

Wirkungen von Fluglärm auf kognitive Leistungen und Lebensqualität bei Kindern im Umfeld des Flughafens Frankfurt/Main: Ergebnisse aus der NORAH-Studie

Maria Klatter¹, Jan Spilski¹, Jochen Mayerl¹, Ulrich Möhler², Thomas Lachmann¹, Kirstin Bergström¹

¹ TU Kaiserslautern, 67663 Kaiserslautern, E-Mail: klatter@rhrk.uni-kl.de

² Möhler + Partner Ingenieure AG, 80336 München

Einleitung

Studien, die seit den 1990er Jahren an internationalen Flughafenstandorten durchgeführt wurden, deuten darauf hin, dass sich eine dauerhafte Belastung durch Fluglärm ungünstig auf die Entwicklung von Kindern auswirken kann [1, 2, 3, 4]. In diesen Studien zeigten sich übereinstimmend schlechtere Leseleistungen bei stark fluglärmexponierten Kindern; teilweise wurden auch negative Wirkungen auf Gedächtnis- und Aufmerksamkeitsleistungen sowie auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität berichtet. Im Rahmen der Lärmwirkungsstudie NORAH (Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health) wurde dies erstmals an einer großen Stichprobe von Kindern mit deutscher Unterrichtssprache untersucht. Neben den Leseleistungen wurden sprachliche Vorläuferfertigkeiten des Lesens einbezogen, um zu überprüfen, ob bzw. inwieweit ein etwaiger Effekt des Fluglärms auf die Leseleistungen durch Störungen der Entwicklung dieser Vorläuferfertigkeiten vermittelt wird [5].

Methode

Stichprobe: Nach einer schriftlichen Befragung aller 297 Grundschulen im Untersuchungsgebiet um den Flughafen Frankfurt/Main (40 dB(A) Dauerschallpegel-Kontur) wurden 29 Schulen für die Teilnahme ausgewählt. Es wurden Schulen zusammengestellt, die sich hinsichtlich der Fluglärmbelastung unterschieden, aber hinsichtlich soziodemographischer Faktoren (Sozialstruktur im Einzugsgebiet, Anteil von Kindern mit Migrationshintergrund) vergleichbar waren. Die am stärksten belasteten Schulen im Untersuchungsgebiet wurden als erste in die Stichprobe aufgenommen.

Die Studie wurde vom Hessischen Kultusministerium und Datenschutzbeauftragten genehmigt. 77 % der durch Elternabende und -briefe informierten Eltern stimmten der Studienteilnahme ihres Kindes zu. Insgesamt nahmen 1.243 Zweitklässler aus 85 Schulklassen teil. Wegen fehlender Werte in Teilen der Kinderuntersuchung oder im Elternfragebogen basiert die Auswertung der Leistungsdaten auf 1.090 Kindern (577 weiblich) und die Auswertung der Daten zur Lebensqualität auf 1.058 Kindern (545 weiblich). In beiden Gruppen betrug das mittlere Alter 8 Jahre, 4 Monate und der Anteil an Kindern mit Migrationshintergrund 60 %.

Auf Basis von Radaraufzeichnungen der Deutschen Flugsicherung (DFS) wurden die Fluglärmpegel an den Schulstandorten sowie adressengenau an den Wohnorten der Kinder für den Zeitraum von 12 Monaten vor der

Datenerhebung berechnet [6]. Zudem wurden die Straßen- und Schienenlärmpegel an den Schulen und Wohnorten berechnet und die Schalldämmung und Nachhallzeiten der Klassenräume mittels Schätzverfahren erhoben.

Testaufgaben und Fragebögen: Die Leseleistungen wurden anhand eines standardisierten Schulleistungstests für Grundschul Kinder mit deutscher Unterrichtssprache erhoben [7]. Der Test besteht aus den Subtests Wort-, Satz- und Textverständnis. Anhand der Normtabellen wurden die Subtest-Rohwerte jedes Kindes in Standardwerte umgewandelt (T-Werte; Mittelwert = 50; SD = 10). Durch Mittelung der resultierenden T-Werte wurde ein Gesamtestwert gebildet. Die sprachlichen Vorläuferfertigkeiten des Lesens wurden anhand von Testaufgaben zur Sprachwahrnehmung, zur phonologischen Bewusstheit, zum Kurzzeitgedächtnis und zum schnellen Abruf phonologischer Wortrepräsentationen erfasst [8]. Zudem wurden Aufgaben zum Langzeitgedächtnis und zu nichtsprachlichen Fähigkeiten eingesetzt. Die auditiven Testaufgaben wurden mittels einer Funkkopfhöreranlage mit speziellen Kinderkopfhörern mit 20 dB Außengeräuschdämmung durchgeführt, um zu gewährleisten, dass alle Kinder im Raum die Sprachsignale klar und deutlich hören konnten. Zudem konnte so eine Konfundierung etwaiger chronischer Fluglärmwirkungen mit Auswirkungen akuten Lärms während der Testung vermieden werden [2].

