

Web-Supplement

Methoden

Population

Das Eisenbahnbundesamt hat auf der Basis von Schienenverkehrsdaten (2008) Lärmkarten und entsprechende Statistiken entwickelt, die für Strecken mit einem Verkehrsaufkommen von mehr als 30.000 Zügen die auf Zehnerstellen gerundete Anzahl der durch Schienenlärm in der Nacht ab >45 dB(A) Leq belastete Bevölkerung in 5dB(A)-Klassen ausweisen [1]. Diese Statistiken wurden für den Verlauf des deutschen Teils der Transversale Rotterdam-Genua zusammengefasst. Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Lärmstatistik für den Ballungsraum Köln. Aus 68 solcher Einzelstatistiken, darunter 17 Ballungsräumen, im Bereich der Transversale Rotterdam-Genua ergab sich eine insgesamt durch Schienenlärm in der Nacht belastete Population von 3.643.810. Anhand der Verteilung nächtlichen Schienenlärms in 1-dB(A)-Klassen des Screeningsprojektes des Landesuntersuchungsamtes NRW für den Bereich der Stadt Köln, des Rhein-Sieg-Kreises und des Rheinisch-Bergischen Kreises wurden aus den Daten des EBA 1-dB(A)-Klassen für die durch nächtlichen Schienenlärm belastete Population berechnet. Die für die vier Bundesländer zusammengefasst berechnete Bevölkerungsstruktur (Datum 31.12.2010) wurde zur Berechnung der Population im Alter zwischen 40 und 84 Jahren herangezogen. Die sich daraus ergebende Studienpopulation weist 1.893.140 Männer und Frauen aus (Tabelle 1).

Diese Altersbegrenzung erscheint in Hinblick auf die Ergebnisse der Fall-Kontroll-Studie zu fluglärmbedingten Erkrankungen im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn [2] plausibel und zwingend, da signifikant erhöhte Erkrankungsrisiken lediglich für diese Altersgruppen ermittelt werden konnten.

Erkrankungen

Kostenberechnungen können nur für solche Erkrankungen vorgenommen werden, deren Auftreten mit nächtlichem Fluglärm assoziiert ist. Im Rahmen der Kostenprognose werden nur Erkrankungen, die sich in den Köln-Bonner-Untersuchungen als bedeutsam erwiesen haben, berücksichtigt:

- Herz- und Kreislaufkrankheiten (Myokardinfarkt, koronare Herzkrankheit, Myokardinsuffizienz, Apoplex),
- Diabetes mellitus (Typ I und Typ II),
- Demenz und Morbus Alzheimer,
- Depression,
- Psychosen und Schizophrenie,
- Niereninsuffizienz.

Die Analysen wurden für beide Geschlechter kombiniert durchgeführt.

Der Schätzung der Odds Ratios in den Köln-Bonner Studien lagen folgende Einflussfaktoren zugrunde:

- Nächtlicher Fluglärm (23-1 Uhr),
- Alter,
- Interaktion zwischen Alter und nächtlichem Fluglärm,
- Nächtlicher Straßenverkehrslärm,
- Nächtlicher Schienenlärm,
- Sozialhilfeshäufigkeit des Ortsteils bzw. des Stadtteils,
- Dichte von Alten- und Pflegeheimplätzen bezogen auf die Bevölkerung ab dem 65. Lebensjahr,
- Fehlen der Möglichkeit der Finanzierung von Lärmschutz durch den Flughafen Köln-Bonn.

Bei sämtlichen kardiovaskulären Krankheiten in Kombination und bei Demenz und Morbus Alzheimer wurden zur Berechnung der Odds Ratios als Proxy-Variable für kardiovaskuläre Risikofaktoren gleichzeitig oder vorhergehende spezifische Arzneimittelverordnungen berücksichtigt, die als Indikatoren für bestehende Risikofaktoren betrachtet werden können (Antihypertensiva, Lipidsenker, Insulin, orale Antidabetika, Antidepressiva, Neuroleptika).

