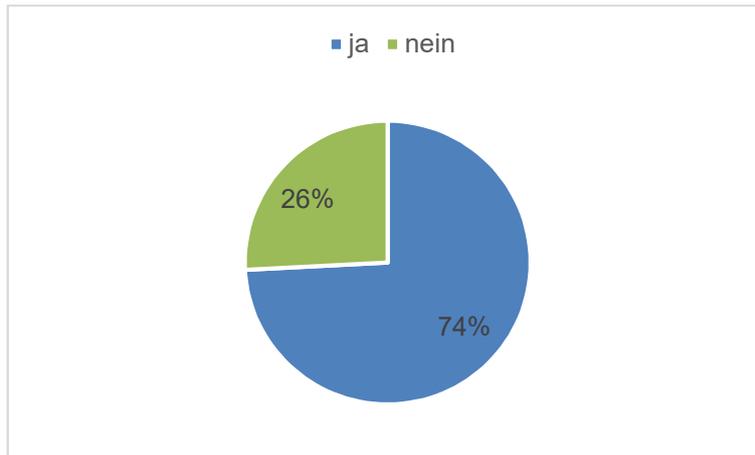


Abbildung 68: Gesamt - Halten Sie es für sinnvoll, dauerhaft die Geschwindigkeit in dieser Zone bspw. durch Blitzer zu überwachen? (n=93) (eigene Darstellung)

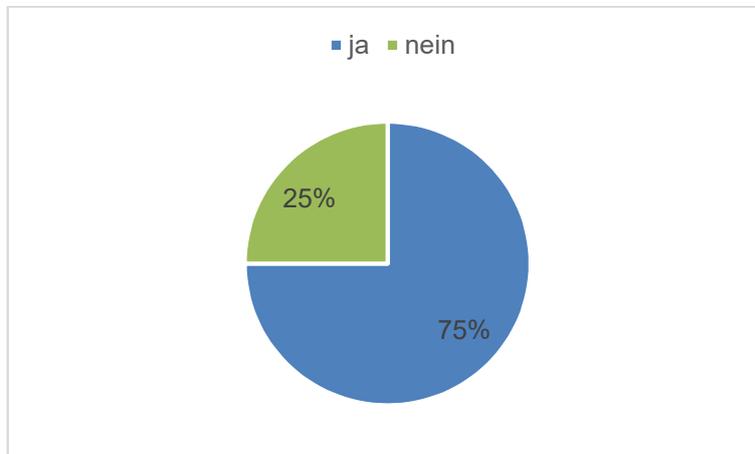


Abbildung 69: Norderstedt – Halten Sie es für sinnvoll, dauerhaft die Geschwindigkeit in dieser Zone bspw. durch Blitzer zu überwachen? (n=40) (eigene Darstellung)

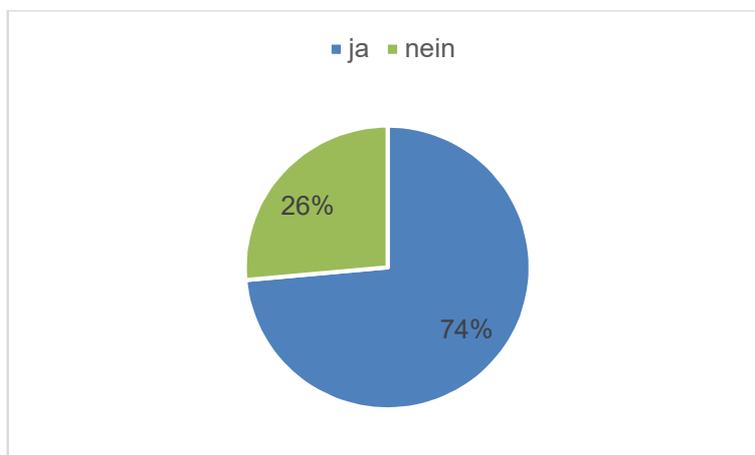


Abbildung 70: Bergedorf - Halten Sie es für sinnvoll, dauerhaft die Geschwindigkeit in dieser Zone bspw. durch Blitzer zu überwachen? (n=53) (eigene Darstellung)