Die Kinderbefragung zur Lebensqualität umfasste das Wohlbefinden in der Schule (z.B. „In unserer Schule fühle ich mich wohl“) sowie Items zum körperlichen Wohlbefinden und zur Schlafqualität. Die Aussagen wurden von der Untersuchungsleiterin vorgelesen und von den Kindern durch Ankreuzen auf grafisch veranschaulichten 3- bis 4-stufigen Ratingskalen beantwortet (vgl. Abb. 1). Die Elternfragebögen umfassten neben Items zum körperlichen und psychischen Wohlbefinden der Kinder [9] Fragen zum Vorliegen von Erkrankungen und Entwicklungsauffälligkeiten sowie zur Soziodemographie (z.B. elterlicher Bildungsstand, Anzahl Kinderbücher im Haushalt, Migrationshintergrund).



	nie	manchmal	ganz oft
			
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 1: Grafisch veranschaulichte 3-stufige Ratingskala aus der Kinderbefragung.

Ablauf der Datenerhebung: Die Datenerhebung erfolgte im Frühjahr 2012. Die Kinder wurden jeweils im Klassenverband an einem Schulvormittag (3 bis 4 Unterrichtsstunden) untersucht. Für die Erhebung wurden die Tische in vier bis fünf Reihen frontal zum Lehrerpult aufgestellt. Zwischen benachbarten Sitzplätzen wurden Sichtschutze aufgestellt, um bewusstes Abschreiben oder Verunsicherung durch das Erkennen der Antworten der Tischnachbarn zu vermeiden. Der gesamte Testablauf wurde mit einer Bildschirmpräsentation unterstützt, in die auch die Sprachsignale für die auditiven Testaufgaben eingebunden waren. Zu Beginn der Untersuchung stellte die Versuchsleiterin das Team vor und informierte die Kinder über den Ablauf. Anschließend wurden die kodierten Testhefte an die Kinder ausgeteilt. Die Testaufgaben und Befragungen wurden in allen Klassen bei geschlossenen Fenstern durchgeführt. Zwischen den Aufgaben sowie in der Hofpause wurde stoßgelüftet.

Datenauswertung: Aufgrund der hierarchischen Datenstruktur erfolgte die statistische Auswertung anhand von Mehrebenenanalysen, wobei die Fluglärmpegel als kontinuierliche Prädiktorvariablen einbezogen wurden. In Mehrebenenanalysen werden Einflussfaktoren auf unterschiedlichen Hierarchieebenen separat berücksichtigt (Level 1: Kinder; Level 2: Schulklassen). Das unadjustierte Modell inkludierte ausschließlich den Fluglärm. Bei den Analysen der Leistungsdaten inkludierte das volladjustierte Endmodell die L2-Variablen Schalldämmung, Straßen- und Schienenlärm, Klassengröße, Klassenzusammensetzung und elterliches Engagement in schulischen Angelegenheiten sowie die L1-Variablen Alter, Geschlecht, nichtsprachliche Fähigkeiten, Sozialstatus, Migrationshintergrund, Anzahl Kinderbücher im Haushalt, und Sprachkenntnisse im Deutschen (Rating der Klassenlehrkraft). Die auf die Leseleistungen bezogenen Auswertungen inkludierten als zusätzliche L1-Variablen die z-transformierten Leistungsdaten der sprachlichen Testaufgaben Langzeitgedächtnis, schneller Abruf von Wortrepräsentationen und phonologische Bewusstheit. Bei den Analysen der Lebensqualität-Variablen inkludierte das volladjustierte Endmodell die L1-Variablen Alter, Geschlecht und elterlicher Sozialstatus. Die Mehrebenenanalysen wurden ergänzt durch Gruppenvergleiche zwischen gering (< 47 dB), mittel und hoch (≥ 55 dB) fluglärmexponierten Kindern.

