TEXTE
04/2023

Einfluss von Lärm auf psychische Erkrankungen des Menschen

Anlagenband

Prof. Dr. Andreas Seidler, Dr. Melanie Schubert, Dr. Karla Romero Starke, Dr. Janice Hegewald

Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin (IPAS), Technische Universität Dresden, Dresden

Prof. Dr. Steffi G. Riedel-Heller, Dr. Andrea Zülke
Institut für Sozialmedizin, Arbeitsmedizin und Public Health, Universität Leipzig, Leipzig

Prof. Dr.-Ing. Udo Becker, Dipl.-Ing. Wolfram Schmidt, Dipl. Ing. Julia Gerlach

Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr,
Technische Universität Dresden, Dresden

Dipl-Ing. Dieter Friedemann, Dipl.-Ing. Bianca Schumacher

cdf Schallschutz, Dresden

Prof. Dr. Hajo Zeeb

Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie -BIPS GmbH

Herausgeber:
Umweltbundesamt

Für Mensch & Umwelt

Umwelt Bundesamt

TEXTE 04/2023

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3717 56 102 0
FB000875

Abschlussbericht

Einfluss von Lärm auf psychische Erkrankungen des Menschen

Anlagenband

von

Prof. Dr. Andreas Seidler, Dr. Melanie Schubert, Dr. Karla Romero Starke, Dr. Janice Hegewald
Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin (IPAS), Technische Universität Dresden, Dresden

Prof. Dr. Steffi G. Riedel-Heller, Dr. Andrea Zülke
Institut für Sozialmedizin, Arbeitsmedizin und Public Health, Universität Leipzig, Leipzig

Prof. Dr.-Ing. Udo Becker, Dipl.-Ing. Wolfram Schmidt, Dipl. Ing. Julia Gerlach
Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Technische Universität Dresden, Dresden

Dipl-Ing. Dieter Friedemann, Dipl.-Ing. Bianca Schumacher
cdf Schallschutz, Dresden

Prof. Dr. Hajo Zeeb
Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie - BIPS GmbH

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber
Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

/umweltbundesamt.de
/umweltbundesamt

Durchführung der Studie:
Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin (IPAS)
Fetscherstr. 74
01307 Dresden

Abschlussdatum:
Juni 2022

Redaktion:
Fachgebiet I 2.4 „Lärmminderung bei Anlagen und Produkten, Lärmwirkungen“
Jördis Wothge

Publikationen als pdf:
http://www.umweltbundesamt.de/publikationen

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, April 2023

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis 6

Tabellenverzeichnis 7

A.1 Auflistung der Publikationen aus der Volltextsichtung 9

A.1.1 Eingeschlossene Publikationen (n=46) 9

A.1.2 Ausgeschlossene Publikationen 9

A.2 Extraktionstabellen systematisches Review 9

A.3 Formeln für die Expositions-Wirkungskurven %HA und %HSD 10

A.4 Tabellen Teilstudie 2 13

A.4.1 Inzidente Depression 13

A.4.1.1 Direkte-Effekte-Modell (Modell B) 13

A.4.1.2 Direkte-Effekte-Modell mit Rauchen und Alkoholkonsum (Modell C) 18

A.4.1.3 Grundmodell mit Belästigung (Modell D) 18

A.4.1.4 Grundmodell mit Schlafgestörtheit (Modell E) 18

A.4.1.5 Grundmodell mit Belästigung und Schlafgestörtheit (Modell F) 18

A.4.1.6 Stratifizierung 23

A) Geschlecht 23

B) Alter 23

C) Lärmschutz 23

A.4.1.7 Missings bei Baseline eingeschlossen 23

A) Charakteristika 23

B) Grundmodell 23

A.4.2 Inzidente Angststörungen 23

A.4.2.1.Direkte-Effekte-Modell (Modell B) 23

A.4.2.2 Direkte-Effekte-Modell mit Rauchen und Alkoholkonsum (Modell C) 28

A.4.2.3 Grundmodell mit Belästigung (Modell D) 28

A.4.2.4 Grundmodell mit Schlafgestörtheit (Modell E) 28

A.4.2.5 Grundmodell mit Belästigung und Schlafgestörtheit (Modell F) 28

A.4.2.6 Stratifizierung 33

A) Geschlecht 33

B) Alter 33

A.4.2.7 Missings bei Baseline eingeschlossen 33

A) Charakteristika 33

B) Grundmodell 33

A.4.3 Inzidente Depression/inzidente Angststörungen 33

A.4.3.1 Charakteristika 33

A.4.3.2 Grundmodell 33

A.4.3.3 Sensitivitätsanalyse: Missings bei Baseline eingeschlossen 33

A.5 Beschreibung der Verkehrsentwicklung im Stadtgebiet Leipzig im Untersuchungszeitraum 34

A.5.1 Straßenverkehr 34

A.5.1.1 Entwicklung des Straßenverkehrs zwischen 2012 und 2019 34

A.5.1.2 Entwicklung des Straßenverkehrs während der Coronapandemie 38

A.5.1.3 Abschätzung der Auswirkungen der Entwicklung des Straßenverkehrs auf die akustischen Kennwerte 41

A.5.2 Luftverkehr 41

A.5.2.1 Entwicklung des Luftverkehrs zwischen 2012 – 2019 41

A.5.2.2 Entwicklung des Luftverkehrs während der Coronapandemie 46

A.5.2.3 Abschätzung der Auswirkungen der Entwicklung des Luftverkehrs auf die akustischen Kennwerte 48

C) Quellenverzeichnis 50

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Dauerzählstellen in der Stadt Leipzig 35
Abbildung 2: KFZ-Verkehrsaufkommen (DTV, Mo-Fr) an den Leipziger Dauerzählstellen in 2014 und Entwicklung bis 2019..... 36
Abbildung 3: KFZ-Verkehrsaufkommen im Schwerverkehr (DTV, Mo-Fr) an den Leipziger Dauerzählstellen in 2014 und Entwicklung bis 2019 (Quelle: Stadt Leipzig)..... 37
Abbildung 4: Durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen in den KW 1-53 des Jahres 2020 an der Dauerzählstelle Theodor-Heuss-Str., unterschieden nach „Normalwochen“ (NW) und Ferien- oder Feiertagswochen 38
Abbildung 5: Verkehrsaufkommen an der DZS Theodor-Heuss-Str. im Tagesgang (Mittelwert der stündlichen Verkehrsaufkommens, Mo-Fr), dargestellt für verschiedene Kalenderwochen des Lockdowns 39
Abbildung 6: Verkehrsaufkommen an der DZS Theodor-Heuss-Str. im Tagesgang (Mittelwert des stündlichen Verkehrsaufkommens, Mo-Fr), dargestellt für verschiedene Zeiträume 2020 39
Abbildung 7: Entwicklung des Verkehrsaufkommens an den Leipziger Dauerzählstellen mit ausreichender Datenverfügbarkeit während der COVID-19-Pandemie (dargestellt als Abweichung des DTV des jeweiligen Monats vom DTV-Wert des Vorjahresmonats)..... 40
Abbildung 8: Entwicklung der Anzahl der Flugbewegungen pro Jahr am Flughafen Leipzig/ Halle zwischen 2010 und 2019 unterschieden nach gewerblichen und nicht-gewerblichen Verkehren (links) und in Abhängigkeit von der Tageszeit (6-18 Uhr, 18-22 Uhr, 22-6 Uhr)..... 42
Abbildung 9: Anflugverfahren bis 2015 am Flughafen Leipzig/Halle..... 43
Abbildung 10: Anflugverfahren Point Merge 2015-2020 am Flughafen Leipzig/Halle..... 44
Abbildung 11: Anflugverfahren STAR seit 2020 am Flughafen Leipzig/Halle.. 45
Abbildung 12: Verteilung der Flugbewegungen während der COVID-10-Pandemie am Flughafen Leipzig/Halle im Tagesverlauf..... 48
Abbildung 13: Vergleich der Isophonen des Lärmindikators L_{Night} bei der Fluglärmkartierung 2012 vs. 2017..... 49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Formeln Anteil Hochbelästigte (%HA) und stark Schlafgestörte (%HSD) 11
Tabelle 2: Inzidente Depression: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regression im „Direkte-Effekte-Modell“ 14
Tabelle 3: Inzidente Depression: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regression im „Direkte-Effekte-Modell“ für Schienenverkehrslärm (getrennt) 16
Tabelle 4: Inzidente Depression: Aufwachreaktionen für Eisenbahnverkehrslärm im „Direkte-Effekte-Modell“ 17
Tabelle 5: Inzidente Depression: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen im „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit..... 19
Tabelle 6: Inzidente Depression: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen im „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit für Schienenverkehrslärm (getrennt) 21
Tabelle 7: Inzidente Depression: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen für Aufwachreaktionen durch Eisenbahnverkehrslärm für das „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit für Schienenverkehrslärm (getrennt) 22
Tabelle 8: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regression für das „Direkte-Effekte-Modell“ 24
Tabelle 9: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regression für das „Direkte-Effekte-Modell“ für Schienenverkehrslärm (getrennt) 26
Tabelle 10: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen für Aufwachreaktionen durch Eisenbahnverkehrslärm für das „Grundmodell“ 27
Tabelle 11: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen für das „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit..... 29
Tabelle 12: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen für das „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit für Schienenverkehrslärm (getrennt) 31
Tabelle 13: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen für

Aufwachreaktionen durch Eisenbahnverkehrslärm für das „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit..... 32
Tabelle 14: Entwicklung der Anzahl Flugbewegungen AN 12 und AN 26 am Flughafen Leipzig/Halle (Quelle: Landesregierung Sachsen-Anhalt, 2018 sowie FLK, 2019, LfLUG, 2019) 46
Tabelle 15: Flugbewegungen am Flughafen Leipzig/Halle während der Covid19-Pandemie (Quelle: ADV, 2022)..... 46

A.1 Auflistung der Publikationen aus der Volltextsichtung

A.1.1 Eingeschlossene Publikationen (n=46)

Auflistung in:

Schubert, M., Hegewald, J., Freiberg, A., Starke, K. R., Augustin, F., Riedel-Heller, S. G., ... & Seidler, A. (2019). Behavioral and emotional disorders and transportation noise among children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(18), 3336.

IJERPH | Free Full-Text | Behavioral and Emotional Disorders and Transportation Noise among Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis (mdpi.com)

Hegewald, J., Schubert, M., Freiberg, A., Romero Starke, K., Augustin, F., Riedel-Heller, S. G., ... & Seidler, A. (2020). Traffic noise and mental health: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(17), 6175.

IJERPH | Free Full-Text | Traffic Noise and Mental Health: A Systematic Review and Meta-Analysis (mdpi.com)

Auflistung auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.1.2 Ausgeschlossene Publikationen

Auflistung in:

Schubert, M., Hegewald, J., Freiberg, A., Starke, K. R., Augustin, F., Riedel-Heller, S. G., ... & Seidler, A. (2019). Behavioral and emotional disorders and transportation noise among children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(18), 3336.

IJERPH | Free Full-Text | Behavioral and Emotional Disorders and Transportation Noise among Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis (mdpi.com)

Hegewald, J., Schubert, M., Freiberg, A., Romero Starke, K., Augustin, F., Riedel-Heller, S. G., ... & Seidler, A. (2020). Traffic noise and mental health: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(17), 6175.

IJERPH | Free Full-Text | Traffic Noise and Mental Health: A Systematic Review and Meta-Analysis (mdpi.com)

Auflistung auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.2 Extraktionstabellen systematisches Review

Schubert, M., Hegewald, J., Freiberg, A., Starke, K. R., Augustin, F., Riedel-Heller, S. G., ... & Seidler, A. (2019). Behavioral and emotional disorders and transportation noise among children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(18), 3336.

IJERPH | Free Full-Text | Behavioral and Emotional Disorders and Transportation Noise among Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis (mdpi.com)

Hegewald, J., Schubert, M., Freiberg, A., Romero Starke, K., Augustin, F., Riedel-Heller, S. G., ... & Seidler, A. (2020). Traffic noise and mental health: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(17), 6175.

IJERPH | Free Full-Text | Traffic Noise and Mental Health: A Systematic Review and Meta-Analysis (mdpi.com)

Auch auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.3 Formeln für die Expositions-Wirkungskurven %HA und %HSD

Tabelle 1: Formeln Anteil Hochbelästigte (%HA) und stark Schlafgestörte (%HSD)

Regressionen	Quadratische Funktion	Guski et al. 2017	Basner et al. 2018[1]
%HA L_{Night}			
1. annoyance_noise_road_high_F **X** laerm_traffic_road_ln	f(x)= 0,098*x²+(-8,871)*x+205,243		
2. annoyance_noise_air_high_F **X** laerm_traffic_air_ln	f(x)= (-0,135)*x²+13,633*x+(-296,119)		
3. annoyance_noise_rail_high_F **X** laerm_traffic_railtram_ln	f(x)= 0,021*x²+(-1,180)*x+13,960		
4. annoyance_noise_rail_high_F **X** laerm_traffic_tram_ln	f(x)= (-0,031)*x²+3,978*x+(-108,744)		
5. annoyance_noise_rail_high_F **X** laerm_traffic_rail_ln	f(x)= 0,037*x²+(-2,874)*x+58,146		
High annoyance L_{DEN}			
6. annoyance_noise_road_high_F **X** laerm_traffic_road_lden	f(x)= 0,060*x²+(-6,316)*x+167,629	f(x) [2]= 0,0497*x² + (-4,7342)*x+116,4304	
7. annoyance_noise_air_high_F **X** laerm_traffic_air_lden	f(x)= (-0,104)*x²+12,614*x+(-328,647)	f(x)= 0,0072*x²+1,0168*x+(-50,9693)	
8. annoyance_noise_rail_high_F **X** laerm_traffic_railtram_lden	f(x)= 0,033*x²+(-2,900)*x+65,543	f(x)=0,0285*x²+(-2,05538)*x+38,1596	
9. annoyance_noise_rail_high_F **X** laerm_traffic_tram_lden	f(x)= 0,016*x²+(-1,055)*x+17,792		
10. annoyance_noise_rail_high_F **X** laerm_traffic_rail_lden	f(x)= 0,034*x²+(-3,173)*x+75,6226		

[1] Für kombinierte Schätzer
[2] Basiert auf der Gleichung zur Abschätzung der %HA für den L_{DEN} Straßenverkehrslärm im Datensatz ohne Studien aus dem alpinen und asiatischen Raum.

