

ICANA-Health Conference
Frankfurt, 12.-13.11.2015



NORAH Modul 1

"Wirkungen von Verkehrslärm auf Belästigung & Lebensqualität"

Dirk Schreckenberg

ZEUS GmbH

Rainer Guski

Ruhr-Universität Bochum

Frank Faulbaum

SUZ GmbH, Duisburg

Lars Ninke

SUZ GmbH, Duisburg

Christin Peschel

ZEUS GmbH

Jan Spilski

TU Kaiserslautern

Jördis Wothge

ehem. Ruhr-Universität Bochum

Projektbeteiligte

Teilstudie "Belästigung & Lebensqualität"

Forschungsteam



Akustik, unterstützt durch



Durchführung der telefonischen Interviews



Konzept, Erhebungsinstrumente,
Auswertung Kombinationslärm



Konzept, Organisation, Auswertung
(Projektleitung der Teilstudie)

Interne Qualitätssicherung

Prof. Dr. August Schick

ehem. Universität Oldenburg

Dr. Rudolf Schuemer

ehem. FernUniversität Hagen

Dr. Berthold Vogelsang

Umweltministerium Niedersachsen

Inhalt

1. Aufgabenstellung / Studiendurchführung
2. Ergebnisse
 1. Zeitvergleich
 2. Standortvergleich
 3. Quellenvergleich
 4. Weitere Wirkungen
3. Bewertung / Fazit

Flughafenbezeichnung - IATA Code

Flughafen

BER = Berlin-Brandenburg



CGN = Köln/Bonn



FRA = Frankfurt



STR = Stuttgart



Teilstudie "Belästigung & Lebensqualität"