Ergebnisse

Fluglärmpegel: Die berechneten Fluglärmpegel an den Schulen und Wohnorten sind in Tabelle 1 dargestellt. Es zeigten sich sehr hohe Korrelationen zwischen den Fluglärmpegeln an Schule und Wohnort ($r = 0,96$, $p < 0,001$) und zwischen den Tages- und Nachtpegeln am Wohnort ($r = 0,95$, $p < 0,001$). Die an stark vom Fluglärm betroffenen Schulen unterrichteten Kinder sind in aller Regel auch zu Hause und nachts durch Fluglärm belastet. Die vorliegende Studie ermöglicht daher keine Schlussfolgerungen bezüglich etwaiger differentieller Wirkungen des Fluglärms an der Schule vs. am Wohnort bzw. des Tages- und Nachtlärms am Wohnort.

Tabelle 1. Fluglärmpegel an Schulen und Wohnorten

Tagespegel Schulstandorte ($L_{pAS,eq,08-14}$)	Mittelwert (SD) Median (Range)	49.52 (6.12) 50.60 (39.10-58.90)
Tagespegel Wohnorte ($L_{pAS,eq,06-18}$)	Mittelwert (SD) Median (Range)	49.39 (6.17) 50.00 (40.00-60.90)
Nachtpegel Wohnorte ($L_{pAS,eq,20-06}$)	Mittelwert (SD) Median (Range)	44.79 (5.99) 45.58 (34.1-56.60)

Leseleistungen:

Im volladjustierten Modell zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Fluglärmbelastung an der Schule und verringerten Leseleistungen (s. Tab. 2). Dieser Zusammenhang war bezogen auf die Gesamtestwerte sowie bezogen auf die Werte in den Subtests „Wortverständnis“ und „Textverständnis“ statistisch signifikant nachweisbar. Die Expositions-Wirkungs-Beziehungen zwischen der Fluglärmexposition und der Beeinträchtigung im Leseverständnis zeigten keine bedeutsamen Abweichungen von der Linearität. Ein Anstieg der Fluglärmbelastung um 10 dB ging mit einer Verschlechterung der Gesamtleistung im Lesetest um einen T-Wert-Punkt (entsprechend 1/10 Standardabweichung) einher (vgl. Abb. 2). Bezogen auf den eingesetzten Lesetest bedeutet dies einen Rückstand in der Leseentwicklung von etwa einem Monat. Somit ist bei den am höchsten belasteten Kindern im Untersuchungsgebiet ($L_{A,eq,08-14} = 59$ dB) im Vergleich zu den am wenigsten belasteten Kindern ($L_{A,eq,08-14} = 39$ dB) mit einer Verringerung der Leistung im Gesamtest um zwei T-Wertpunkte, entsprechend einem Rückstand von etwa zwei Monaten, zu rechnen.

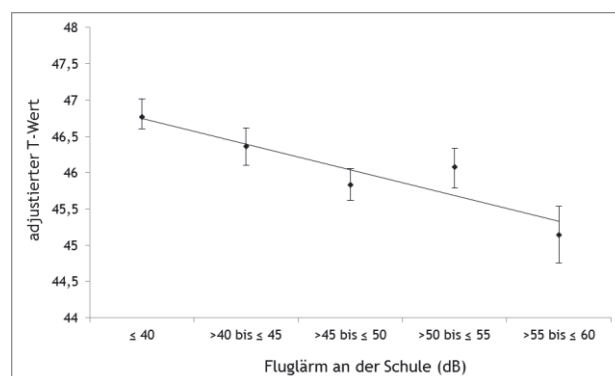


Abbildung 2: Expositions-Wirkungskurve zwischen Fluglärmbelastung am Schulstandort ($L_{A,eq,08-14}$) und adjustierten Lesetestwerten (Gesamttest, 95% CI)

Sprachliche Fähigkeiten: Bei den lautsprachlichen Testaufgaben (Sprachwahrnehmung, Kurz- und Langzeitgedächtnis, phonologische Bewusstheit, schneller Abruf von Wortrepräsentationen) konnte kein

Zusammenhang der Leistungen mit der Fluglärmbelastung an der Schule oder am Wohnort festgestellt werden.