Regressionen	Quadratische Funktion	Guski et al. 2017	Basner et al. 2018[1]
Highly sleep disturbed			
11. high_sleep_disturbed_road_F X laerm_traffic_road_ln	f(x)= 0,010*x^2+(-0,739)*x+13,562		f(x)= 0,0126*x^2+(-0,9336)*x+19,4312
12. high_sleep_disturbed_air_F X laerm_traffic_air_ln	f(x)= (-0,017)*x^2+2,921*x+(-66,800)		f(x)= 0,0198*x^2+(-0,9293)*x+16,7885
13. high_sleep_disturbed_rail_F X laerm_traffic_railtram_ln	f(x)= 0,021*x^2+(-1,820)*x+40,825		f(x)= 0,0391*x^2+(-3,1852)*x+67,5406
14. high_sleep_disturbed_rail_F X laerm_traffic_tram_ln	f(x)= 0,009*x^2+(-0,596)*x+10,719		
15. high_sleep_disturbed_rail_F X laerm_traffic_rail_ln	f(x)= 0,014*x^2+(-1,165)*x+24,774		
Highly sleep disturbed L_{DEN}			
16. high_sleep_disturbed_road_F X laerm_traffic_road_lden	f(x)= 0,011*x^2+(-1,070)*x+26,623		
17. high_sleep_disturbed_air_F X laerm_traffic_air_lden	f(x)= (-0,057)*x^2+7,734*x+(-213,975)		
18. high_sleep_disturbed_rail_F X laerm_traffic_railtram_lden	f(x)= 0,011*x^2+(-0,922)*x+20,760		
19. high_sleep_disturbed_rail_F X laerm_traffic_tram_lden	f(x)= 0,007*x^2+(-0,480)*x+9,326		
20. high_sleep_disturbed_rail_F X laerm_traffic_rail_lden	f(x)= 0,011*x^2+(-0,992)*x+23,819		

A.4 Tabellen Teilstudie 2

A.4.1 Inzidente Depression

A.4.1.1 Direkte-Effekte-Modell (Modell B)

Tabelle 2: Inzidente Depression: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regression im „Direkte-Effekte-Modell“

	Straßenverkehrslärm				Schienenverkehrslärm				Fluglärm			
	Gesamt	CES-D ≥ 23[3]	IRR	95%KI	Gesamt	CES-D ≥23[3]	IRR	95%KI	Gesamt	CES-D ≥ 23[3]	IRR	95%KI
L_{DEN}												
< 40 dB					541	34	1	Referenz				
<40dB, Max. <50dB									4011	213	1	Referenz
<40dB, Max. ≥50dB (NAT-6)[1]									89	4	0,91	0,34-2,43
≥40 – <45 dB					997	54	0,82	0,54-1,25	333	19	1,16	0,70-1,92
≥45 – <50 dB					1119	59	0,78	0,51-1,18	79	4	1,02	0,39-2,70
< 50 dB	147	9	1	Referenz								
≥50 – <55 dB	334	19	0,98	0,45-2,10	994	48	0,68	0,44-1,05	13	0	-	-
≥55 – <60 dB	1272	75	0,98	0,50-1,91	451	16	0,52	0,29-0,94	9	1	2,30	0,39-13,5
≥60 dB	2781	138	0,78	0,40-1,52	432	30	0,84	0,49-1,44				
≥60 – <65 dB	1775	89	0,82	0,42-1,61								
≥65 – <70 dB	929	45	0,69	0,33-1,41								
≥70 dB	77	4	0,62	0,19-2,06								
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,793	0,622-1,010			0,887	0,750-1,048			1,162	0,724-1,865
Gesetzliche Nacht (22-06h)												
< 40 dB	144	9	1	Referenz	2162	122	1	Referenz				
<40dB, Max. <50dB									4123	222	1	Referenz
<40dB, Max. ≥50dB (NAT-6)[1]									331	15	0,89	0,52-1,54
≥40 – <45 dB	370	19	0,86	0,40-1,84	1023	56	0,92	0,68-1,25	61	3	0,98	0,32-2,98
≥45 – <50 dB	1514	86	0,95	0,49-1,85	759	28	0,61	0,41-0,92	10	0	-	-
≥50 – <55 dB	1795	90	0,81	0,42-1,58	276	14	0,81	0,46-1,42	9	1	2,21	0,37-13,0
≥55 – <60 dB	646	32	0,67	0,32-1,43	226	15	0,97	0,56-1,68				
≥60 dB	65	5	0,97	0,32-2,92	88	6	0,82	0,33-2,04				
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,802	0,630-1,021			0,887	0,737-1,067			1,178	0,432-3,213
NAT-6[2]												

	Straßenverkehrslärm				Schienenverkehrslärm				Fluglärm			
< 40 dB					903	45	1	Referenz				
≥40 – <45 dB					338	16	0,93	0,52-1,65	2510	135	1	Referenz
≥45 – <50 dB					733	48	1,29	0,87-1,91	1613	87	1,07	0,80-1,43
≥50 – <55 dB					921	50	1,05	0,71-1,56	257	9	0,69	0,33-1,41
≥55 – <60 dB					696	34	0,93	0,60-1,44	110	7	1,36	0,63-2,94
≥60 dB					941	48	0,98	0,66-1,46	44	3	1,43	0,47-4,37
Kontinuierlich (Pro 10 dB)							1,009	0,901-1,129			1,072	0,748-1,536

[1]entspricht NAT-6

[2]Nur NAT-6 Eisenbahnverkehrslärm

[3]CES-D = Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D ≥ 23: Grenzwert für eine klinisch relevante depressive Symptomatik)

„Direkte-Effekte-Modell“ adjustiert für: Alter (5-Jahres-Kategorien), Geschlecht, sozioökonomischen Status (3 Kategorien), BMI (3 Kategorien), traumatische Kindheitsereignisse (2 Kategorien), körperliche Aktivität (3 Kategorien), Luftschadstoffe PM10 und NO_2 (kontinuierlich)

Tabelle 3: Inzidente Depression: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regression im „Direkte-Effekte-Modell“ für Schienenverkehrslärm (getrennt)

	Eisenbahnverkehrslärm				Straßenbahnverkehrslärm				Schienenverkehrslärm (Eisen – und Straßenbahnverkehrslärm kombiniert)			
	Gesamt	CES-D ≥ 23[1]	IRR	95%KI	Gesamt	CES-D ≥ 23[1]	IRR	95%KI	Gesamt	CES-D ≥ 23[1]	IRR	95%KI
L_{DEN}												
< 40 dB	1835	100	1	Referenz	2099	108	1	Referenz	541	34	1	Referenz
≥40 – <45 dB	875	53	1,05	0,76-1,46	1076	69	1,18	0,87-1,61	997	54	0,82	0,54-1,25
≥45 – <50 dB	718	33	0,83	0,56-1,21	554	23	0,78	0,49-1,22	1119	59	0,78	0,51-1,18
≥50 – <55 dB	655	31	0,81	0,54-1,21	379	18	0,82	0,50-1,37	994	48	0,68	0,44-1,05
≥55 – <60 dB	289	13	0,84	0,48-1,48	153	4	0,46	0,17-1,23	451	16	0,52	0,29-0,94
≥60 dB	162	11	1,13	0,60-2,11	270	19	0,98	0,56-1,72	432	30	0,84	0,49-1,44
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,929	0,795-1,086			0,914	0,781-1,071			0,887	0,750-1,048
Gesetzliche Nacht (22-06h)												
< 40 dB	3029	167	1	Referenz	3603	191	1	Referenz	2162	122	1	Referenz
≥40 – <45 dB	672	35	0,92	0,65-1,31	421	23	0,96	0,63-1,48	1023	56	0,92	0,68-1,25
≥45 – <50 dB	537	24	0,77	0,50-1,19	209	7	0,58	0,28-1,20	759	28	0,61	0,41-0,92
≥50 – <55 dB	184	8	0,80	0,40-1,61	94	7	1,07	0,48-2,40	276	14	0,81	0,46-1,42
≥55 – <60 dB	77	4	0,92	0,36-2,35	158	10	0,89	0,45-1,77	226	15	0,97	0,56-1,68
≥60 dB	35	3	1,12	0,28-4,44	46	3	0,90	0,29-2,86	88	6	0,82	0,33-2,04
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,913	0,732-1,140			0,900	0,719-1,127			0,887	0,737-1,067
$L_{max,22-06}$												
< 40 dB	605	32	1	Referenz	2009	101	1	Referenz	262	14	1	Referenz
≥40 – <45 dB	157	6	0,68	0,29-1,61	562	36	1,28	0,89-1,85	137	11	1,41	0,66-3,00
≥45 – <50 dB	437	33	1,32	0,82-2,13	569	31	1,08	0,73-1,61	334	20	1,14	0,59-2,22
≥50 – <55 dB	1002	57	1,02	0,67-1,55	456	24	1,03	0,67-1,60	907	50	0,99	0,56-1,75
≥55 – <60 dB	956	47	0,86	0,56-1,34	338	18	0,99	0,60-1,62	1044	56	0,93	0,53-1,64
≥60 – <65 dB	598	28	0,79	0,48-1,30	245	10	0,69	0,35-1,36	762	33	0,72	0,39-1,32
≥65 – <70 dB	369	17	0,83	0,47-1,48	109	5	0,65	0,25-1,69	458	20	0,73	0,38-1,42

	Eisenbahnverkehrslärm				Straßenbahnverkehrslärm				Schienenverkehrslärm (Eisen – und Straßenbahnverkehrslärm kombiniert)			
≥70 dB	410	21	0,89	0,52-1,52	246	16	1,07	0,62-1,85	630	37	0,96	0,53-1,75
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,97	0,87-1,09			0,96	0,86-1,02			0,96	0,85-1,10

CES-D = Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D ≥ 23: Grenzwert für eine klinisch relevante depressive Symptomatik)
„Direkte-Effekte-Modell“ adjustiert für: Alter (5-Jahres-Kategorien), Geschlecht, sozioökonomischen Status (3 Kategorien), BMI (3 Kategorien), traumatische Kindheitsereignisse (2 Kategorien), körperliche Aktivität (3 Kategorien), Luftschadstoffe PM10 und NO_2 (kontinuierlich)

Tabelle 4: Inzidente Depression: Aufwachreaktionen für Eisenbahnverkehrslärm im „Direkte-Effekte-Modell“

				Depression CES-D≥23
Aufwachreaktionen	**Gesamt**	**CES-D >=23**	**IRR**	**95%KI**
< 0-<1	3746	205	1,00	Referenz
≥ 1-<2	630	28	0,75	0,51-1,11
≥ 2-<3	126	5	0,58	0,22-1,52
≥ 3	28	3	1,89	0,63-5,74

CES-D = Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D ≥ 23: Grenzwert für eine klinisch relevante depressive Symptomatik)
„Direkte-Effekte-Modell“ adjustiert für: Alter (5-Jahres-Kategorien), Geschlecht, sozioökonomischen Status (3 Kategorien), BMI (3 Kategorien), traumatische Kindheitsereignisse (2 Kategorien), körperliche Aktivität (3 Kategorien), Luftschadstoffe PM10 und NO_2 (kontinuierlich)

A.4.1.2 Direkte-Effekte-Modell mit Rauchen und Alkoholkonsum (Modell C)

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.4.1.3 Grundmodell mit Belästigung (Modell D)

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.4.1.4 Grundmodell mit Schlafgestörtheit (Modell E)

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.4.1.5 Grundmodell mit Belästigung und Schlafgestörtheit (Modell F)

Tabelle 5: Inzidente Depression: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen im „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit

	Straßenverkehrslärm				Schienenverkehrslärm				Fluglärm			
	Gesamt	CES-D ≥ 23[3]	IRR	95%KI	Gesamt	CES-D ≥ 23[3]	IRR	95%KI	Gesamt	CES-D ≥ 23[3]	IRR	95%KI
L_{DEN}												
< 40 dB					541	34	1,00	Referenz				
<40dB, Max. <50dB									4011	213	1,00	Referenz
<40dB, Max. ≥50dB (NAT-6)[1]									89	4	1,00	0,38-2,66
≥40 – <45 dB					997	54	0,76	0,48-1,21	333	19	1,08	0,65-1,78
≥45 – <50 dB					1119	59	0,78	0,50-1,22	79	4	0,71	0,26-1,94
< 50 dB	147	9	1,00	Referenz								
≥50 – <55 dB	334	19	0,95	0,44-2,06	994	48	0,74	0,47-1,18	13	0	-	-
≥55 – <60 dB	1272	75	0,93	0,48-1,83	451	16	0,56	0,31-1,03	9	1	1,30	0,15-11,11
≥60 dB	2781	138	0,78	0,41-1,52	432	30	1,09	0,64-1,85				
≥60 – <65 dB	1775	89	0,80	0,41-1,56								
≥65 – <70 dB	929	45	0,76	0,37-1,54								
≥70 dB	77	4	0,80	0,24-2,64								
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,855	0,659-1,108			0,964	0,806-1,153			0,921	0,539-1,573
Gesetzliche Nacht 22-06h												
< 40 dB	144	9	1,00	Referenz	2162	122	1	Referenz				
<40dB, Max. <50dB									4123	222	1	Referenz
<40dB, Max. ≥50dB (NAT-6)[1]									331	15	0,86	0,49-1,51
≥40 – <45 dB	370	19	0,86	0,40-1,87	1023	56	0,96	0,68-1,34	61	3	0,66	0,20-2,21
≥45 – <50 dB	1514	86	0,90	0,46-1,75	759	28	0,67	0,43-1,03	10	0	-	-
≥50 – <55 dB	1795	90	0,78	0,40-1,52	276	14	1,02	0,58-1,78	9	1	1,21	0,14-10,66
≥55 – <60 dB	646	32	0,79	0,38-1,63	226	15	1,28	0,72-2,26				
≥60 dB	65	5	1,14	0,38-3,44	88	6	0,87	0,33-2,31				
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,866	0,670-1,119			0,981	0,806-1,195			0,773	0,230-2,596