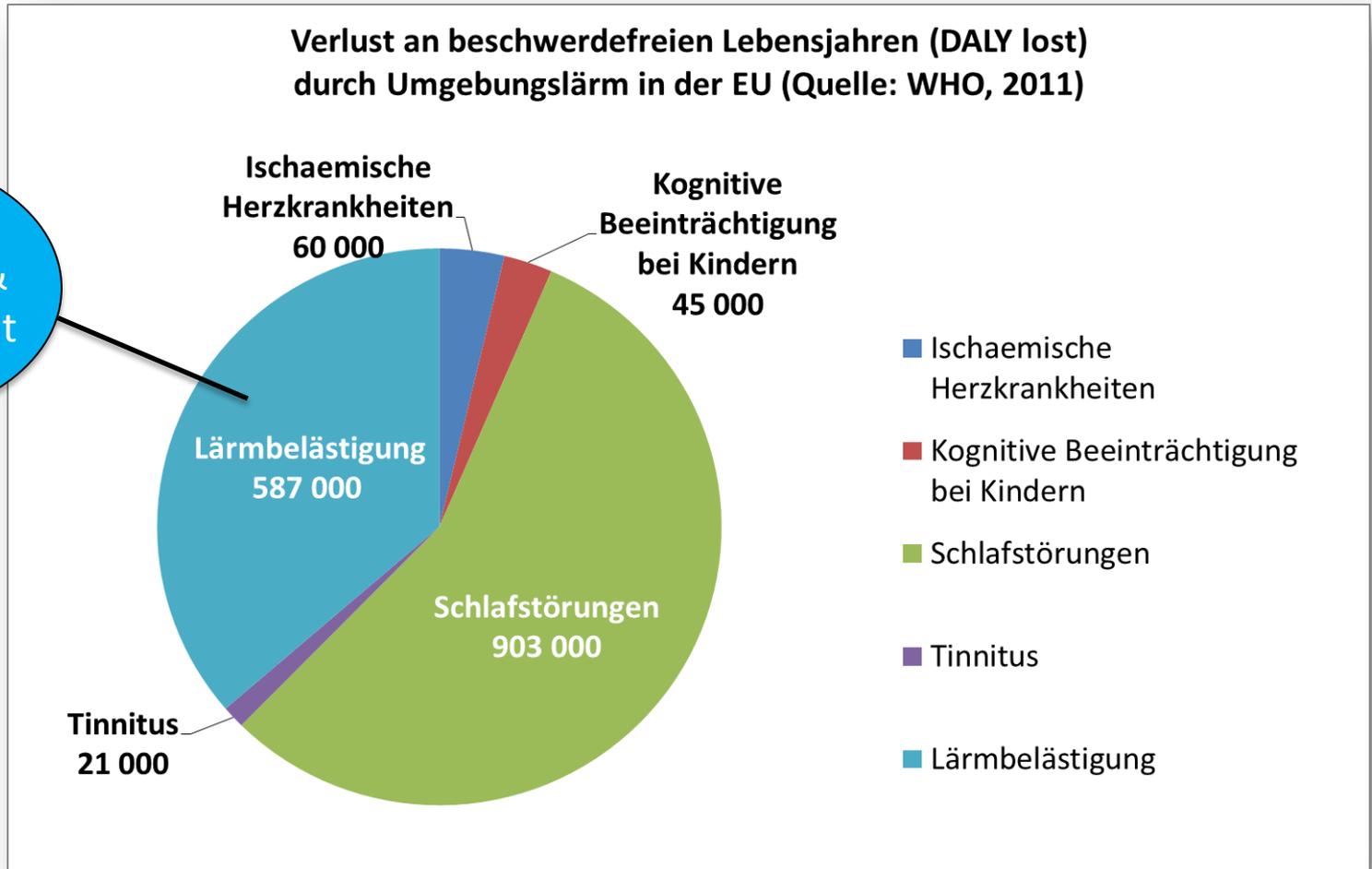
Aufgabenstellung, Hintergrund



WHO (2011): Auswirkung von Umgebungslärm auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität