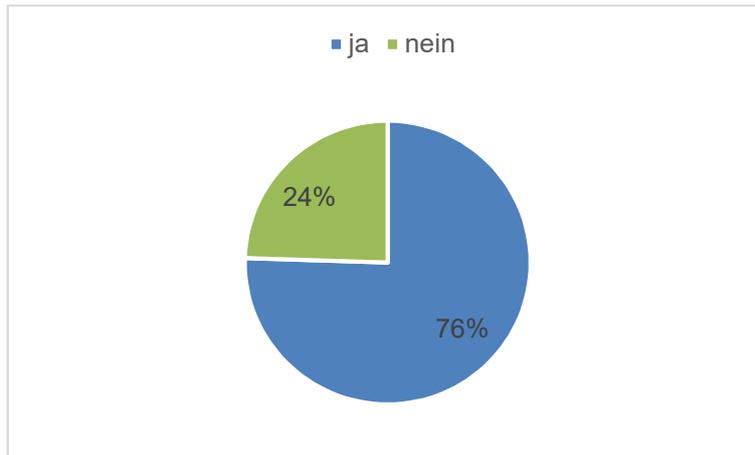


Abbildung 71: Gesamt - Halten Sie die Erprobung von Tempo 30 in der Nacht aus Lärmschutzgründen für sinnvoll? (n=93) (eigene Darstellung)

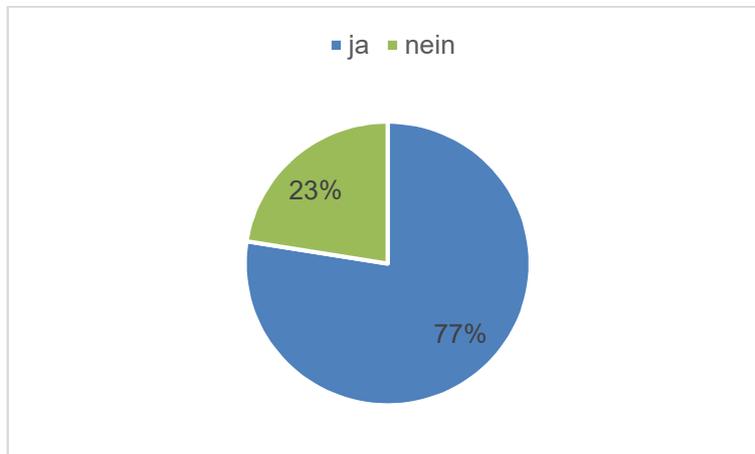


Abbildung 72: Norderstedt – Halten Sie die Erprobung von Tempo 30 in der Nacht aus Lärmschutzgründen für sinnvoll? (n=40) (eigene Darstellung)

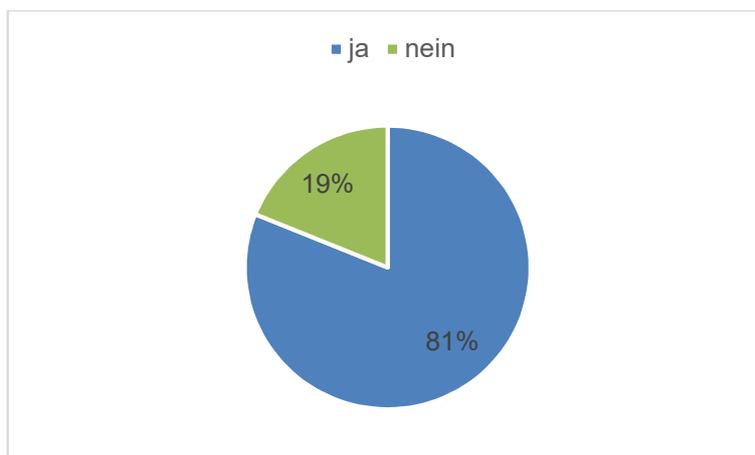


Abbildung 73: Bergedorf - Halten Sie die Erprobung von Tempo 30 in der Nacht aus Lärmschutzgründen für sinnvoll? (n=53) (eigene Darstellung)