NAT-6												
< 40 dB					903	45	1	Referenz				
≥40 – <45 dB					338	16	0,98	0,54-1,77	2510	135	1	Referenz
≥45 – <50 dB					733	48	1,15	0,75-1,79	1613	87	1,00	0,66-1,41
≥50 – <55 dB					921	50	1,04	0,68-1,59	257	9	0,72	0,61-1,45
≥55 – <60 dB					696	34	0,92	0,57-1,49	110	7	0,96	0,44-1,36
≥60 dB					941	48	1,01	0,66-1,54	44	3	0,90	0,39-1,59
Kontinuierlich (Pro 10 dB)							1,030	0,910-1,166			0,929	0,646-1,337

[1]entspricht NAT-6

[2]Nur NAT-6 Eisenbahnverkehrslärm

[3]CES-D = Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D ≥ 23: Grenzwert für eine klinisch relevante depressive Symptomatik)

Grundmodell adjustiert für: Alter (5-Jahres-Kategorien), Geschlecht und sozioökonomischen Status (3 Kategorien)

Tabelle 6: Inzidente Depression: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen im „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit für Schienenverkehrslärm (getrennt)

	Eisenbahnverkehrslärm				Straßenbahnverkehrslärm				Schienenverkehrslärm (Eisen – und Straßenbahnverkehrslärm kombiniert)			
	Gesamt	CES-D ≥ 23[1]	IRR	95%KI	Gesamt	CES-D ≥ 23[1]	IRR	95%KI	Gesamt	CES-D ≥ 23[1]	IRR	95%KI
L_{DEN}												
< 40 dB	1835	100	1	Referenz	2099	108	1	Referenz	541	34	1	Referenz
≥40 – <45 dB	875	53	0,98	0,68-1,40	1076	69	1,14	0,83-1,56	997	54	0,76	0,48-1,21
≥45 – <50 dB	718	33	0,75	0,49-1,15	554	23	0,87	0,55-1,38	1119	59	0,78	0,50-1,22
≥50 – <55 dB	655	31	0,89	0,59-1,35	379	18	0,80	0,46-1,38	994	48	0,74	0,47-1,18
≥55 – <60 dB	289	13	0,84	0,47-1,50	153	4	0,54	0,20-1,44	451	16	0,56	0,31-1,03
≥60 dB	162	11	1,41	0,76-2,59	270	19	1,24	0,73-2,14	432	30	1,09	0,64-1,85
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,969	0,820-1,147			0,972	0,831-1,137			0,964	0,806-1,153
Gesetzliche Nacht (22-06h)												
< 40 dB	3029	167	1	Referenz	3603	191	1	Referenz	2162	122	1	Referenz
≥40 – <45 dB	672	35	0,92	0,62-1,35	421	23	0,98	0,62-1,56	1023	56	0,96	0,68-1,34
≥45 – <50 dB	537	24	0,84	0,54-1,30	209	7	0,63	0,28-1,41	759	28	0,67	0,43-1,03
≥50 – <55 dB	184	8	0,91	0,45-1,82	94	7	1,60	0,75-3,39	276	14	1,02	0,58-1,78
≥55 – <60 dB	77	4	1,10	0,43-2,87	158	10	1,24	0,63-2,45	226	15	1,28	0,72-2,26
≥60 dB	35	3	1,71	0,58-5,09	46	3	0,42	0,06-2,94	88	6	0,87	0,33-2,31
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,999	0,796-1,254			0,979	0,777-1,233			0,981	0,806-1,195
$L_{max,22-06}$												
< 40 dB	605	32	1	Referenz	2009	101	1	Referenz	262	14	1	Referenz
≥40 – <45 dB	157	6	0,78	0,33-1,85	562	36	1,10	0,73-1,67	137	11	1,28	0,54-3,02
≥45 – <50 dB	437	33	1,34	0,79-2,28	569	31	1,05	0,69-1,59	334	20	1,15	0,56-2,36
≥50 – <55 dB	1002	57	0,98	0,61-1,56	456	24	0,98	0,61-1,57	907	50	0,92	0,49-1,71
≥55 – <60 dB	956	47	0,89	0,55-1,44	338	18	1,10	0,66-1,82	1044	56	0,97	0,53-1,80
≥60 – <65 dB	598	28	0,85	0,50-1,45	245	10	0,76	0,38-1,55	762	33	0,75	0,39-1,45
≥65 – <70 dB	369	17	0,85	0,46-1,57	109	5	0,80	0,30-2,12	458	20	0,79	0,39-1,62

	Eisenbahnverkehrslärm				Straßenbahnverkehrslärm				Schienenverkehrslärm (Eisen – und Straßenbahnverkehrslärm kombiniert)			
≥70 dB	410	21	0,97	0,55-1,71	246	16	1,07	0,59-1,94	630	37	1,01	0,53-1,93
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,999	0,879-1,135			0,990	0,886-1,107			1,009	0,877-1,162

[1]CES-D = Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D ≥ 23: Grenzwert für eine klinisch relevante depressive Symptomatik)
Grundmodell adjustiert für: Alter (5-Jahres-Kategorien), Geschlecht und sozioökonomischen Status (3 Kategorien)

Tabelle 7: Inzidente Depression: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen für Aufwachreaktionen durch Eisenbahnverkehrslärm für das „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit für Schienenverkehrslärm (getrennt)

Aufwachreaktionen	Gesamt	CES-D ≥23[1]	IRR	95%KI
< 0-<1	3746	205	1	Referenz
≥ 1-<2	630	28	0,80	0,53-1,22
≥ 2-<3	126	5	0,86	0,36-2,02
≥ 3	28	3	2,01	0,67-6,03

[1]CES-D = Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D ≥ 23: Grenzwert für eine klinisch relevante depressive Symptomatik)
Grundmodell adjustiert für: Alter (5-Jahres-Kategorien), Geschlecht und sozioökonomischen Status (3 Kategorien)

A.4.1.6 Stratifizierung

A) Geschlecht

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

B) Alter

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

C) Lärmschutz

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.4.1.7 Missings bei Baseline eingeschlossen

A) Charakteristika

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

B) Grundmodell

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.4.2 Inzidente Angststörungen

A.4.2.1.Direkte-Effekte-Modell (Modell B)

Tabelle 8: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regression für das „Direkte-Effekte-Modell“

	Straßenverkehrslärm				Schienenverkehrslärm				Fluglärm			
	Gesamt	GAD ≥ 10^3	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10^3	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10^3	IRR	95%KI
L_{DEN}												
< 40 dB					567	29	1	Referenz				
<40dB, Max. <50dB									4445	209	1	Referenz
<40dB, Max. ≥50dB (NAT-6)[1]									98	4	0,86	0,32-2,33
≥40 – <45 dB					1057	50	0,91	0,58-1,43	362	23	1,39	0,88-2,20
≥45 – <50 dB					1179	55	0,90	0,58-1,40	87	1	0,25	0,04-1,76
< 50 dB	172	12	1	Referenz								
≥50 – <55 dB	364	18	0,82	0,40-1,68	1037	51	0,95	0,60-1,49	20	2	2,63	0,74-9,35
≥55 – <60 dB	1428	64	0,74	0,40-1,38	480	22	0,93	0,54-1,60	11	2	3,25	1,00-10,6
≥60 dB					462	34	1,27	0,75-2,15				
≥60 – <65 dB	1950	100	0,80	0,44-1,45								
≥65 – <70 dB	1025	42	0,58	0,30-1,13								
≥70 dB	84	5	0,76	0,26-2,22								
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,841	0,652-1,085			1,064	0,905-1,251			1,307	0,858-1,990
Gesetzliche Nacht (22-06h)												
< 40 dB	167	11	1	Referenz	2290	112	1	Referenz				
<40dB, Max. <50dB									4565	218	1	Referenz
<40dB, Max. ≥50dB (NAT-6)[1]									365	18	1,05	0,63-1,72
≥40 – <45 dB	409	21	0,91	0,44-1,87	1049	52	1,01	0,73-1,39	66	1	0,34	0,05-2,37
≥45 – <50 dB	1676	77	0,81	0,43-1,53	815	33	0,84	0,57-1,23	16	2	3,01	0,87-10,4
≥50 – <55 dB	1973	96	0,80	0,43-1,52	298	22	1,46	0,93-2,29	11	2	3,14	0,97-10,2
≥55 – <60 dB	728	31	0,63	0,30-1,30	240	14	1,03	0,57-1,86				
≥60 dB	70	5	1,01	0,35-2,95	90	8	1,52	0,72-3,21				
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,826	0,638-1,070			1,087	0,913-1,293			1,592	0,772-3,283
NAT-6[2]												

	Straßenverkehrslärm				Schienenverkehrslärm				Fluglärm			
	Gesamt	**GAD ≥ 10^3**	**IRR**	**95%KI**	**Gesamt**	**GAD ≥ 10^3**	**IRR**	**95%KI**	**Gesamt**	**GAD ≥ 10^3**	**IRR**	**95%KI**
< 40 dB					1008	47	1	Referenz				
≥40 – <45 dB					372	18	1,01	0,59-1,73				
<45 dB									2776	133	1	Referenz
≥45 – <50 dB					779	40	1,15	0,76-1,74	1789	85	0,999	0,767-1,302
≥50 – <55 dB					1035	46	0,96	0,64-1,42	278	13	1,036	0,596-1,798
≥55 – <60 dB					755	32	0,92	0,59-1,42	128	6	0,995	0,450-2,199
≥60 dB					1072	58	1,14	0,78-1,67	52	4	1,709	0,681-4,287
Kontinuierlich							1,047	0,936-1,172			1,112	0,815-1,516

[1]entspricht NAT-6

[2]Nur NAT-6 Eisenbahnverkehrslärm

[3]GAD = Generalized Anxiety Disorder (GAD ≥ 10: Grenzwert für eine klinisch relevante Angstsymptomatik)

„Direkte-Effekte-Modell“ adjustiert für: Alter (5 Jahres-Kategorien), Geschlecht, sozioökonomischen Status (3 Kategorien), BMI (3 Kategorien), traumatische Kindheitsereignisse (2 Kategorien), körperliche Aktivität (3 Kategorien), Luftschadstoffe PM10 und NO_2 (kontinuierlich)

Tabelle 9: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regression für das „Direkte-Effekte-Modell“ für Schienenverkehrslärm (getrennt)

	Eisenbahnverkehrslärm				Straßenbahnverkehrslärm				Schienenverkehrslärm (Eisen- und Straßenbahnverkehrslärm kombiniert)			
	Gesamt	GAD ≥ 10^1	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10^1	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10^1	IRR	95%KI
L_{DEN}												
< 40 dB	2010	100	1,0	Referenz	2328	107	1,0	Referenz	567	29	1	Referenz
≥40 – <45 dB	97	39	0,79	0,55-1,14	1199	62	1,17	0,85-1,62	1057	50	0,91	0,58-1,43
≥45 – <50 dB	799	36	0,90	0,62-1,31	608	28	1,06	0,69-1,64	1179	55	0,90	0,58-1,40
≥50 – <55 dB	735	36	0,97	0,66-1,42	410	18	0,96	0,58-1,58	1037	51	0,95	0,60-1,49
≥55 – <60 dB	318	18	1,20	0,74-1,94	168	4	0,57	0,21-1,53	480	22	0,93	0,54-1,60
≥60 dB	188	12	1,21	0,67-2,20	307	22	1,42	0,83-2,44	462	34	1,27	0,75-2,15
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			1,029	0,884-1,198			1,037	0,886-1,215			1,064	0,905-1,251
Gesetzliche Nacht (22-06h)												
< 40 dB	3343	155	1,0	Referenz	3814	189	1,0	Referenz	2290	112	1,0	Referenz
≥40 – <45 dB	744	38	1,11	0,78-1,57	423	23	1,10	0,72-1,70	1049	52	1,01	0,73-1,39
≥45 – <50 dB	593	26	0,94	0,62-1,42	233	6	0,54	0,25-1,19	815	33	0,84	0,57-1,23
≥50 – <55 dB	216	15	1,59	0,96-2,63	97	8	1,42	0,67-3,04	298	22	1,46	0,93-2,29
≥55 – <60 dB	86	4	0,97	0,38-2,47	166	10	1,01	0,49-2,08	240	14	1,03	0,57-1,86
≥60 dB	41	3	1,21	0,67-2,20	46	5	2,13	0,86-5,27	90	8	1,52	0,72-3,21
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			1,104	0,909-1,340			1,047	0,841-1,304			1,087	0,913-1,293
$L_{max,22-06}$												
< 40 dB	677	32	1	Referenz	2225	92	1	Referenz	297	11	1	Referenz
≥40 – <45 dB	171	10	1,14	0,57-2,29	644	36	1,46	1,00-2,13	154	11	1,82	0,80-4,13
≥45 – <50 dB	481	31	1,25	0,77-2,04	627	40	1,66	1,16-2,39	368	23	1,63	0,81-3,27
≥50 – <55 dB	1085	44	0,84	0,54-1,30	490	23	1,22	0,77-1,93	987	42	1,11	0,59-2,10