WHO, 2011: Burden of disease from environmental noise

Modul 1
Belästigung &
Lebensqualität



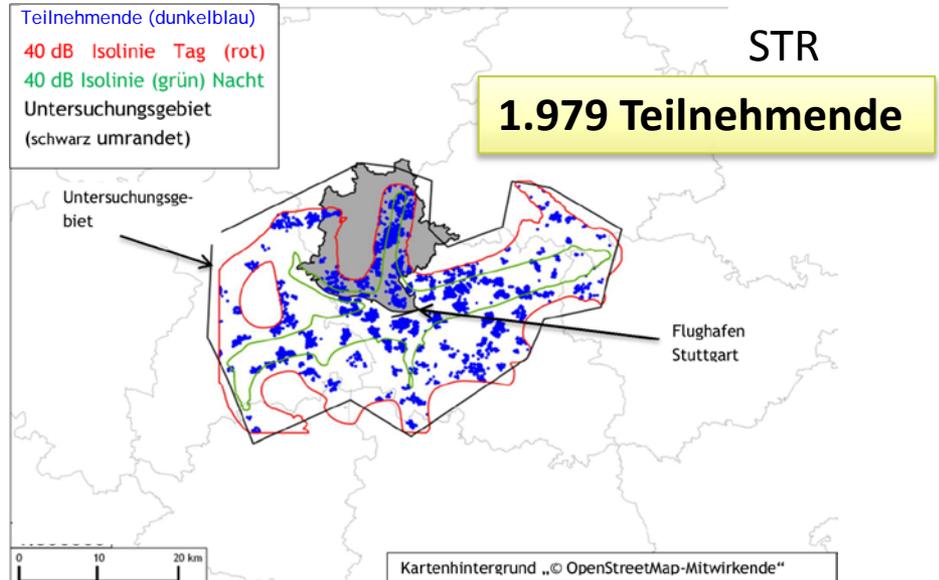
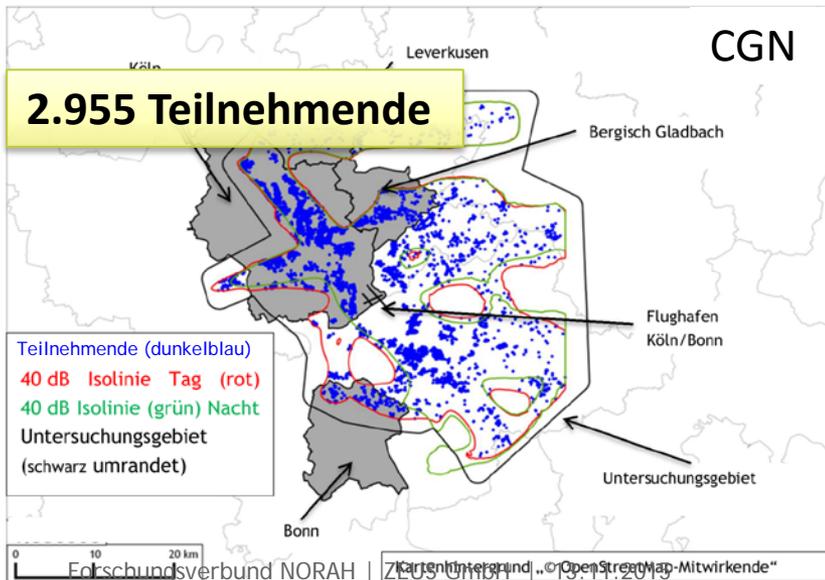
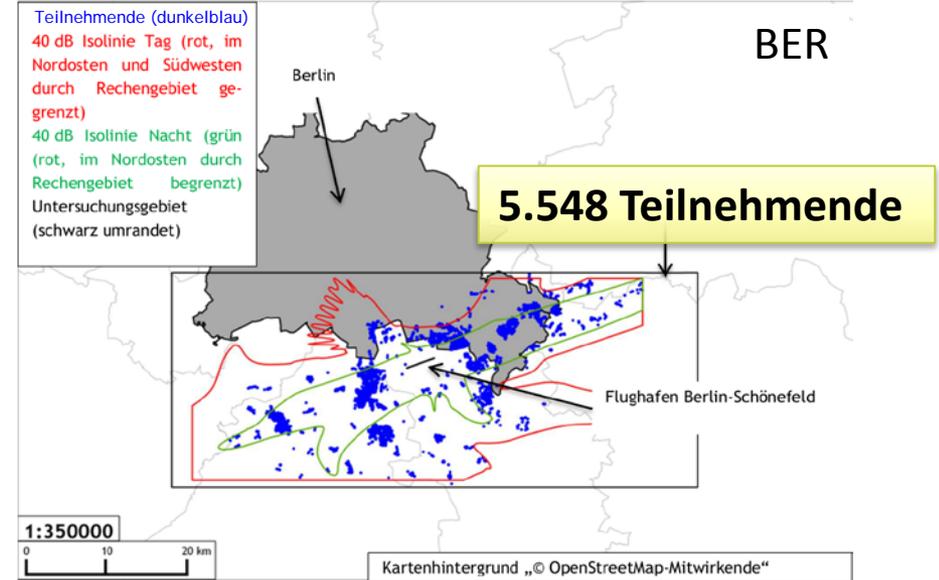
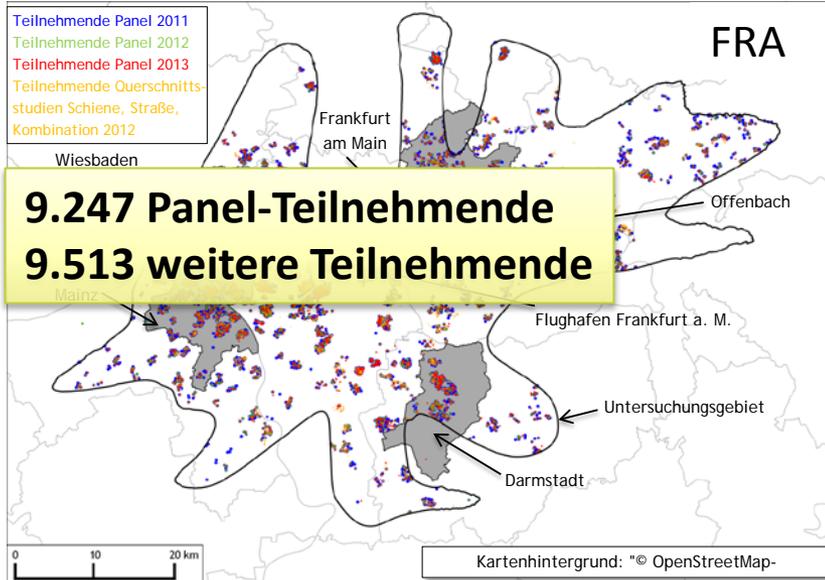
Aufgabenstellungen

Teilstudie "Belästigung Lebensqualität"