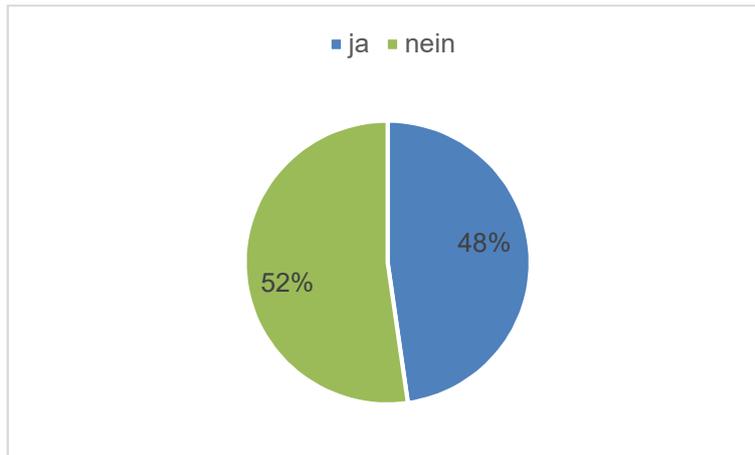


Abbildung 74: Gesamt - Empfinden Sie eine Mehrbelastung durch Bremsen/Beschleunigen an dem Start-/Endpunkt des Tempo-30-Abschnitts? (n=44) (eigene Darstellung)

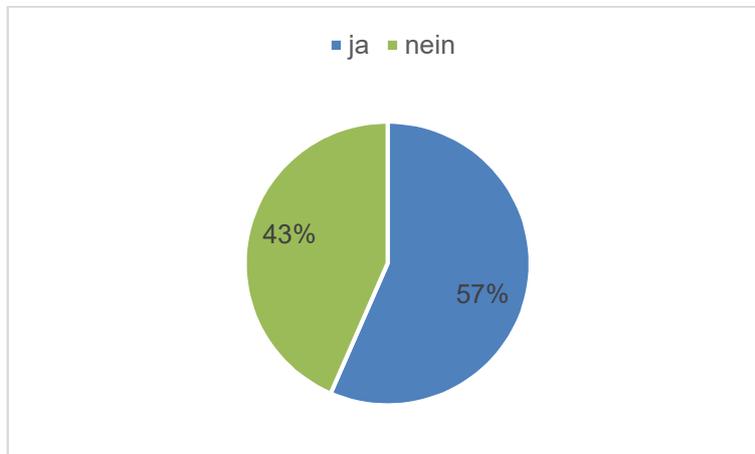


Abbildung 75: Norderstedt – Empfinden Sie eine Mehrbelastung durch Bremsen/Beschleunigen an dem Start-/Endpunkt des Tempo-30-Abschnitts? (n=23) (eigene Darstellung)

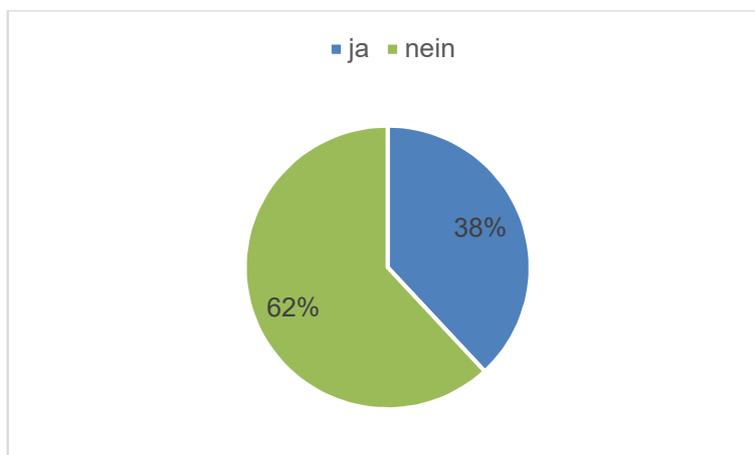


Abbildung 76: Bergedorf - Empfinden Sie eine Mehrbelastung durch Bremsen/Beschleunigen an dem Start-/Endpunkt des Tempo-30-Abschnitts? (n=21) (eigene Darstellung)