	Eisenbahnverkehrslärm				Straßenbahnverkehrslärm				Schienenverkehrslärm (Eisen- und Straßenbahnverkehrslärm kombiniert)			
	Gesamt	GAD ≥ 10[1]	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10[1]	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10[1]	IRR	95%KI
≥55 – <60 dB	1057	48	0,91	0,59-1,40	380	19	1,31	0,80-2,13	1154	56	1,24	0,67-2,30
≥60 – <65 dB	663	37	1,10	0,69-1,76	258	8	0,69	0,32-1,47	829	39	1,19	0,62-2,28
≥65 – <70 dB	420	14	0,68	0,37-1,25	124	4	0,68	0,23-2,06	519	16	0,76	0,36-1,62
≥70 dB	469	25	1,04	0,63-1,74	275	19	1,69	0,99-2,88	715	43	1,48	0,78-2,79
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,996	0,889-1,116			1,052	0,947-1,168			1,027	0,910-1,158

[1]GAD = Generalized Anxiety Disorder (GAD ≥ 10: Grenzwert für eine klinisch relevante Angstsymptomatik)

„Direkte-Effekte-Modell“ adjustiert für: Alter (5-Jahres-Kategorien), Geschlecht, sozioökonomischen Status (3 Kategorien), BMI (3 Kategorien), traumatische Kindheitsereignisse (2 Kategorien), körperliche Aktivität (3 Kategorien), Luftschadstoffe PM10 und NO_2 (kontinuierlich)

Tabelle 10: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen für Aufwachreaktionen durch Eisenbahnverkehrslärm für das „Grundmodell“

Aufwachreaktionen	Gesamt	GAD ≥ 10[1]	IRR	95%KI
0-<1	4143	202	1	Referenz
≥ 1-<2	702	32	0,92	0,64-1,34
≥ 2-<3	144	3	0,31	0,08-1,19
≥ 3	30	4	2,91	1,14-7,43

[1]GAD = Generalized Anxiety Disorder (GAD ≥ 10: Grenzwert für eine klinisch relevante Angstsymptomatik)

„Direkte-Effekte-Modell“ adjustiert für: Alter (5-Jahres-Kategorien), Geschlecht, sozioökonomischen Status (3 Kategorien), BMI (3 Kategorien), traumatische Kindheitsereignisse (2 Kategorien), körperliche Aktivität (3 Kategorien), Luftschadstoffe PM_{10} und NO_2 (kontinuierlich)

A.4.2.2 Direkte-Effekte-Modell mit Rauchen und Alkoholkonsum (Modell C)

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.4.2.3 Grundmodell mit Belästigung (Modell D)

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.4.2.4 Grundmodell mit Schlafgestörtheit (Modell E)

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.4.2.5 Grundmodell mit Belästigung und Schlafgestörtheit (Modell F)

Tabelle 11: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen für das „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit

	Straßenverkehrslärm				Schienenverkehrslärm				Fluglärm			
	Gesamt	GAD ≥ 10^3	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10^3	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10^3	IRR	95%KI
L_{DEN}												
< 40 dB					567	29	1	Referenz				
<40dB, Max. <50dB									4445	209	1	Referenz
<40dB, Max. ≥50dB (NAT-6)[1]									98	4	0,95	0,36-2,52
≥40 – <45 dB					1057	50	0,92	0,57-1,50	362	23	1,13	0,69-1,84
≥45 – <50 dB					1179	55	0,90	0,56-1,45	87	1	0,15	0,02-1,00
< 50 dB	172	12	1	Referenz								
≥50 – <55 dB	364	18	0,74	0,36-1,51	1037	51	0,96	0,60-1,55	20	2	1,10	0,33-3,72
≥55 – <60 dB	1428	64	0,68	0,38-1,24	480	22	0,90	0,51-1,60	11	2	2,04	0,48-8,66
≥60 dB					462	34	1,23	0,71-2,12				
≥60 – <65 dB	1950	100	0,65	0,36-1,15								
≥65 – <70 dB	1025	42	**0,47**	**0,25-0,87**								
≥70 dB	84	5	0,63	0,22-1,76								
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,742	0,584-0,944			1,040	0,880-1,228			0,917	0,549-1,530
Gesetzliche Nacht (22-06h)												
< 40 dB	167	11	1	Referenz	2290	112	1	Referenz				
<40dB, Max. <50dB									4565	218	1	Referenz
<40dB, Max. ≥50dB (NAT-6)[1]									365	18	0,80	0,45-1,43
≥40 – <45 dB	409	21	0,84	0,41-1,70	1049	52	1,03	0,73-1,45	66	1	0,19	0,03-1,24
≥45 – <50 dB	1676	77	0,71	0,39-1,31	815	33	0,87	0,58-1,30	16	2	1,09	0,32-3,73
≥50 – <55 dB	1973	96	0,64	0,35-1,17	298	22	1,43	0,90-2,29	11	2	1,91	0,44-8,36
≥55 – <60 dB	728	31	0,51	0,26-2,15	240	14	1,16	0,65-2,05				
≥60 dB	70	5	0,75	0,26-2,15	90	8	1,06	0,43-2,62				
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			0,73	0,575-0,933			1,069	0,892-1,2			0,991	0,395-2,485

	Straßenverkehrslärm				Schienenverkehrslärm				Fluglärm			
	Gesamt	**GAD ≥ 10[3]**	**IRR**	**95%KI**	**Gesamt**	**GAD ≥ 10[3]**	**IRR**	**95%KI**	**Gesamt**	**GAD ≥ 10[3]**	**IRR**	**95%KI**
NAT-6[2]												
< 40 dB					1008	47	1	Referenz	2776	133	1	Referenz
≥40 – <45 dB					372	18	1,08	0,62-1,90	1789	85	1,04	0,79-1,37
≥45 – <50 dB					779	40	1,10	0,70-1,72	278	13	0,77	0,39-1,52
≥50 – <55 dB					1035	46	0,99	0,65-1,51	128	6	0,67	0,28-1,64
≥55 – <60 dB					755	32	0,99	0,62-1,57	52	4	0,88	0,31-2,49
≥60 dB					1072	58	1,19	1,80-4,47				
Kontinuierlich (Pro 10 dB)							1,059	0,942-1,191			0,897	0,627-1,283

[1]entspricht NAT6

[2]Nur NAT-6 Eisenbahnverkehrslärm

[3]GAD = Generalized Anxiety Disorder (GAD ≥ 10: Grenzwert für eine klinisch relevante Angstsymptomatik)

Grundmodell adjustiert für: Alter (5 Jahres Kategorien), Geschlecht und sozioökonomischen Status

Tabelle 12: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen für das „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit für Schienenverkehrslärm (getrennt)

	Eisenbahnverkehrslärm				Straßenbahnverkehrslärm				Schienenverkehrslärm (Eisen- und Straßenbahnverkehrslärm kombiniert)			
	Gesamt	GAD ≥ 10[1]	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10[1]	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10[1]	IRR	95%KI
L_{DEN}												
< 40 dB	2010	100	1	Referenz	2328	107	1	Referenz	567	29	1	Referenz
≥40 – <45 dB	97	39	0,70	0,47-1,06	1199	62	1,17	0,85-1,61	1057	50	0,92	0,57-1,50
≥45 – <50 dB	799	36	0,93	0,63-1,38	608	28	0,81	0,50-1,31	1179	55	0,90	0,56-1,45
≥50 – <55 dB	735	36	1,11	0,76-1,64	410	18	0,81	0,48-1,35	1037	51	0,96	0,60-1,55
≥55 – <60 dB	318	18	1,17	0,71-1,93	168	4	0,54	0,21-1,40	480	22	0,90	0,51-1,60
≥60 dB	188	12	1,26	0,68-2,34	307	22	1,21	0,73-2,01	462	34	1,23	0,71-2,12
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			1,064	0,911-1,244			0,967	0,832-1,125			1,040	0,880-1,228
Gesetzliche Nacht (22-06h)												
< 40 dB	3343	155	1	Referenz	3814	189	1	Referenz	2290	112	1	Referenz
≥40 – <45 dB	744	38	1,27	0,89-1,82	423	23	0,89	0,56-1,42	1049	52	1,03	0,73-1,45
≥45 – <50 dB	593	26	1,05	0,69-1,60	233	6	0,47	0,20-1,11	815	33	0,87	0,58-1,30
≥50 – <55 dB	216	15	1,64	0,98-2,77	97	8	1,27	1,60-2,69	298	22	1,43	0,90-2,29
≥55 – <60 dB	86	4	1,02	0,39-2,68	166	10	1,10	0,58-2,11	240	14	1,16	0,65-2,05
≥60 dB	41	3	1,11	0,270-4,60	46	5	1,09	0,36-3,29	90	8	1,06	0,43-2,62
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			1,157	0,954-1,405			0,965	0,771-1,207			1,069	0,892-1,2
$L_{max,22-06}$												
< 40 dB	677	32	1	Referenz	2225	92	1	Referenz	297	11	1	Referenz
≥40 – <45 dB	171	10	1,29	0,64-2,62	644	36	1,26	0,84-1,89	154	11	2,24	0,90-5,55
≥45 – <50 dB	481	31	1,40	0,82-2,39	627	40	1,64	1,13-2,37	368	23	1,98	0,89-4,40
≥50 – <55 dB	1085	44	0,91	0,56-1,48	490	23	1,02	0,63-1,66	987	42	1,28	0,61-2,69
≥55 – <60 dB	1057	48	1,00	0,62-1,60	380	19	1,07	0,64-1,80	1154	56	1,46	0,71-3,02
≥60 – <65 dB	663	37	1,26	0,77-2,08	258	8	0,71	0,34-1,49	829	39	1,43	0,67-3,01

	Eisenbahnverkehrslärm				Straßenbahnverkehrslärm				Schienenverkehrslärm (Eisen- und Straßenbahnverkehrslärm kombiniert)			
	Gesamt	GAD ≥ 10[1]	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10[1]	IRR	95%KI	Gesamt	GAD ≥ 10[1]	IRR	95%KI
≥65 – <70 dB	420	14	0,71	0,37-1,39	124	4	0,43	0,11-1,68	519	16	0,84	0,36-1,99
≥70 dB	469	25	1,15	0,67-1,98	275	19	1,25	0,72-2,16	715	43	1,61	0,76-3,41
Kontinuierlich (Pro 10 dB)			1,011	0,898-1,137			0,995	0,897-1,104			1,016	0,892-1,157

[1]GAD = Generalized Anxiety Disorder (GAD ≥ 10: Grenzwert für eine klinisch relevante Angstsymptomatik)

Grundmodell adjustiert für: Alter (5-Jahres-Kategorien), Geschlecht und sozioökonomischen Status (3 Kategorien)

Tabelle 13: Inzidente Angststörung: Inzidenzraten-Ratios (IRR) der multivariablen logistischen Regressionsanalysen für Aufwachreaktionen durch Eisenbahnverkehrslärm für das „Grundmodell“ mit Belästigung und Schlafgestörtheit

Aufwachreaktionen	Gesamt	GAD ≥ 10[1]	IRR	95%KI
0-<1	4143	202	1	Referenz
≥ 1-<2	702	32	0,95	0,65-1,40
≥ 2-<3	144	3	0,48	0,16-1,44
≥ 3	30	4	2,01	0,65-6,20

[3]GAD = Generalized Anxiety Disorder (GAD ≥ 10: Grenzwert für eine klinisch relevante Angstsymptomatik)

Grundmodell adjustiert für: Alter (5-Jahres-Kategorien), Geschlecht und sozioökonomischen Status (3 Kategorien)

A.4.2.6 Stratifizierung

A) Geschlecht

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

B) Alter

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.4.2.7 Missings bei Baseline eingeschlossen

A) Charakteristika

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

B) Grundmodell

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.4.3 Inzidente Depression/inzidente Angststörungen

A.4.3.1 Charakteristika

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

A.4.3.2 Grundmodell

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich

A.4.3.3 Sensitivitätsanalyse: Missings bei Baseline eingeschlossen

A) Charakteristika

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

B) Grundmodell

Auf Anfrage bei den Autoren erhältlich

A.5 Beschreibung der Verkehrsentwicklung im Stadtgebiet Leipzig im Untersuchungszeitraum

Ausgangsbasis der Analysen zur Wirkung von Verkehrslärm auf die Entwicklung von psychischen Erkrankungen waren die modellierten Lärmbelastungen der Studienteilnehmenden im Jahr 2012. Weiterhin wurden Veränderungen in der Straßenverkehrslärm- und Fluglärmbelastung im Beobachtungszeitraum untersucht. Eine wohnstandortfeine Beurteilung der Entwicklung der akustischen Kennwerte während des Studienzeitraums kann nur mithilfe einer erneuten, im Rahmen des Projekts nicht umsetzbaren Lärmmodellierung erfolgen. Allerdings kann mithilfe geeigneter verkehrlicher Sekundärstatistiken eine qualitative Abschätzung der Verkehrslärmentwicklung vorgenommen werden.

Hierfür wurden zunächst die verfügbaren Informationen zur verkehrlichen Entwicklungen für den Straßenverkehr sowie Flugverkehr dargestellt. Berücksichtigt wurden dabei Veränderungen aufgrund der allgemeinen Verkehrsentwicklung zwischen 2012 und 2019 sowie aufgrund der COVID19-Pandemie zwischen März 2020 und Februar 2021. Im Anschluss erfolgte eine qualitative Abschätzung der Auswirkungen dieser Entwicklungen auf die akustischen Kennwerte. Für den Eisenbahnverkehr waren strecken- oder regionsfeine Fahrleistungsdaten nicht öffentlich verfügbar, so dass hier keine Einschätzung erfolgen konnte.