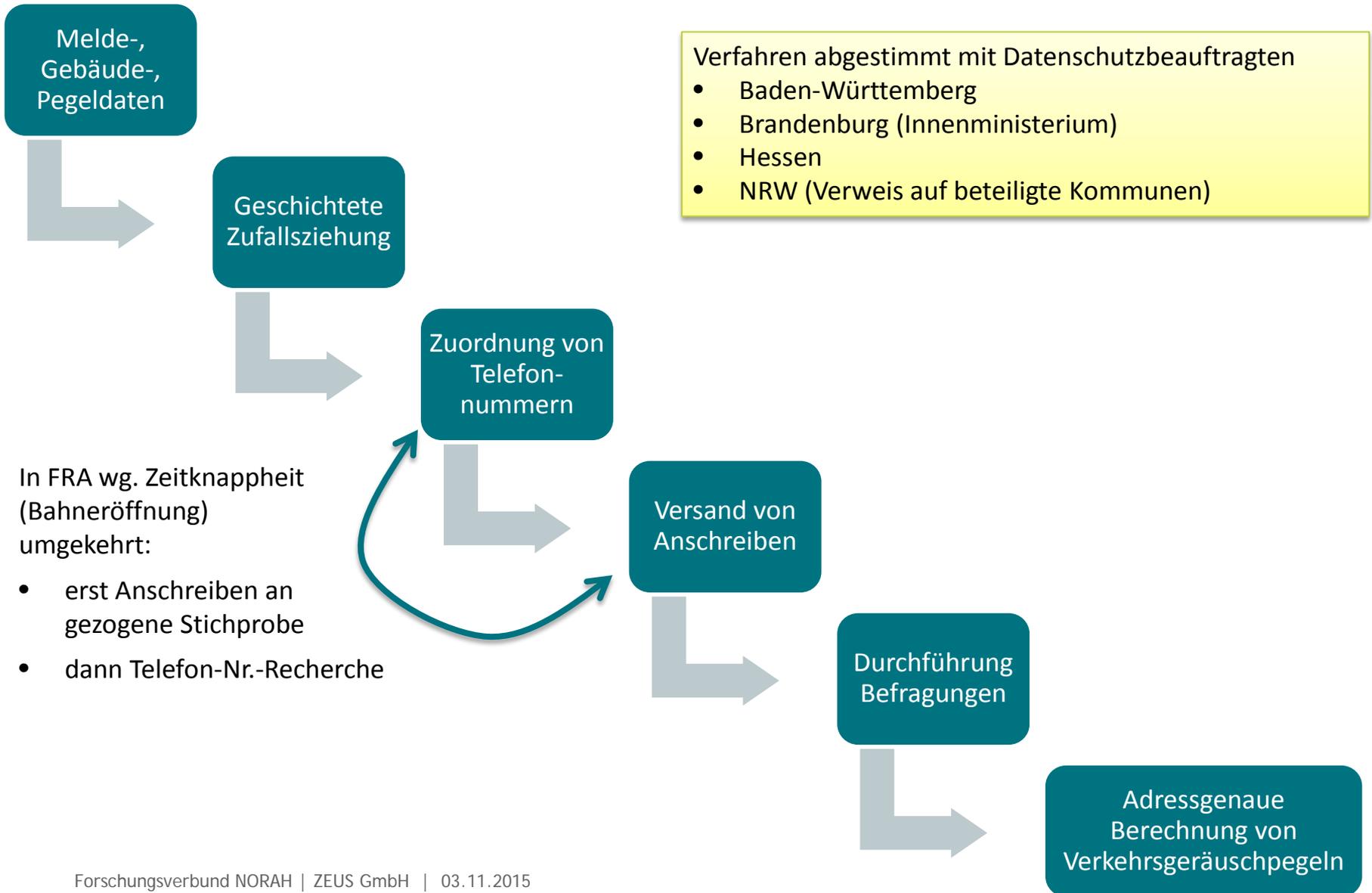
Aufgaben	Inhalt
Zeit- vergleich	Vergleich der Wirkung von Fluglärm vor / nach NW-Bahneröffnung ↳ Erhebungen in 2011 - 2012 - 2013
Standort- vergleich	Vergleich der Wirkung von Fluglärm am Flughafen FRA mit den Wirkungen an den Flughäfen BER - Flughafen vor "Änderungssituation" CGN - Bestandsflughafen mit Nachtflug STR - Bestandsflughafen mit Nachtflugbeschränkung
Quellen- vergleich	Vergleich der Wirkung von Fluglärm mit <ul style="list-style-type: none">• Straßenverkehrslärm• Schienenverkehrslärm• Kombination: Flug- + Straßenverkehrslärm, Flug- + Schienenverkehrslärm

Studienregion: Innerh. Umhüllende der 40 dB-Konturen $L_{pAeq, Tag}$ / $L_{pAeq, Nacht}$.