Schätzung der Krankheitskosten

Das Statistische Bundesamt führt Berechnungen der Krankheitskosten durch. Dabei werden aus verschiedenen Datenquellen Kostenarten zusammengeführt und nach Diagnosegruppen ausgewertet. Diese Berechnungen sind online verfügbar [4]. Für die Kostenermittlung wurden vom Statistischen Bundesamt für das Kalenderjahr 2008 Krankheitskosten für beide Geschlechter in 10-Jahres-Altersgruppen zur Verfügung gestellt. Analog zum Anteil der Prävalenz der untersuchten Diagnosegruppen in 1-Jahres-Altersklassen wurden die Kosten für 1-Jahres-Altersklassen geschätzt. Aus den Krankheitskostenrechnungen der Jahre 2002 bis 2008 wurde eine Teuerungsrate geschätzt. Diese wurde bei der Schätzung der Krankheitskosten für die Jahre 2012 bis 2021 fortgeschrieben. Die dem nächtlichen Fluglärm zuschreibbaren Kostenanteile (Attributivanteil) wurden für jede Diagnosegruppe jeweils für prävalente als auch für inzidente Erkrankungsfälle geschätzt. Dabei wurden jeweils nur solche Odds Ratios verwendet, deren Untergrenze des Vertrauensbereichs über 1.0 lag. Bei einer Prognose über mehrere Kalenderjahre ist neben der Teuerungsrate zusätzlich zu berücksichtigen, dass ein bestimmter Anteil von Erkrankten im Laufe eines Kalenderjahres verstirbt.

Für alle analysierten Diagnosen musste auf internationale Literatur zurückgegriffen werden, da keine Überlebensraten für einen Zeitraum von 10 Jahren aus deutschen Quellen publiziert worden sind. Für Herz- und Kreislaufkrankheiten wurden die Publikationen von Jhund et al. [6], Capewell et al. [7] und Schissel et al. [8] herangezogen, für Depressionen die Publikation von Chang et al. [9], für Psychosen und Schizophrenie die Publikation von Laursen et al. [10], für Demenz die Publikation von Rait et al. [11] und für Diabetes mellitus die Publikation von Gu et al. [12], sowie für Niereninsuffizienz der Bericht des Jahres 2013 des Renal Data System der USA [13].

Aus den globalen Krankheitskosten nach den Angaben des Statistischen Bundesamtes wurden die Kosten pro Person durch Division der Kosten in den einzelnen Alterskategorien durch die Bevölkerung der Bundesrepublik im Jahre 2008 in den entsprechenden Altersklassen berechnet. Diese Berechnung ergab die Kosten pro Person

(der Bevölkerung). Für das Umfeld des Flughafens Frankfurt war die Anzahl von Personen in jeder dB(A)-Belastungsklasse und für jede 1-Jahres-Altersklasse ermittelt worden (s.o.). Durch Multiplikation der entsprechenden Population mit den Kosten pro Person ergaben sich die Gesamtkosten für die jeweilige Altersklasse nach dB(A)-Belastungsklassen. Unter Anwendung der Prävalenzraten wurde für jede dieser Klassen die Anzahl von prävalenten Erkrankungsfällen ermittelt. Die Division der Gesamtkosten durch die Anzahl der prävalenten Fälle ergab die Kosten pro Erkrankungsfall. Angewendet auf die attributablen prävalenten und inzidenten Erkrankungsfälle errechneten sich die attributablen Krankheitskosten.

Schätzung von Attributiv-Fällen und attributabler Mortalität: Aus den 1-dB(A)-Belastungsklassen-Populationen wurde der attributable Anteil geschätzt:

$$AR = \frac{OR - 1}{OR} ,$$

wobei AR den Attributiv-Anteil und OR die Odds Ratio für die entsprechende 1-dB(A)-Belastungsklasse und die 1-Jahres-Altersgruppe bezeichnet. Der in den einzelnen Prognose-Jahren attributable Anteil von Verstorbenen wurde durch Anwendung der altersentsprechenden Letalitätsfraktion auf die Anzahl attributabler Erkrankungsfälle ermittelt.