A.5.1 Straßenverkehr

A.5.1.1 Entwicklung des Straßenverkehrs zwischen 2012 und 2019

Bei gegebener und unveränderter Bebauungsstruktur und Verkehrsinfrastruktur hängt die Höhe der Lärmimmissionen an einem Gebäude insbesondere von beiden folgenden Faktoren ab:

- Menge und Geschwindigkeit der relevanten Verkehre.
- Zusammensetzung dieser Verkehre, insbesondere der Anteil des Schwerverkehrs.

Im Folgenden wurde deshalb die verfügbare Datenbasis zur Verkehrsentwicklung in Leipzig dargestellt und im Anschluss hinsichtlich ihrer Relevanz für die Lärmbelastung diskutiert.

Die Stadt Leipzig unterhält für die kontinuierliche Beobachtung des Verkehrsaufkommens Dauerzählstellen (DZS) an strategischen Punkten des Straßennetzes. Abbildung 1 zeigt die Lage der 23 im Stadtgebiet installierten DZS. Von diesen lagen nur für 13 DZS Messwerte für das Jahr 2012 vor; im Jahr 2014 waren es 21. Aus diesem Grund wurde für die Betrachtung des Straßenverkehrs als Basis 2014 verwendet, das Abschlussjahr der Basiserhebung der LIFE-Kohortenstudie. Falls verfügbar und für die Einordnung relevant wurden Messwerte für frühere Jahre allerdings in die Betrachtung einbezogen.

Die Abteilung Generelle Planung im Verkehrs- und Tiefbauamt Leipzig stellte für die Analyse Daten zu den an den DZS erhobenen Verkehrsaufkommenswerten zur Verfügung. Das an einer DZS gezählte Verkehrsaufkommen schwankt in Abhängigkeit verschiedener, verkehrsbeeinflussender Faktoren, z. B. des Wochentags, der Ferienzeit aber auch der Jahreszeit. Aber auch Baustellen und andere Verkehrseinschränkungen, Demonstrationen und Großveranstaltungen können die Zählwerte einzelner Tage, aber auch ganzer Wochen und Monate beeinflussen und die Vergleichbarkeit von Verkehrsaufkommenswerten einzelner Jahre erschweren. Fehlende Daten aufgrund von Ausfällen einzelner Detektoren oder ganzer Zählstellen für unterschiedlich lange Zeiträume erschweren die Vergleichbarkeit der Verkehrsaufkommenswerte zusätzlich.

Abbildung 1: Lage der Dauerzählstellen in der Stadt Leipzig

Quelle: eigene Darstellung, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, TU Dresden (Kartengrundlage: OpenStreetMap contributors)

Trotzdem ermöglicht ein Vergleich der durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommenswerte (DTV) über die Jahre hinweg eine Einschätzung der Entwicklung des Kfz-Verkehrsaufkommens im Leipziger Hauptverkehrsstraßennetz. Abbildung 2 zeigt diesen Vergleich. Dargestellt ist der DTV an Werktagen (Montag – Freitag) im Jahr 2014 und dessen Entwicklung in den Jahren 2015 – 2019. Das Jahr 2014 wurde ausgewählt, weil es sich um das Abschlussjahr der Baseline-Erhebung der LIFE-Studie handelt. Die Entwicklung des $DTV_{Mo\text{-}Fr}$ der Folgejahre ist als prozentuale Zu- oder Abnahme im Vergleich zum Basisverkehrsaufkommen dargestellt. Abbildung 3 stellt diesen Sachverhalt für den Schwerverkehr dar. Insgesamt ist bei der Entwicklung des Verkehrsaufkommens an den DZS wenig Veränderung feststellbar. An sechs DZS weicht der Kfz-DTV-Wert 2019 um mehr als 10% vom Wert für 2014 ab, wobei an jeweils drei Zählstellen eine Zu- bzw. Abnahme zu verzeichnen ist. An den Zählstellen Jahnallee und Lützner Str., die beide besonders starke DTV-Zunahmen zu verzeichnen hatten, zeigte ein Hinzuziehen der DTV-Werte der Jahr 2010 und 2012 (für welche ebenfalls geeignete Kennziffern vorliegen), dass der als Basisverkehrsaufkommen fungierende DTV-Wert des Jahres 2014 ungewöhnlich niedrig war. So stieg der DTV-Wert der DZS Jahnallee im Jahr 2019 „nur“ 37% im Vergleich zu 2012 und 16% im Vergleich zu 2010.

In Bezug auf die Entwicklung des Verkehrsaufkommens im Schwerverkehr (Abbildung 3) ist ein ähnliches Fazit zu ziehen. An acht DZS blieb das Verkehrsaufkommen nahezu konstant. An sechs DZS verringerte sich der Schwerverkehrs-DTV-Wert um mehr als 10%, an fünf DZS stieg er um mehr als 10%. Auch hier ist zu berücksichtigen, dass der betrachtete Schwerverkehrs-DTV-Wert

für 2014 im Vergleich zu den anderen Jahren mit Messwerten an der Jahnallee und Lützner Str. besonders niedrig war.

Abbildung 2: KFZ-Verkehrsaufkommen (DTV, Mo-Fr) an den Leipziger Dauerzählstellen in 2014 und Entwicklung bis 2019

Dauerzählstelle	DTVMo-Fr	Veränderung DTVMo-Fr im Vergleich zu 2014 [%]				
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Adenauerallee	22.079	-11%	-7%	-3%	-12%	-15%
B2/Raschwitzer Str.	47.234	-4%	-1%		0%	-3%
Brückenstraße	8.528	11%	15%	10%	11%	-2%
E.-Grieg-Allee	20.004	-2%	2%		-13%	-25%
Gustav-Esche-Straße	15.854	-4%	-4%		-7%	-6%
Jahnallee	19.899	31%	31%		38%	49%
Lützner Str.	18.277	24%	26%	21%	15%	15%
Merseburger Str.	22.951	-10%	-2%		-6%	
Prager Str./ Muldentalstr.	14.797	6%	9%		3%	7%
Prager Str./ Alte Messe	26.631	0%	-2%		-11%	
Rückmarsdorfer Str.	15.631	-14%	-4%		4%	-1%
Prager Str./Russenstr.	23.129	7%	8%		-1%	
Schleußiger Weg	36.338	-11%	-13%		-3%	5%
Semmelweisstraße	16.468	-4%	-1%			8%
Str. des 18.Oktober	9.262	-8%	3%		0%	2%
Th.-Heuss-Str.	16.391	6%	10%		9%	-1%
Travniker Straße	12.769	5%	26%		10%	16%
W.-Brandt-Platz	52.367	-4%	-10%	-18%	-15%	-17%
W.-Leuschner-Platz	29.075	-3%	4%		2%	-7%
Waldstr.	18.021	2%	5%		4%	3%
Zöllnerweg	12.006	-2%	3%		11%	8%

Quelle: eigene Darstellung, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, TU Dresden (Datenbasis: Stadt Leipzig (2021): Durchschnittliches werktägliches Kfz- und Schwerverkehrsaufkommen an den Leipziger Dauerzählstellen 2014-2019, bereitgestellt durch das Verkehrs- und Tiefbauamt Leipzig)

Abbildung 3: KFZ-Verkehrsaufkommen im Schwerverkehr (DTV, Mo-Fr) an den Leipziger Dauerzählstellen in 2014 und Entwicklung bis 2019 (Quelle: Stadt Leipzig)

Dauerzählstelle	DTV, SV Mo-Fr, 2014	Veränderung DTVMo-Fr im Vergleich zu 2014 [%]				
		2015	2016	2017	2018	2019
Adenauerallee	744	-16%	-13%	-11%	-24%	-25%
B2/Raschwitzer Str.	1.407	-1%	1%		-4%	-14%
Brückenstraße	359	4%	2%	-6%	2%	-12%
E.-Grieg-Allee	471	3%	5%		-5%	42%
Gustav-Esche-Straße	601	-8%	-6%		-15%	-11%
Jahnallee	622	26%	28%		34%	43%
Lützner Str.	565	38%	50%	45%	42%	35%
Merseburger Str.	1.093	-15%	-6%		-12%	
Prager Str./Muldentalstr.	635	5%	10%		2%	6%
Prager Str./Alte Messe	718	1%	2%		14%	
Rückmarsdorfer Str.	675	-11%	-5%		-1%	3%
Prager Str./Russenstr.	709	2%	9%		3%	
Schleußiger Weg	1.133	-12%	-13%		-3%	2%
Semmelweisstraße	425	-8%	-6%			56%
Str. des 18.Oktober	253	-11%	1%		3%	1%
Th.-Heuss-Str.	805	7%	10%		8%	5%
Travniker Straße	457	-1%	21%		2%	4%
W.-Brandt-Platz	1.524	-4%	-4%	-13%	-4%	-10%
W.-Leuschner-Platz	695	1%	9%		7%	-4%
Waldstr.	357	2%	8%		2%	8%
Zöllnerweg	398	-2%	-4%		8%	1%

Quelle: eigene Darstellung, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, TU Dresden (Datenbasis: Stadt Leipzig (2021): Durchschnittliches werktägliches Kfz- und Schwerverkehrsaufkommen an den Leipziger Dauerzählstellen 2014-2019, bereitgestellt durch das Verkehrs- und Tiefbauamt Leipzig)

Für die Entwicklung des Verkehrsaufkommens auf Grundlage der DZS war insgesamt also eher von einer Konstanz des Verkehrsaufkommens auszugehen. Dies wurde auch von der Abteilung Generelle Planung des Verkehrs- und Tiefbauamts Leipzig auf Anfrage so bestätigt:

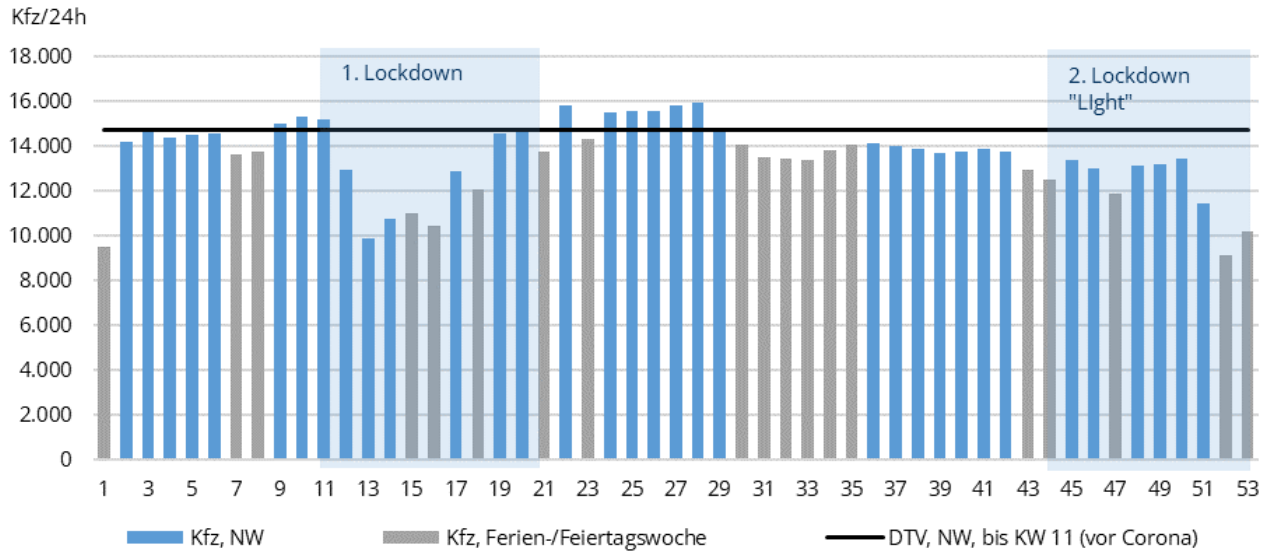
„Das Kfz-Verkehrsaufkommen auf dem Leipziger Straßennetz ist, über den Zeitraum 2006 bis 2016 betrachtet, im Mittel etwa konstant geblieben. Beim Schwerverkehr ist ein leichter Anstieg um 5 % im Jahr 2016 gegenüber dem Jahr 2006 feststellbar. Eine deutliche Zunahme kann für den Radverkehr mit einem Plus von ca. 50 % im Jahr 2016 gegenüber dem Jahr 2006 ermittelt werden. Die Entwicklung der Verkehrsbelastung spiegelt dabei einerseits den Bevölkerungs- und Arbeitsplatzzuwachs in Leipzig und andererseits die beginnenden modalen Verlagerungen zu einer (etwas) geringeren Pkw-Nutzung und einer Zunahme der Rad-Nutzung, wider. Die beginnenden modalen Verlagerungen werden durch die Ergebnisse des SrV 2018 [Anmerkung der Autor*innen: einer repräsentativen Erhebung des Mobiltitätsverhaltens] bestätigt. Neuere Analysen liegen noch nicht voll umfänglich vor. Allerdings zeichnet sich weiterhin eine ca. Konstanz des Kfz-Verkehrs ab. Die Entwicklung des Lkw-Verkehrs verläuft nicht einheitlich, tendenziell ist er aber leicht rückläufig. Beim Radverkehr ist von einer weiteren Zunahme auszugehen.“

A.5.1.2 Entwicklung des Straßenverkehrs während der Coronapandemie

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung des Verkehrsaufkommens im Jahresverlauf 2020 beispielhaft für die Dauerzählstelle Theodor-Heuss-Str. Starke Rückgänge im Verkehrsaufkommen waren hierbei insbesondere im Zeitraum des ersten Lockdowns zu verzeichnen, in etwas geringerem Maße dann wieder im zweiten Lockdown-Zeitraum Ende des Jahres. Zu sehen sind darüber hinaus der „typische" Einfluss der Schulferien und von Feiertagen. Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen ergänzend den Tagesgang der Verkehrsstärke an dieser DZS für verschiedene Zeiträume des Jahres 2020. Besonders stark verringert sich der Kfz-Verkehr vor allem in der morgendlichen und nachmittäglichen Hauptverkehrszeit, da insbesondere Arbeits- und Ausbildungs-/Bildungswege, aber auch Freizeitwege betroffen waren.