Tabelle 2: Ergebnisse der Mehrebenen-Regressionsanalysen

Outcome-Variable	unadjustiert	volladjustiert
	b (SE); p	b (SE); p
Gesamtwert Lesetest	-0,081 (0,064); 0,103	-0,097 (0,050); 0,027
EB körp. WB	-0,012 (0,005); 0,011	-0,012 (0,005); 0,017
EB psych. WB	-0,010 (0,003); 0,001	-0,010 (0,003); 0,001
KB schulbez. WB	-0,011 (0,006); 0,087	-0,013 (0,006); 0,044
KB Kopf- oder Bauchschm.	0,006 (0,003); 0,041	0,007 (0,003); 0,034
KB gut schlafen	-0,006 (0,004); 0,087	-0,008 (0,004); 0,031

Anm: EB: Elternbeurteilung, KB: Kinderbeurteilung, WB: Wohlbefinden

Lebensqualität

Elternbeurteilungen

Die Elternbeurteilungen auf der Skala *Körperliches Wohlbefinden* (3 Items, z.B. „In den letzten 4 Wochen war mein Kind müde und schlapp“; Cronbach's $\alpha = 0,76$) fielen insgesamt positiv aus (5-stufige Skala, $M = 4,15$; $SD = 0,75$). Es zeigte sich jedoch im volladjustierten Modell ein signifikanter linearer Zusammenhang zwischen der Fluglärmbelastung am Wohnort und weniger günstigen Beurteilungen. Ein Anstieg des Fluglärms um 10 dB ging mit einer Verschlechterung der Beurteilungen um 0,12 Skaleneinheiten einher (s. Abb. 3). Ähnliche Befunde zeigten sich bezüglich der Skala *Psychisches Wohlbefinden* (6 Items, z.B. „In den letzten 4 Wochen war mein Kind schlecht gelaunt und quengelig“; Cronbach's $\alpha = 0,75$). Eine Zunahme des Fluglärmpegels am Wohnort ging mit einer statistisch signifikanten Verschlechterung der Beurteilungen um 0,1 Skaleneinheiten auf der 5-stufigen Skala einher (s. Tab. 2).

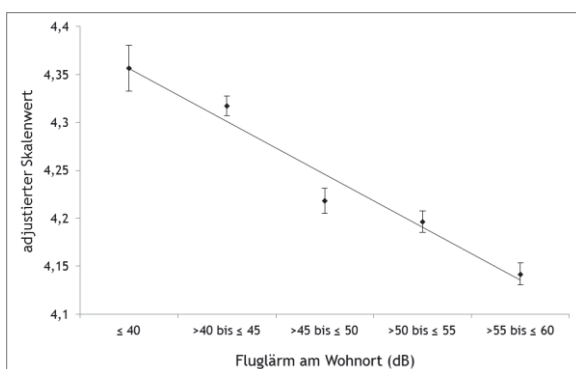


Abbildung 3: Expositions-Wirkungskurve Elternbeurteilung *Körperliches Wohlbefinden*: Adjustierte Skalenmittelwerte (95 % CI) für 5-dB-Bänder des Fluglärms am Wohnort ($L_{A,eq,06-18}$).

Weiterhin zeigte sich in relativ stark fluglärmexponierten Wohngebieten ein höherer Anteil von „Ja“-Antworten der Eltern auf die Fragen „Wurde bei Ihrem Kind einmal eine

Sprech- oder Sprachstörung ärztlich diagnostiziert?“ und „Nimmt Ihr Kind derzeit ärztlich verordnete Medikamente ein?“ (vgl. Tab. 3). Die Effekte können nicht auf einen niedrigeren Sozialstatus in der hoch exponierten Gruppe zurückgeführt werden (t-Tests, alle $p > 0,2$).

Tabelle 3: Prozentsatz von Ja-Antworten der Eltern in Abhängigkeit von der Fluglärmexposition am Wohnort

Variante	Fluglärm ($L_{A,eq,06-18}$)			$\chi^2(2)$
	< 47 dB	47 - <55 dB	≥ 55 dB	
Diagnose Sprech- o. Sprachstörung	10,3	7,9	14,2	7,3; $p < 0,05$
Verordnete Medikation	5,6	3,9	9,8	10,6; $p < 0,01$

Kinderbeurteilungen

Die Kinderbeurteilungen auf der Skala *Schulbezogenes Wohlbefinden* (5 Items, z.B. „In unserer Schule fühle ich mich wohl“; Cronbach's $\alpha = 0,78$) fielen insgesamt positiv aus (4-stufige Skala, $M = 3,27$ $SD = 0,79$). Es zeigte sich jedoch im volladjustierten Modell ein signifikanter linearer Zusammenhang zwischen der Fluglärmbelastung an der Schule und weniger günstigen Beurteilungen. Ein Anstieg des Fluglärms um 10 dB ging mit einer Verschlechterung der Beurteilungen um 0,13 Skaleneinheiten einher. Zudem zeigten sich mit zunehmender Fluglärmbelastung ungünstigere Beurteilungen auf den Items „In der letzten Woche hatte ich Kopf- oder Bauchschmerzen“ und „In der letzten Woche konnte ich gut schlafen“. Ein Anstieg des Fluglärms um 10 dB ging mit einer Verschlechterung der Beurteilungen um 0,07 bzw. 0,08 Punkte auf der 3-stufigen Antwortskala (*nie – manchmal – ganz oft*, vgl. Abb. 1) einher (s. Tab. 2).

Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden die Wirkungen chronischer Fluglärmbelastung auf Leseleistungen und sprachliche Vorläuferfertigkeiten des Lesens sowie auf die Lebensqualität bei Grundschulkindern im Rhein-Main-Gebiet untersucht. Nicht-fluglärmbezogene Einflussfaktoren, insbesondere familiärer Sozialstatus, Migrationshintergrund und Deutschkenntnisse der Kinder und Klassenzusammensetzung sowie die Belastung durch andere Lärmquellen (Straßen- und Schienenverkehr, Bau- und Raumakustik der Klassenräume) wurden mit größtmöglicher Sorgfalt kontrolliert. Durch den Einsatz außengeräuschdämmender Kinderkopfhörer konnte eine Konfundierung chronischer Fluglärmwirkungen mit Auswirkungen akuten Lärms während der Testung vermieden werden.

Es zeigten sich beeinträchtigende Effekte der Fluglärmexposition am Schulstandort (Level-2-Prädiktor) auf die Leseleistungen der Kinder. Die Verschlechterung der Leseleistung um 0,2 SD bei Zunahme des Fluglärmpegels um 20 dB entspricht der in der RANCH-Studie berichteten Effektstärke [4]. Es handelt sich zwar *statistisch* um eine geringe Effektstärke [10]; bezogen auf die Lernzeit bedeutet dies jedoch eine Verzögerung um zwei Monate bei Kindern, die erst seit 21 Monaten die Schule besuchen. Es ist zudem

unklar, wie sich diese Verschlechterung langfristig auf den Leseerwerbsprozess der Kinder – von denen die weitaus meisten der Fluglärmbelastung weiterhin ausgesetzt sein werden - auswirkt. Zur Beantwortung dieser Frage wäre eine Längsschnittuntersuchung der Kinder mit wiederholten Leistungsmessungen in den kommenden Schuljahren erforderlich.

Effekte des Fluglärms auf für das Lesen bedeutsame sprachliche Fertigkeiten konnten in der vorliegenden Studie nicht nachgewiesen werden. Somit wurden keine Anhaltspunkte dafür gefunden, dass die negative Wirkung des Fluglärms auf die Leseleistungen durch eine Beeinträchtigung von leserelevanten sprachlichen Fertigkeiten bedingt ist. Möglicherweise sind die hier eingesetzten Gruppentestverfahren aber auch nicht sensitiv genug, um subtile Beeinträchtigungen der leserelevanten sprachlichen Fertigkeiten signifikant zutage treten zu lassen. Weitere mögliche Mechanismen der Störwirkungen auf das Lesen sind Beeinträchtigungen der Erholung und des Schlafs sowie die von den Lehrkräften beschriebenen Beeinträchtigungen des Unterrichts (s. hierzu Beitrag zur NORAH-Lehrerbefragung in diesem Band [11]).

Es zeigten sich geringe, jedoch statistisch signifikante Effekte des Fluglärms auf die schulbezogene und gesundheitliche Lebensqualität der Kinder. Höhere Fluglärmexposition ging mit weniger positiven Schul- und Lerneinstellungen der Kinder, mit schlechteren Beurteilungen der Schlafqualität durch die Kinder sowie mit schlechteren Beurteilungen des körperlichen und psychischen Wohlbefindens durch die Kinder und Eltern einher. Aufgrund der geringen Effektgrößen und der Tatsache, dass das Befinden der Kinder von diesen selbst sowie von den Eltern insgesamt sehr positiv beurteilt wurde, erscheint die praktische Relevanz dieser Befunde zunächst fraglich. Es ist jedoch unklar, wie sich die gesundheitliche Lebensqualität der zum Zeitpunkt der Erhebung noch sehr jungen Kinder langfristig weiterentwickelt, wenn sie weiterhin unter derselben oder einer noch zunehmenden Fluglärmexposition aufwachsen.