Abbildung 1. Lärmbelastung der Population durch Schienenlärm für den Ballungsraum Köln (Ausschnitt).



Tabellen

Tabelle1. Population im deutschen Teil der Transversale Rotterdam-Genova im Alter zwischen 40 – 84 Jahren (Datenbasis: Lärmstatistiken des Eisenbahnbundesamtes, Populationsstruktur der Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg)

Alter	dB(A) Leq nächtlicher Schienenlärm								
	46-50	51-55	56-60	60-61	66-70	71-75	76-80	81-87	Summe
40-44	159856	83439	25151	10940	4453	1708	665	275	286487
45-49	168541	87972	26519	11534	4697	1801	700	291	302055
50-54	148111	77308	23304	10136	4127	1583	616	255	265440
55-59	126913	66244	19969	8685	3536	1357	529	219	227452
60-64	109587	57200	17242	7500	3054	1171	455	188	196397
65-69	98739	51538	15536	6758	2752	1056	412	171	176962
70-74	112683	58816	17729	7711	3140	1204	469	195	201947
75-79	75779	39553	11923	5186	2110	809	316	131	135807
80-84	56128	29296	8831	3841	1565	601	234	97	100593
Summe	1056337	551366	166204	72291	29434	11290	4396	1822	1893140

Web-Supplement zu Krankheitsfaktor Schienenlärm
(Gesundheitswesen 2014; 76: 1-3)

Tabelle 2. Spezifische kardiovaskuläre Erkrankungen (Myokardinfarkt, Myokardinsuffizienz, koronare Herzkrankheit, Apoplex) - Prävalenz, Schienenlärm-attributable Fälle, Todesfälle und Krankheitskosten 2012-2021 (Männer und Frauen im Alter von 40-84 Jahren)

Alter	Prävalenz			attributive Inzidenz über 10 Jahre (2012 - 2021)		Kosten kumulativ 2012 - 2021 (Millionen €)
	Fälle (2012)	Attributive Fälle (2012)	... davon verstorben (2012-2021)	Fälle	... davon verstorben	
40-44	3417	521	181	282	72	65,4
45-49	7149	983	341	508	130	125,8
50-54	11203	1362	472	663	170	134,3
55-59	15734	1657	814	829	302	168,6
60-64	17766	1577	774	901	329	185,5
65-69	24770	1738	1121	997	486	156,9
70-74	41685	2135	1377	215	105	112,5
75-79	34885	195	162	35	24	1,9
80-84	31675	3	2	4	2	0,1
. Summe	188284	10170	5244	4432	1621	951,0

Web-Supplement zu Krankheitsfaktor Schienenlärm
(Gesundheitswesen 2014; 76: 1-3)

Tabelle 3. Demenz/M. Alzheimer - Prävalenz, Schienenlärm-attributable Fälle, Todesfälle und Krankheitskosten 2012-2021 (Männer und Frauen im Alter von 40-84 Jahren)						
Alter	Prävalenz			attributive Inzidenz über 10 Jahre (2012 - 2021)		Kosten kumulativ 2012 - 2021 (Millionen €)
	Fälle (2012)	Attributive Fälle (2012)	... davon verstorben (2012 - 2021)	Fälle	... davon verstorben	
40-44	59	18	1	41	1	2,0
45-49	115	33	2	57	2	5,1
50-54	198	54	5	90	5	9,3
55-59	281	71	10	123	10	13,6
60-64	489	114	23	233	26	30,3
65-69	1345	283	93	552	102	51,0
70-74	4227	803	360	1429	364	153,2
75-79	5740	963	678	1690	696	249,1
80-84	9208	1323	1288	1151	677	326,0
Summe	21662	3663	2460	5366	1882	839,6

Web-Supplement zu Krankheitsfaktor Schienenlärm
(Gesundheitswesen 2014; 76: 1-3)