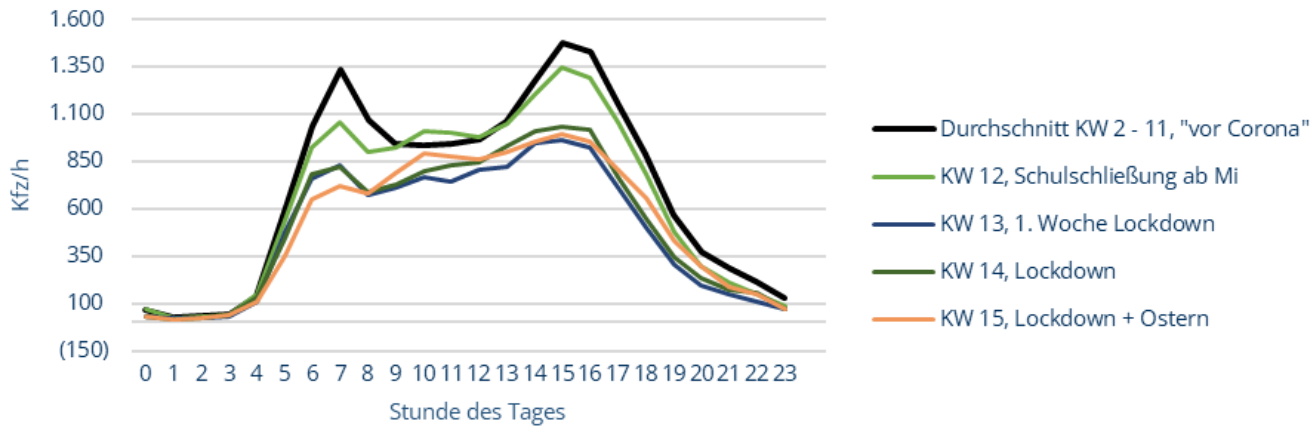
Abbildung 7 zeigt abschließend die monatsfeine Entwicklung des Verkehrsaufkommens an allen Leipziger Zählstellen mit hinreichender Datenverfügbarkeit im Zeitraum Januar 2019 – Februar 2021, jeweils als Abweichung zum Verkehrsaufkommenswert des Vorjahresmonats. Im April verringerte sich das Verkehrsaufkommen an den Leipziger Dauerzählstellen dabei mit ca. 30% weniger Verkehr über alle Zählstellen hinweg am stärksten. Im März 2020 sowie dann auch im Dezember 2020-Februar 2021 (2. Lockdown) war der Rückgang im Verkehrsaufkommen mit -16% bis 23% ebenfalls vergleichsweise stark.

Abbildung 4: Durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen in den KW 1- 53 des Jahres 2020 an der Dauerzählstelle Theodor-Heuss-Str., unterschieden nach „Normalwochen" (NW) und Ferien- oder Feiertagswochen



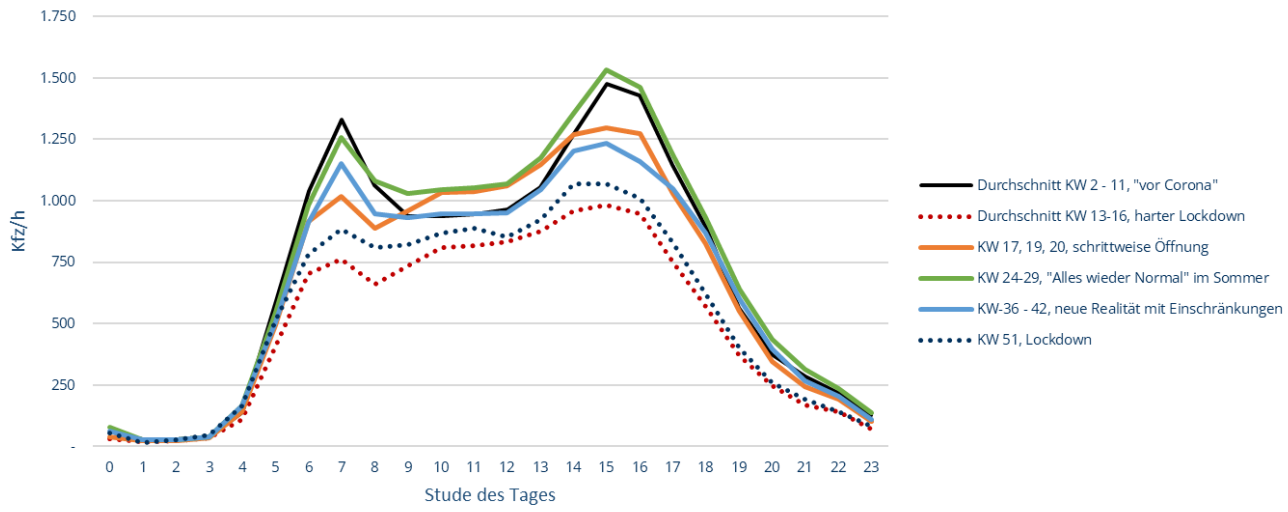
Quelle: eigene Darstellung, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, TU Dresden (Datenbasis: Stadt Leipzig (2021): Stundenwerte des Kfz-Verkehrsaufkommens an den Leipziger Dauerzählstellen für das Jahr 2020, bereitgestellt durch das Verkehrs- und Tiefbauamt Leipzig)

Abbildung 5: Verkehrsaufkommen an der DZS Theodor-Heuss-Str. im Tagesgang (Mittelwert der stündlichen Verkehrsaufkommens, Mo-Fr), dargestellt für verschiedene Kalenderwochen des Lockdowns



Quelle: eigene Darstellung, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, TU Dresden (Datenbasis: Stadt Leipzig (2021): Stundenwerte des Kfz-Verkehrsaufkommens an den Leipziger Dauerzählstellen für das Jahr 2020, bereitgestellt durch das Verkehrs- und Tiefbauamt Leipzig)

Abbildung 6: Verkehrsaufkommen an der DZS Theodor-Heuss-Str. im Tagesgang (Mittelwert des stündlichen Verkehrsaufkommens, Mo-Fr), dargestellt für verschiedene Zeiträume 2020



Quelle: eigene Darstellung, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, TU Dresden (Datenbasis: Stadt Leipzig (2021): Stundenwerte des Kfz-Verkehrsaufkommens an den Leipziger Dauerzählstellen für das Jahr 2020, bereitgestellt durch das Verkehrs- und Tiefbauamt Leipzig)

Abbildung 7: Entwicklung des Verkehrsaufkommens an den Leipziger Dauerzählstellen mit ausreichender Datenverfügbarkeit während der COVID-19-Pandemie (dargestellt als Abweichung des DTV des jeweiligen Monats vom DTV-Wert des Vorjahresmonats)

	Abweichung [%] des Verkehrsaufkommens im Vergleich zum Vorjahresmonat													
Zählstelle	Jan 20	Feb 20	Mrz 20	Apr 20	Mai 20	Jun 20	Jul 20	Aug 20	Sep 20	Okt 20	Nov 20	Dez 20	Jan 21	Feb 21
Adenauerallee	-2%	-1%	-21%	-25%	-16%	-9%			6%	0%			-29%	-29%
Brückenstraße		3%	-10%	-19%	-14%	-8%	2%	-2%				-4%	-17%	-17%
Jahnallee		-13%	-18%	-31%	-13%	-29%							-18%	-25%
Lützner Str.			-12%	-23%	0%	-13%	-7%	-14%	-14%	-5%	-13%	-13%	-20%	-23%
Prager Str._Muldentalstr.		1%	-16%	-25%	-2%	-3%	5%	14%	8%	3%	-7%	-18%	-25%	-22%
Rückmarsdorfer Str.			-6%	-26%	4%	10%	11%	-6%	0%	12%	0%	-22%		
Schleußiger Weg	5%	0%	-20%	-32%	-8%	-11%	-6%	-4%	-14%	-16%	-19%	-19%	5%	0%
Str. des 18. Oktober		4%	-19%	-32%		-9%	3%	-14%	-8%	3%	-21%	-20%	-28%	-28%
Th.-Heuss-Str.		-2%	-25%	-29%	-7%	18%	38%	17%	-9%	9%	-9%	-10%	-20%	-19%
Travniker Str.		1%	-21%	-37%	-18%	-17%		-20%	-13%	-9%	-12%	-8%	-18%	-18%
W.-Brandt-Platz		-3%	-24%	-31%	-21%	-19%	-13%							
W.-Leuschner-Platz		-4%	-25%	-35%	0%	1%	23%	23%	22%	40%	12%	-13%	-20%	-18%
Zöllnerweg		-2%	-16%	-17%	3%	11%	22%	19%	24%	14%	5%	-29%	-35%	-22%
untere Grenze Abweichung	5%													
obere Grenze Abweichung														
Abweichung über alle Zählstellen	2%	-3%	-19%	-29%	-12%	-9%	3%	2%	-1%	3%	-7%	-16%	-23%	-22%

Quelle: eigene Darstellung, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, TU Dresden (Datenbasis: Stadt Leipzig (2021): Durchschnittliches werktägliches Kfz- und Schwerverkehrsaufkommen an den Leipziger Dauerzählstellen 2014-2019, bereitgestellt durch das Verkehrs- und Tiefbauamt Leipzig)

A.5.1.3 Abschätzung der Auswirkungen der Entwicklung des Straßenverkehrs auf die akustischen Kennwerte

Wie bereits am Anfang beschrieben, können Veränderungen in der Lärmbelastung zwischen 2012 und dem Abschluss des vorliegenden Forschungsprojekts nur qualitativ abgeschätzt werden – eine adressgenaue Bestimmung ist ohne erneute Modellierung nicht möglich. Auf Basis der Messwerte der DZS kann im Mittel von einer Konstanz des Kfz-Verkehrsaufkommens zwischen 2012 und 2019 ausgegangen werden. Die laut Abbildung 2 teils lokal auftretenden Veränderungen des Kfz-Verkehrs von maximal +/-25% bewirken eine Veränderung der Mittelpegel um maximal +/- 1 dB. Die Zunahme des Verkehrsaufkommens in der Jahnallee führt, bei Konstanz aller anderen lärmbeeinflussenden Faktoren und gleichzeitiger Berücksichtigung des ebenfalls gestiegenen Schwerverkehrsanteils, zu einer Erhöhung der Mittelungspegel um ungefähr 2 dB. Die Verkehrsentwicklung an den anderen DZS bewirken Veränderungen der Mittelungspegel von weniger als +/- 1 dB.

Lokal können in Einzelfälle an den Wohnadressen der LIFE-Probanden merkliche Veränderungen der Lärmbelastung auftreten, z. B. bei Fahrbahnsanierungen (Kopfsteinpflaster), der Einführung von Geschwindigkeitsbegrenzungen, dem Bau von Lärmschutzwänden, aber auch sehr stark auf die Verkehrsnachfrage wirkende Maßnahmen, wie. z. B. konsequente Verkehrsberuhigungsmaßnahmen u. ä. Diese lokalen Veränderungen konnten allerdings an dieser Stelle nicht ortskonkret ermittelt werden. Beispielhaft wurden hierfür abschließend die Größenordnung der durch verschiedene Lärmschutzmaßnahmen erreichbare Veränderungen bei den Mittelungspegeln dargestellt (UBA 2015):

- Fahrbahnsanierung: Asphalt statt ebenes Pflaster bewirkt -2 bis -2,5 dB
- Fahrbahnsanierung: Asphalt statt Kopfsteinpflaster bewirkt -6dB bei 50km/h zulässige Höchstgeschwindigkeit, -3dB bei 30km/h
- Geschwindigkeitsbegrenzung: Tempo 30 statt Tempo 50 bewirkt -2,5 dB
- Verkehrsberuhigung: Reduzierung der Verkehrsmenge auf die Hälfte bewirkt -3 dB

Die dargestellten Veränderungen des Verkehrsaufkommens während der COVID-19-Pandemie führten im Schnitt ebenfalls zu Verringerungen der akustischen Mittelungspegel um ca. 1dB.