Eltern aus hoch fluglärmexponierten Wohngebieten gaben häufiger an, dass bei ihrem Kind einmal eine Sprech- oder Sprachstörung ärztlich diagnostiziert wurde und dass ihr Kind derzeit ärztlich verordnete Medikamente einnimmt. Zwar zeigten sich keine Gruppenunterschiede bezüglich der Angaben zum Vorliegen körperlicher Erkrankungen und zu krankheitsbedingten Fehlzeiten der Kinder in der Schule, und die Kinder mit Diagnose einer Sprech- oder Sprachstörung unterschieden sich bezüglich der Leseleistungen nicht von den übrigen Kindern, was gegen das Vorliegen gravierender und persistierender Sprachentwicklungsstörungen spricht. Dennoch sollte diesen Befunden zeitnah in Folgeuntersuchungen, z.B. durch die Analyse von Krankenkassendaten, nachgegangen werden.

Die vorliegende Studie dokumentiert negative Auswirkungen von Fluglärm auf den Leseerwerb und die Lebensqualität von Grundschulkindern im Rhein-Main-Gebiet. Aufgrund der Tatsache, dass sich trotz der über frühere Studien hinausgehenden, umfassenden Kontrolle von

potentiellen Confoundern ein beeinträchtigender Effekt signifikant nachweisen ließ, kann davon ausgegangen werden, dass die Fluglärmbelastung im Rhein-Main-Gebiet tatsächlich einen kausalen Störfaktor bei der Leseentwicklung der Kinder darstellt. Die aus den vorliegenden Befunden zu ziehenden Handlungskonsequenzen hinsichtlich Schallschutz und kompensatorischer Maßnahmen sind auf politischer Ebene zu diskutieren.

Literatur

- [1] Clark, C. & Sörqvist, P.: A 3 year update on the influence of noise on performance and behavior. *Noise Health* 14 (2012), 292–296
- [2] Klatte, M., Bergström, K. & Lachmann, T.: Does noise affect learning? A short review of noise effects on cognitive performance in children. *Frontiers in Developmental Psychology* 4 (2013), 578
- [3] Bullinger, M., Hygge, S., Evans, G. W., Meis, M. & v. Mackensen, S.: The psychological cost of aircraft noise for children. *Zentralblatt für Hygiene und Umweltmedizin* 202 (1999), 127-138
- [4] Stansfeld, S.A., Berglund, B., Clark, C., Lopez-Barrio, I., Fischer, P., Ohrström, E., Haines, M.M., Head, J., Hygge, S., van Kamp, I. & Berry, B.F.: Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. *The Lancet* 365 (2005), 1942–1949
- [5] Evans, G. & Maxwell, L.: Chronic noise exposure and reading deficits: The mediating effects of language acquisition. *Environment and Behavior* 29 (1997), 638-656
- [6] Möhler, U., Liepert, M. & Mühlbacher, M.: NORAH-Erfassung der Verkehrsgeräuschexposition. Dokumentation zur Berechnung der akustischen Daten in Modul 3: „Wirkungen chronischer Fluglärmbelastung auf kognitive Leistungen und Lebensqualität bei Grundschulkindern. URL: <http://www.norahstudie.de/publikationen.epl>, letzter Download 24.03.2015
- [7] Lenhard, W. & Schneider, W.: ELFE 1-6: ein Leseverständnistest für Erst- bis Sechstklässler. Hogrefe, Göttingen, 2006
- [8] Klatte, M., Bergström, K., Spilski, J. & Mayerl, J.: Wirkungen chronischer Fluglärmbelastung auf kognitive Leistungen und Lebensqualität bei Grundschulkindern. Endbericht zur NORAH-Kinderstudie, 2014. URL: <http://www.laermstudie.de/ergebnisse/ergebnisse-kinderstudie/ueberblick/>, letzter Download 24.03.2015
- [9] Bullinger, M., Mackensen, S. & Kirchberger, I. KINDL - ein Fragebogen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Kindern. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie* 2 (1994), 64–77
- [10] Cohen, J.: A power primer. *Psychological Bulletin* 112 (1992), 155-159
- [11] Bergström, K., Spilski, J., Mayerl, J., Möhler, U., Lachmann, T. & Klatte, M.: Auswirkungen von Fluglärm an Grundschulen auf den Unterricht. Ergebnisse aus der Lehrerbefragung der NORAH-Kinderstudie. DAGA 2015, Nürnberg.