Tabelle 4. Niereninsuffizienz - Prävalenz, Schienenlärm-attributable Fälle, Todesfälle und Krankheitskosten 2012-2021 (Männer und Frauen im Alter von 40-84 Jahren)						
Alter	Prävalenz			attributive Inzidenz über 10 Jahre (2012 - 2021)		Kosten kumulativ 2012 - 2021 (Millionen €)
	Fälle (2012)	Attributive Fälle (2012)	... davon verstorben (2012 - 2021)	Fälle	... davon verstorben	
40-44	666	154	96	347	138	16,0
45-49	1080	236	147	578	230	16,7
50-54	1591	327	262	768	399	26,3
55-59	2080	402	322	930	483	20,9
60-64	2911	524	470	1247	763	32,5
65-69	4630	766	722	1724	1163	41,0
70-74	8728	1331	1298	2785	2090	74,0
75-79	9248	1284	1252	2703	2029	45,5
80-84	9342	1158	1150	2482	2075	61,2
Summe	40277	6182	5719	13564	9370	334,0

Web-Supplement zu Krankheitsfaktor Schienenlärm
(Gesundheitswesen 2014; 76: 1-3)

Tabelle 5. Psychosen - Prävalenz, Schienenlärm-attributable Fälle, Todesfälle und Krankheitskosten 2012-2021 (Männer und Frauen im Alter von 40-84 Jahren)						
Alter	Prävalenz			attributive Inzidenz über 10 Jahre (2012 - 2021)		Kosten kumulativ 2012 - 2021 (Millionen €)
	Fälle (2012)	Attributive Fälle (2012)	... davon verstorben (2012 - 2021)	Fälle	... davon verstorben	
40-44	1928	404	27	1218	43	131,6
45-49	1933	372	41	1133	66	122,1
50-54	1652	288	52	892	88	97,9
55-59	1005	156	17	497	29	58,4
60-64	812	110	17	351	29	42,4
65-69	784	54	13	132	17	14,2
70-74	965	8	2	28	5	2,7
75-79	709	-	-	2	-	0,2
80-84	620	-	-	0	-	-
Summe	10407	1390	168	4253	277	469,5

Web-Supplement zu Krankheitsfaktor Schienenlärm
(Gesundheitswesen 2014; 76: 1-3)

Tabelle 6. Depression - Prävalenz, Schienenlärm-attributable Fälle, Todesfälle und Krankheitskosten 2012-2021 (Männer und Frauen im Alter von 40-84 Jahren)						
Alter	Prävalenz			attributive Inzidenz über 10 Jahre (2012 - 2021)		Kosten kumulativ 2012 - 2021 (Millionen €)
	Fälle (2012)	Attributive Fälle (2012)	... davon verstorben (2012 - 2021)	Fälle	... davon verstorben	
40-44	3.737	844	33	1.518	32	17,7
45-49	4.588	943	35	1.772	34	20,6
50-54	4.784	879	55	1.806	60	187,5
55-59	4.128	666	64	1.471	75	161,4
60-64	3.138	428	58	1.095	80	95,0
65-69	3.272	53	8	1.079	88	56,4
70-74	4.793	0	0	1.507	171	53,4
75-79	4.144	0	0	1.133	213	34,7
80-84	3.766	0	0	606	187	18,5
Summe	36.349	3.814	252	11.987	940	645,2

Web-Supplement zu Krankheitsfaktor Schienenlärm
(Gesundheitswesen 2014; 76: 1-3)

Tabelle 7. Diabetes - Prävalenz, Schienenlärm-attributable Fälle, Todesfälle und Krankheitskosten 2012-2021 (Männer und Frauen im Alter von 40-84 Jahren)						
Alter	Prävalenz			attributive Inzidenz über 10 Jahre (2012 - 2021)		Kosten kumulativ 2012 - 2021 (Millionen €)
	Fälle (2012)	Attributive Fälle (2012)	... davon verstorben (2012 - 2021)	Fälle	... davon verstorben	
40-44	4804	528	34	647	22	39,3
45-49	8963	856	94	1220	71	116,6
50-54	12958	1040	157	1503	122	165,1
55-59	18280	1192	266	1754	211	207,0
60-64	19033	846	194	483	56	116,2
65-69	23070	43	15	16	3	3,6
70-74	31888	3	1	-	-	0,2
75-79	21382	-	-	-	-	-
80-84	16922	-	-	-	-	-
Summe	157300	4507	760	5623	486	648,0