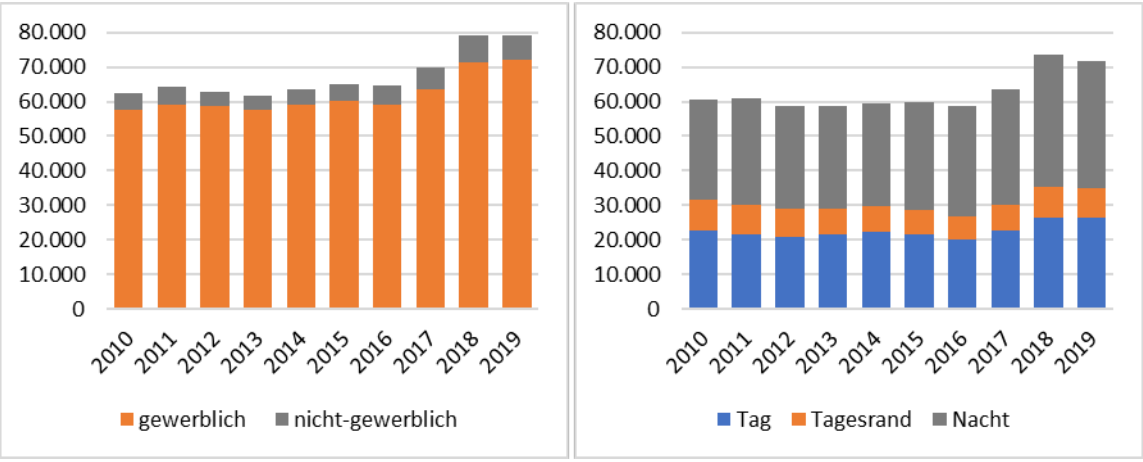
A.5.2 Luftverkehr

A.5.2.1 Entwicklung des Luftverkehrs zwischen 2012 – 2019

Der durch den Luftverkehr bedingte Lärm an einem bestimmten Immissionsort hängt vor allem von der Anzahl der Vorbeiflüge, der Geräuschemission der Luftfahrtzeuge sowie den Flugroutenverläufen ab. Statistiken zur Anzahl der Flugbewegungen an einzelnen Flughäfen werden in regelmäßigen Abständen durch den Flughafenverband ADV veröffentlicht. Auch der deutsche Fluglärmdienst e.V. (DFLD) sammelt und verbreitet statistische Daten zu den Flugbewegungen an einzelnen Flughäfen beispielsweise auf Basis von Transponderdaten. Für den Flughafen Leipzig/Halle stimmen die vom ADV sowie vom deutschen Fluglärmdienst e.V. veröffentlichten Flugbewegungsdaten gut überein, wobei die DFLD-Daten die Zahl der tatsächlichen Flugbewegungen leicht unterschätzt (im Vergleich zur ADV-Statistik -9% im Jahr 2019). Dafür aber genauere Informationen zur Verteilung der Flugbewegungen auf die Luftfahrzeugkategorien (leicht, mittel, schwer) und die Tageszeit bereitstellt.

Abbildung 8 zeigt die Entwicklung der Anzahl der jährlichen Flugbewegungen am Flughafen Leipzig/Halle.

Abbildung 8: Entwicklung der Anzahl der Flugbewegungen pro Jahr am Flughafen Leipzig/ Halle zwischen 2010 und 2019 unterschieden nach gewerblichen und nicht-gewerblichen Verkehren (links) und in Abhängigkeit von der Tageszeit (6-18 Uhr, 18-22 Uhr, 22-6 Uhr)

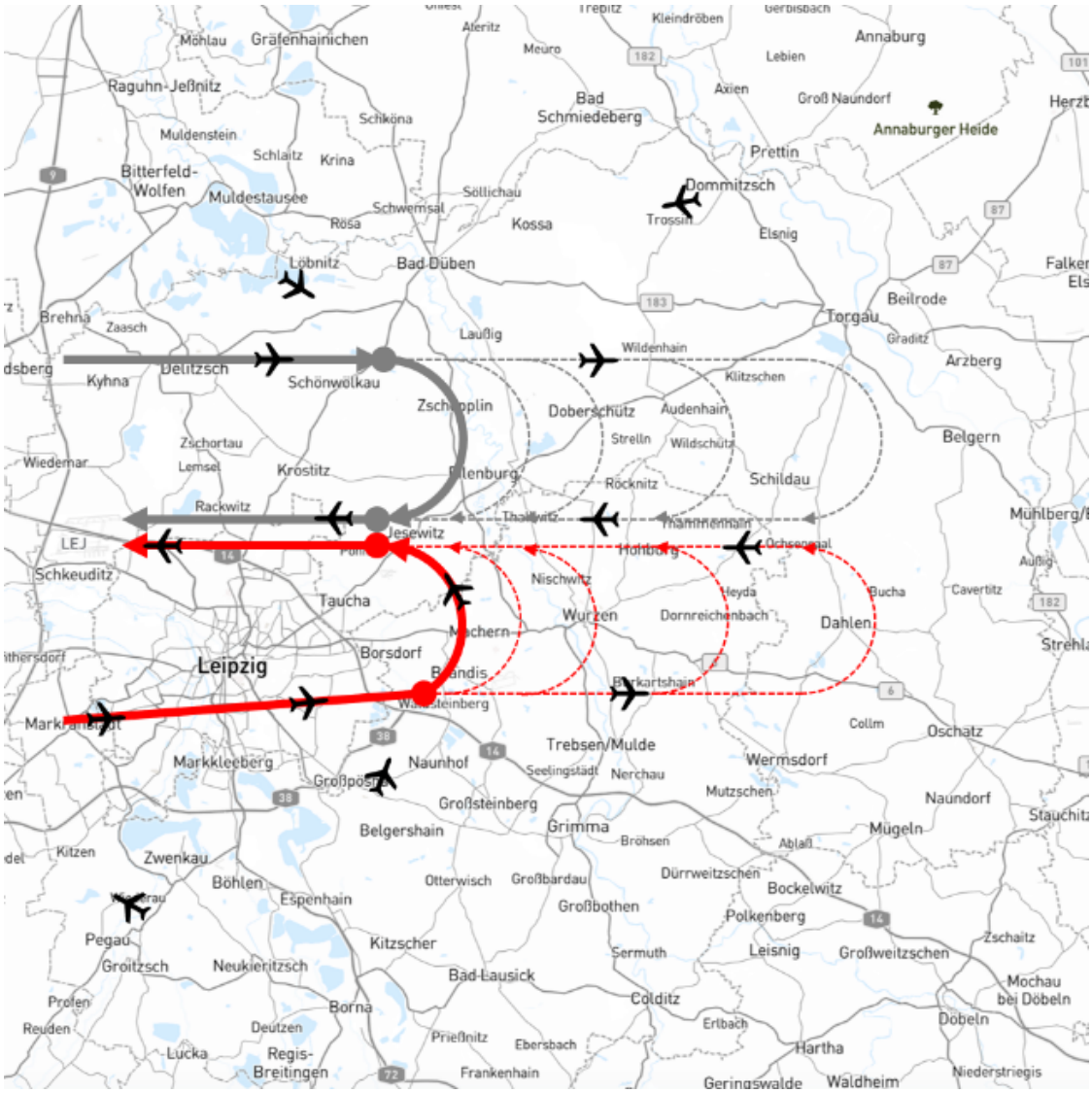


Quelle: eigene Darstellung, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, TU Dresden (Datenbasis: DFLD, 2022; ADV, 2022)

Zwischen 2012 und 2019 stieg die Anzahl der Flugbewegungen um 26%, sie lag 2019 bei durchschnittlich 216 Start- und Landevorgängen pro Tag. Ungefähr die Hälfte der Flugbewegungen entfällt dabei auf die Zeit von 22-6 Uhr, hauptsächlich im Luftfrachtverkehr. Dieser Anteil ist laut der Datenlage des DFLD zwischen 2014 und 2019 in etwa konstant geblieben.

Neben der Anzahl der Flugbewegungen bestimmen weitere Faktoren die Lärmbelastung am Immissionsort, insbesondere die genutzten Flugrouten und die Geräuschemission der Luftfahrzeuge. Auch bei diesen Einflussfaktoren gab es seit 2014 Veränderungen. Diese betrafen insbesondere die Einführung neuer Instrumenten-Anflugverfahren im Jahr 2015 (Point Merge) sowie 2020 (STAR). Beide Verfahren führten im Vergleich zu den bis 2015 genutzten Anflugverfahren zu einer Entlastung der südlichen Stadtteile Leipzigs vom Fluglärm, teils zu Lasten umgebender Gemeinden (Eilenburg, Markleeberg) (FLK 2016, 2020). Abbildung 9 bis Abbildung 11 zeigen die Anflugverfahren schematisch.

Abbildung 9: Anflugverfahren bis 2015 am Flughafen Leipzig/Halle

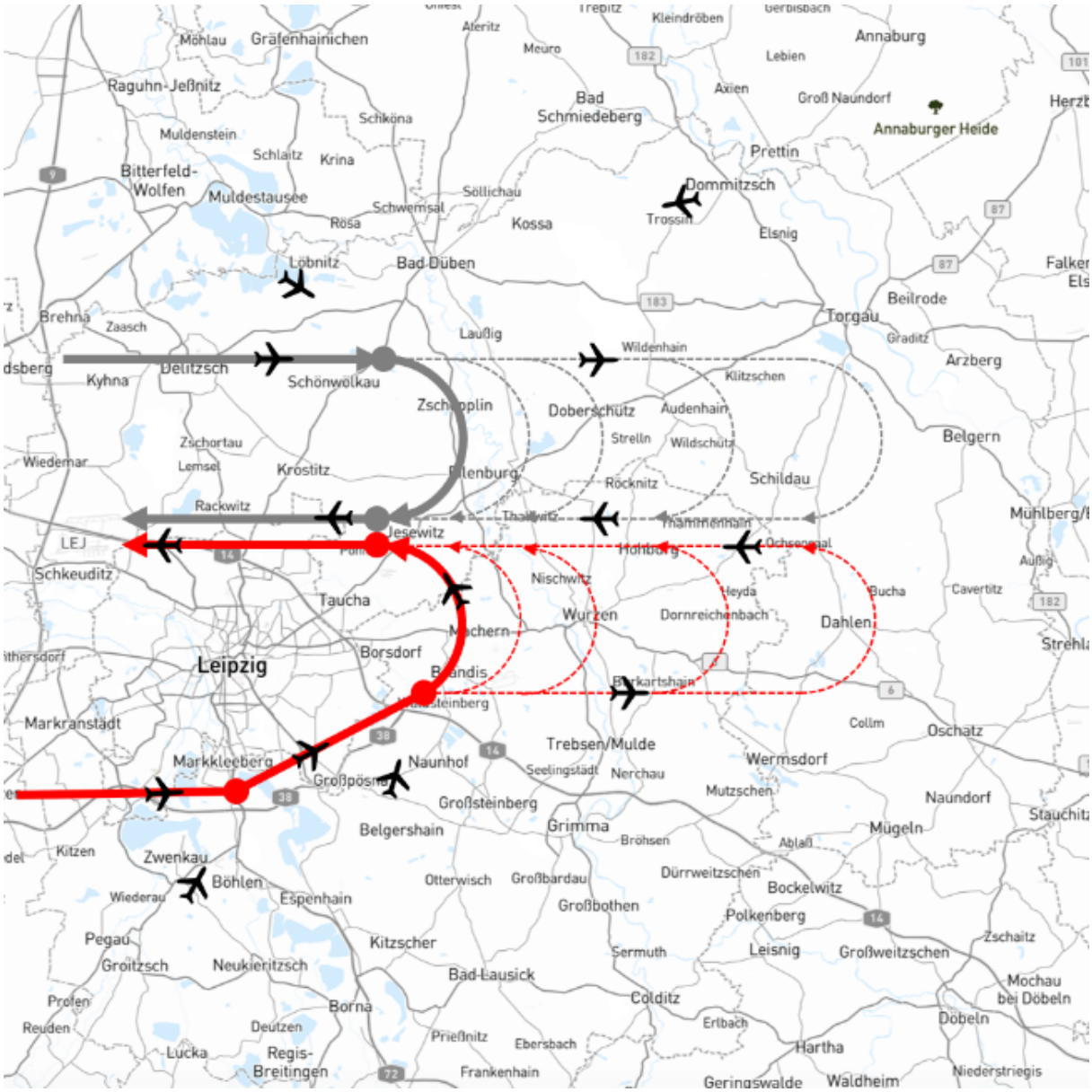


Quelle: Allianz gegen Fluglärm 2022. https://allianzgegenfluglaerm.de/

Abbildung 10: Anflugverfahren Point Merge 2015-2020 am Flughafen Leipzig/Halle

Quelle: Allianz gegen Fluglärm 2022. https://allianzgegenfluglaerm.de/

Abbildung 11: Anflugverfahren STAR seit 2020 am Flughafen Leipzig/Halle



Quelle: Allianz gegen Fluglärm 2022. https://allianzgegenfluglaerm.de/

Entsprechend der Protokolle der Fluglärmkommission des Flughafen Leipzig/Halle wurde zwischen 2013-2019 insbesondere der Einsatz von Antonov-Flugzeugen thematisiert. Die Transportflugzeuge AN 12 und AN 26 wurden in der Regel in den 1950er und 1960er Jahren für Militärtransporte gebaut, sind besonders laut und werden am Flughafen Leipzig/Halle unter anderem für Transportaufgaben der Bundeswehr sowie der Automobilzulieferer genutzt (Höhne, 2018).

Tabelle 14: Entwicklung der Anzahl Flugbewegungen AN 12 und AN 26 am Flughafen Leipzig/Halle (Quelle: Landesregierung Sachsen-Anhalt, 2018 sowie FLK, 2019, LfLUG, 2019)

	Flugbewegungen Antonov AN12, AN26	
Jahr	**Gesamt**	**Nachts**
2011	NA	2567
2015	856	489
2016	451	131
2017	655	85
2018 (Jan-Jul)	441	62
2019 (Jan – Sep)	22	NA

A.5.2.2 Entwicklung des Luftverkehrs während der Coronapandemie

Während der Corona-Pandemie wurde deutschlandweit ein Rückgang der Passagierzahlen im Luftverkehr um ~ 75%, verzeichnet; die Anzahl der Flugbewegungen sank um ca. 55% (ADV, 2021).

Aufgrund des hohen Anteils des Luftfrachtverkehrs am Flughafen Leipzig/Halle fiel der Rückgang der Flugbewegungen hier allerdings weniger stark aus. Tabelle 15 zeigt die Entwicklung der Flugbewegungen vor Beginn der COVID-19-Pandemie (Januar 2019 bis Februar 2020) sowie im Verlauf der Pandemie bis zum Abschluss der 2. Erhebungswelle der LIFE-Kohorte im Februar 2021. Der größte Rückgang des Luftverkehrs fand demnach mit -34% gegenüber dem Vorjahresmonat im Mai 2020 statt. Insgesamt verringerte sich die Anzahl der Flugbewegungen im Gesamtjahr 2020 gegenüber dem Vorjahr um 18%.

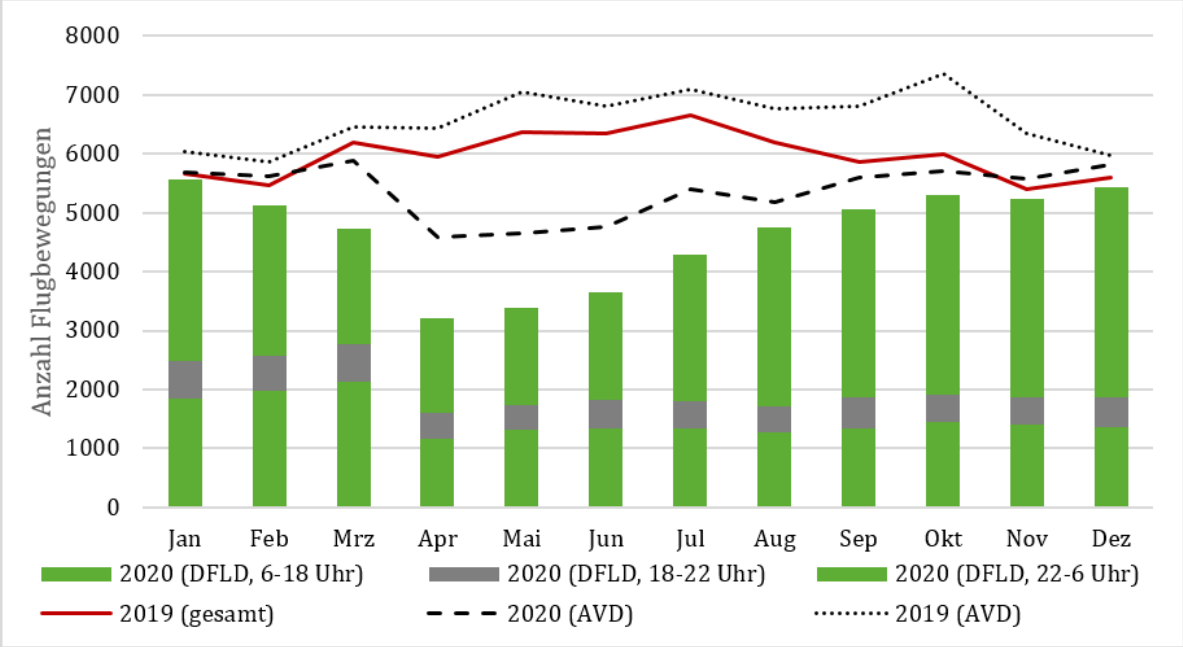
Tabelle 15: Flugbewegungen am Flughafen Leipzig/Halle während der Covid19-Pandemie (Quelle: ADV, 2022)

Monat	2019	2020	2021	Veränderung 2019 - 2020 [%]	Veränderung 2020 - 2021 [%]
Jan	6.043	5.682	5.144	-6%	-9%
Feb	5.852	5.617	4.871	-4%	-13%
Mrz	6.466	5.883		-9%	

Monat	2019	2020	2021	Veränderung 2019 - 2020 [%]	Veränderung 2020 - 2021 [%]
Apr	6.424	4.596		-28%	
Mai	7.056	4.650		-34%	
Jun	6.818	4.760		-30%	
Jul	7.089	5.404		-24%	
Aug	6.765	5.170		-24%	
Sep	6.799	5.607		-18%	
Okt	7.348	5.718		-22%	
Nov	6.344	5.569		-12%	
Dez	5.975	5.827		-2%	
Summe	**78.979**	**64.483**		**-18%**	

Abbildung 12 zeigt die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Verteilung der Flugbewegungen im Tagesverlauf detaillierter. Im Tagesverkehr erfolgte ein starker Rückgang der Flugbewegungen ab April 2020. Er nahm im Verlauf des Jahres 2020 auch nur langsam wieder zu. Der Nachtflugverkehr verringerte sich bei Beginn der COVID-19-Pandemie zunächst ähnlich, aber mit einem starken Einbruch bereits im März sogar noch etwas schneller. Allerdings erreichte die Anzahl der nächtlichen Flugbewegungen bereits im August 2020 wieder das Vorjahresniveau. Von September – Dezember 2020 überstieg die Anzahl der Flugbewegungen insbesondere durch den Aufschwung im Luftfrachtverkehr sogar das Vorjahresniveau. Zu beachten ist, dass Abbildung 12 auf den detaillierteren Daten des DFLD e.V. beruht. Die absolute Anzahl der berichteten Flugbewegungen ist hier sowohl für 2019 als auch 2020 etwas geringer als die Werte der ebenfalls dargestellten ADV-Statistik.

Abbildung 12: Verteilung der Flugbewegungen während der COVID-10-Pandemie am Flughafen Leipzig/Halle im Tagesverlauf

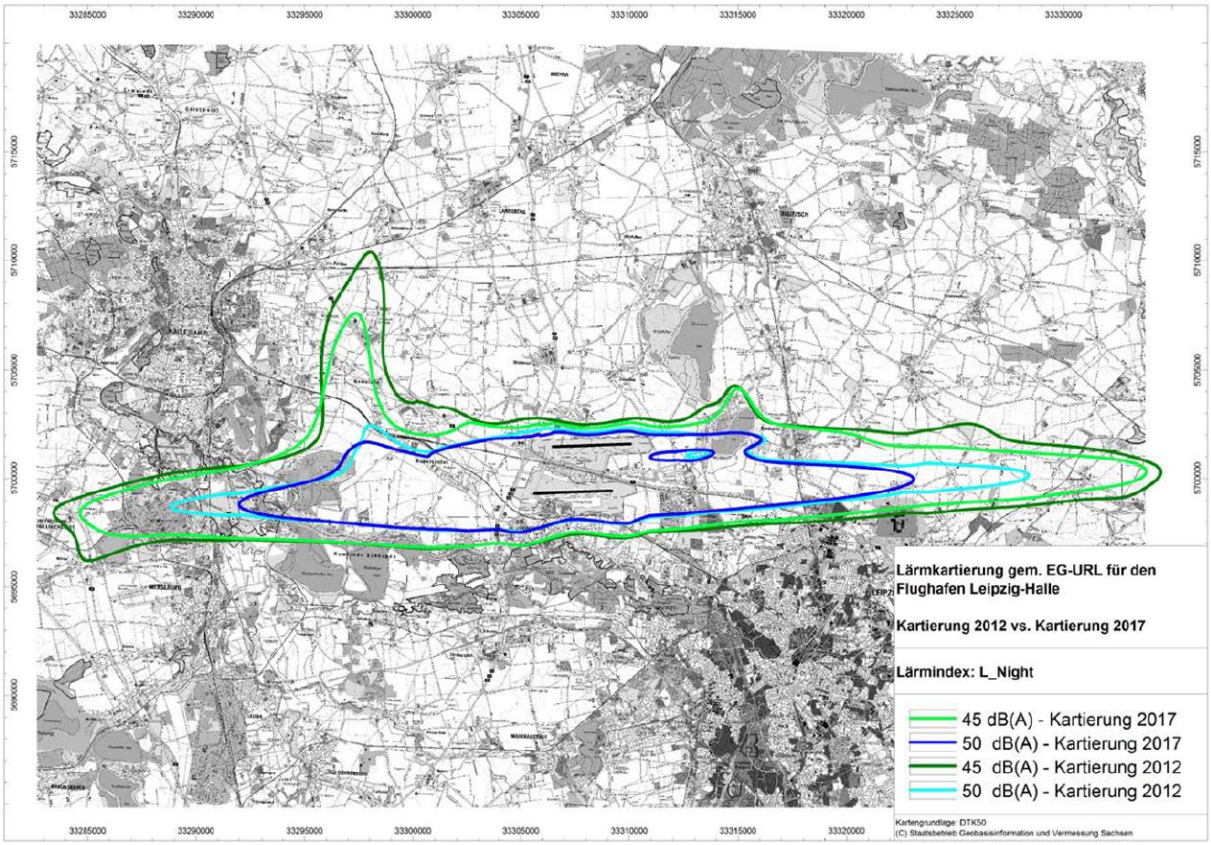


Quelle: eigene Darstellung, Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr, Lehrstuhl für Verkehrsökologie, TU Dresden (Datenbasis: DFLD, 2022; ADV, 2022)

A.5.2.3 Abschätzung der Auswirkungen der Entwicklung des Luftverkehrs auf die akustischen Kennwerte

Eine umfassende Einschätzung der Auswirkungen der beschriebenen Veränderungen im Luftverkehr am Flughafen Leipzig/Halle ist ohne explizite Modellierung nicht möglich. Der Bericht zur Lärmaktionsplanung am Flughafen 2017 zeigt allerdings, dass das geänderte Anflugverfahren sowie die Verringerung der Nutzung der Antonov-Flugzeugtypen AN12 und AN26 bei relativ konstanter Anzahl an Flugbewegungen bis zum Jahr 2015 zu einer leichten Verringerung der Lärmbelastung führte (LfLUG, 2019 sowie Abbildung 13).

Abbildung 13: Vergleich der Isophonen des Lärmindikators L_{Night} bei der Fluglärmkartierung 2012 vs. 2017



Quelle: LfULG, 2019: Lärmaktionsplanung. Maßnahmenkatalog am Flughafen Leipzig/Halle.

Der Anstieg der Flugbewegungen zwischen 2017 und 2019 um 26% würde unter der Annahme konstanter Flugrouten und einer unveränderten Flugzeugflotte einen Anstieg der Mittelungspegel L_{Day}, L_{Evening}, L_{Night} und L_{DEN} um ca. 1 dB bewirken (DFLD, 2022). Die pandemiebedingte Verringerung der Flugbewegungen im April-August 2020 um 24-34% bewirkt eine Reduzierung der Mittelungspegel in einem ähnlichen Umfang (-1 bis -1,8 dB). Legt man die Daten des DFLD zugrunde, reduzierte sich die nächtliche Fluglärmbelastung im Mai 2020, dem Monat mit dem größten Rückgang der Flugbewegungen zwischen 22 und 6 Uhr sogar um fast 3dB.

C) Quellenverzeichnis

ADV (2021): ADV-Monatsstatistik 12/2020. Online im Internet: https://www.adv.aero/wp-content/uploads/2015/11/12.2020-ADV-Monatsstatistik-1.pdf, zuletzt abgerufen am 23.03.2022.

ADV (2022): Archiv Verkehrszahlen. Online im Internet: https://www.adv.aero/service/downloadbibliothek/, zuletzt abgerufen am 23.03.2022.

DFLD (2020): Flughafen Jahresstatistik für die Region Leipzig/Halle. http://www.dfld.de/Mess/Language/MessR001.php, zuletzt zugegriffen am 23.03.2022

DFLD (2022): Leq-Rechner. Umrechnung Einzelschallpegel in Leq. http://www.dfld.de/Mess/LeqRechner.php

FLK (2020): Bericht zur 58. Sitzung der Kommission zum Schutz gegen Fluglärm und Luftschadstoffe (FLK) für den Flughafen Leipzig/Halle am 14.10.2020 – Stand 03.12.2020. Online im Internet: https://www.verkehr.sachsen.de/download/Bericht_58_LEJ_FLK.pdf, zuletzt abgerufen am 23.03.2022.

FLK (2019): Bericht zur 57. Sitzung der Kommission zum Schutz gegen Fluglärm und Luftschadstoffe (FLK) für den Flughafen Leipzig/Halle (FLH) am 10.10.2019. Online im Internet: https://www.verkehr.sachsen.de/download/Bericht_57.LEJ-FLK-Sitzung.pdf, zuletzt abgerufen am 23.03.2022.

FLK (2016): Bericht der 51. Sitzung der Kommission zum Schutz gegen Fluglärm und Luftschadstoffe (FLK) für den Flughafen Leipzig/Halle. Online im Internet: https://www.verkehr.sachsen.de/download/verkehr/51_Sitzung_02_11_2016.pdf , zuletzt abgerufen am 23.03.2022.

Höhne, S. (2018): Antonov-Frachtmaschinen über Leipzig: Krach um die Uraltflieger. In: Onlineangebot der Mitteldeutsche Zeitung, 26.06.2018. Online im Internet: https://www.mz.de/mitteldeutschland/leipzig/antonov-frachtmaschinen-uber-leipzig-krach-um-die-uraltflieger-1452370, zuletzt abgerufen am 23.03.2022.

Landesregierung Sachsen-Anhalt (2018): Antwort der Landesregierung auf eine Kleine Anfrage zur schriftlichen Beantwortung: Starts und Landungen von Transportflugzeugen der Typen Antonov AN 12 und AN 26 am Flughafen Leipzig/Halle. Drucksache 7/3365. 19.09.2018. Online im Internet: https://padoka.landtag.sachsen-anhalt.de/files/drs/wp7/drs/d3365sak.pdf, zuletzt abgerufen am 23.03.2022

LfULG (2019): Lärmaktionsplanung. Maßnahmenkatalog am Flughafen Leipzig/Halle. Online im Internet: https://www.schkeuditz.de/downloads/datei/OTAwMDAxMDkzOy07L3Vzci9sb2NhbC9odHRwZC92aHRkb2NzL3NjaGtldWRpdHovc2Noa2V1ZGl0ei9tZWRpZW4vZG9rdW1lbnRlLzE5MDQwM19tYXNzbmFobWVua2F0YWxvZ19mbHVnbGFlcm1fbGVpcHppZ19oYWxsZV8ucGRm, zuletzt abgerufen am 23.03.2022.

UBA (2015): Handbuch Lärmaktionspläne Handlungsempfehlungen für eine lärmmindernde Verkehrsplanung – UBA Text 81/2015. Online im Internet: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_81_2015_handbuch_laermaktionsplaene.pdf, zuletzt abgerufen am 23.03.2022