Web-Supplement zu Krankheitsfaktor Schienenlärm
(Gesundheitswesen 2014; 76: 1-3)

Tabelle 8. Nächtlicher Schienenlärm in Bremen: Vergleich adressgenauen Schienenlärms (Lärmkontor Hamburg) mit EBA-Lärmstatistik 2008				
Leq dB(A)	Bremen 2008		Bremen 2008	EBA 2008
<46	280.102			
46-50	85.882	>>>>>>	85.882	70.100
51-55	93.059		93.059	47.350
56-60	36.322		36.322	15.360
61-65	6.645		6.645	3.390
66-70	1.773		1.773	1.070
71+	189		189	730
			Summe Population mit Lärmdate	223.870
Summe	503.972			
Ohne Lärm- daten	12.463 [§]			
Summe Population Bremen 2008	516.435*			
<p>* Bremer Population 2008 (rekonstruiert aus Daten des Bremer Melderegisters [Bestand 1998 + Zuzüge 1998-2008 – Wegzüge 1998-2007 - Todesfälle 1998-2007]) [§] entsprechend 2.4% der Population, für die keine Lärmdate berechnet werden konnten.</p>				

Literatur

1. <http://laermkartierung.eisenbahn-bundesamt.de>
2. Greiser E, Greiser C. Risikofaktor nächtlicher Fluglärm. Abschlussbericht über eine Fall-Kontroll-Studie zu kardiovaskulären und psychischen Erkrankungen im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. (FKZ 3708 51 101). Schriftenreihe Umwelt und Gesundheit 01/2010.
3. http://www.gbebund.de/oowa921istall/servlet/oowa/aw92/WS0100/_XWD_FORMPROC?TARGET=&PAGE=_XWD_534&OPINDEX=14&HANDLER=_XWD_CUBE.SETPGS&DATACUBE=_XWD_560&D.000=3730&D.003=43
4. Jhund PS, MacIntyre K, Simpson CR et al. Long-term trends in first hospitalization for heart failure and subsequent survival between 1986 and 2003. A population study of 5.1 million people. *Circulation* 2009; 119:515-523.
5. Capewell S, Kivingston BM, MacIntyre K et al. Trends in case-fatality in 117.718 patients admitted with acute myocardial infarction in Scotland. *Eur Heart J* 2000; 21:1833-1840.
6. Schissel C, Berger AK, Luepker RV et al. Trends in nine-year survival of stroke patients between 1980 and 2000. The Minnesota Stroke Survey. Abstract MP 080. *Circulation* 2012;125: AMP080
7. Chang CK, Hayes RD, Broadbent M et al. All-cause mortality among people with serious mental illness (SMI), substance use disorders, and depressive disorders in southeast London: a cohort study. *BMC Psychiatry* 2010; 10:77.
8. Laursen TM, Munk-Olsen T, Nordentoft M et al. Increased mortality among patients admitted with major psychiatric disorders: A register-based study comparing mortality in unipolar depressive disorder, bipolar affective disorder, schizoaffective disorder, and schizophrenia. *J Clin Psychiatry* 2007; 68:899-907.
9. Rait G, Walters K, Bottomley C et al. Survival of people with clinical diagnosis of dementia in primary care: a cohort study. *BMJ* 2010; 341:c3584.
10. Gu K, Cowie KC, Harris MI. Mortality in adults with and without diabetes in a national cohort of the U.S. population 1971-1993. *Diabetes Care* 1998; 21:1138-1145.
11. USRDS Coordinating Center 2013. 2013 USRDS Annual Data Report. Atlas of chronic kidney disease in the United States. Vol. 1, S. 63ff. Morbidity and mortality in patients with CKD; Vol. 2, S. 263 ff. Mortality & survival; mortality in the general & ESRD populations.