Teilnehmende: Geschichtete Zufallsziehungen innerhalb Studienregion



Ablauf der Erhebungen

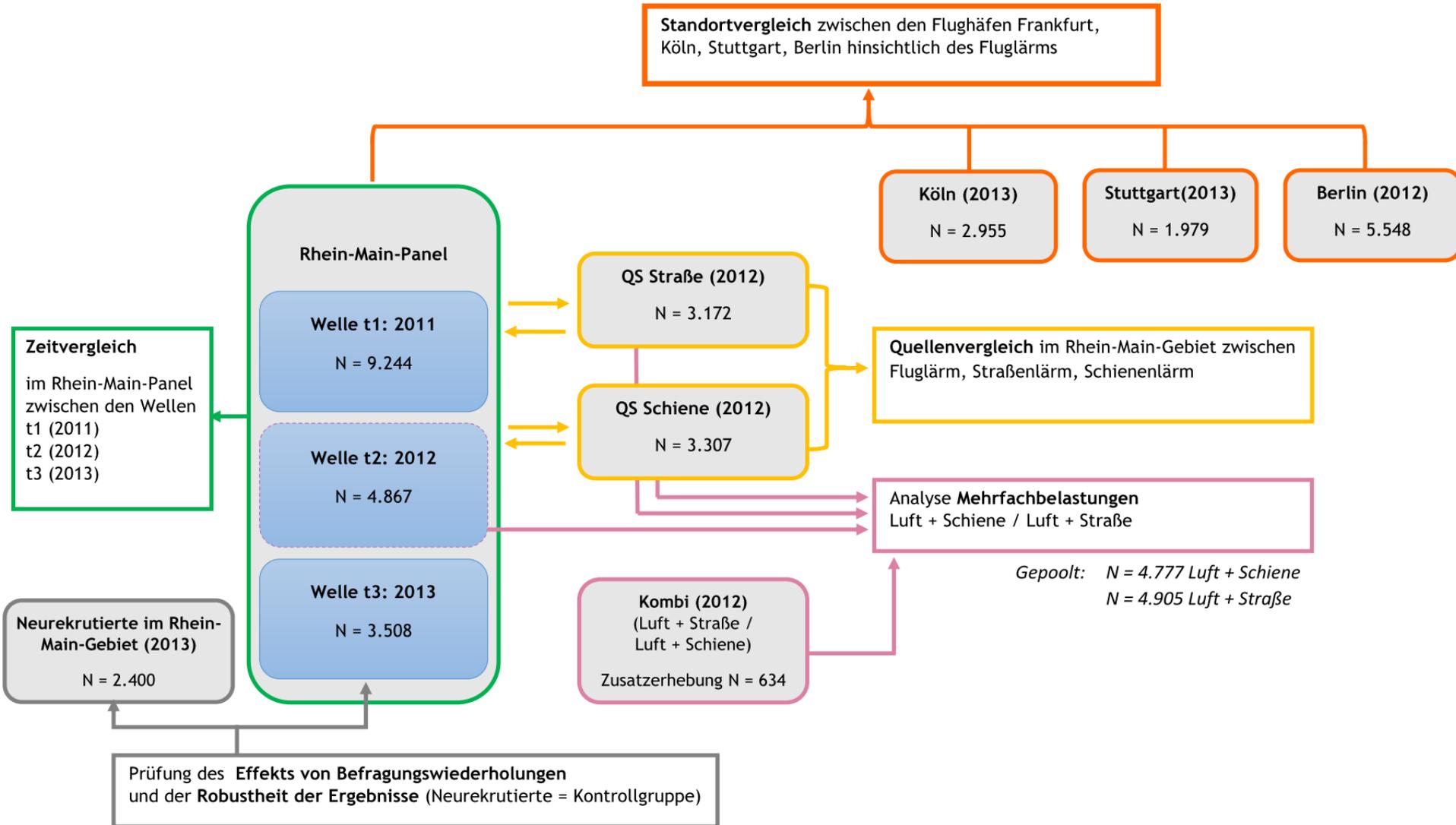


Beteiligung

Flughafen	Stichprobe	Befragte	Response rate
FRA	Panel (2011)	9.244	7% (17%) #
	QS Schiene	3.307	24%
	QS Straße	3.172	24%
BER		5.548	31%
CGN		2.955	29%
STR		1.979	20%

#: 7% von 169.460 Pers., die angeschrieben wurden; nur Teil davon hat eingetragene Tel-Nr.
17% von 55.523 Pers., zu denen eine Tel-Nr. recherchiert wurde, abzgl. neutraler Ausfälle

Teilstichproben im Modul 1 "Belästigung & Lebensqualität"



Teilstudie "Belästigung & Lebensqualität"

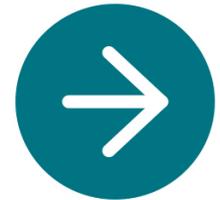
Ergebnisse



-
- 2.1 Zeitvergleich
 - 2.2 Standortvergleich
 - 2.3 Quellenvergleich
 - 2.4 Weitere Wirkungen

Teilstudie "Belästigung & Lebensqualität"

Ergebnisse



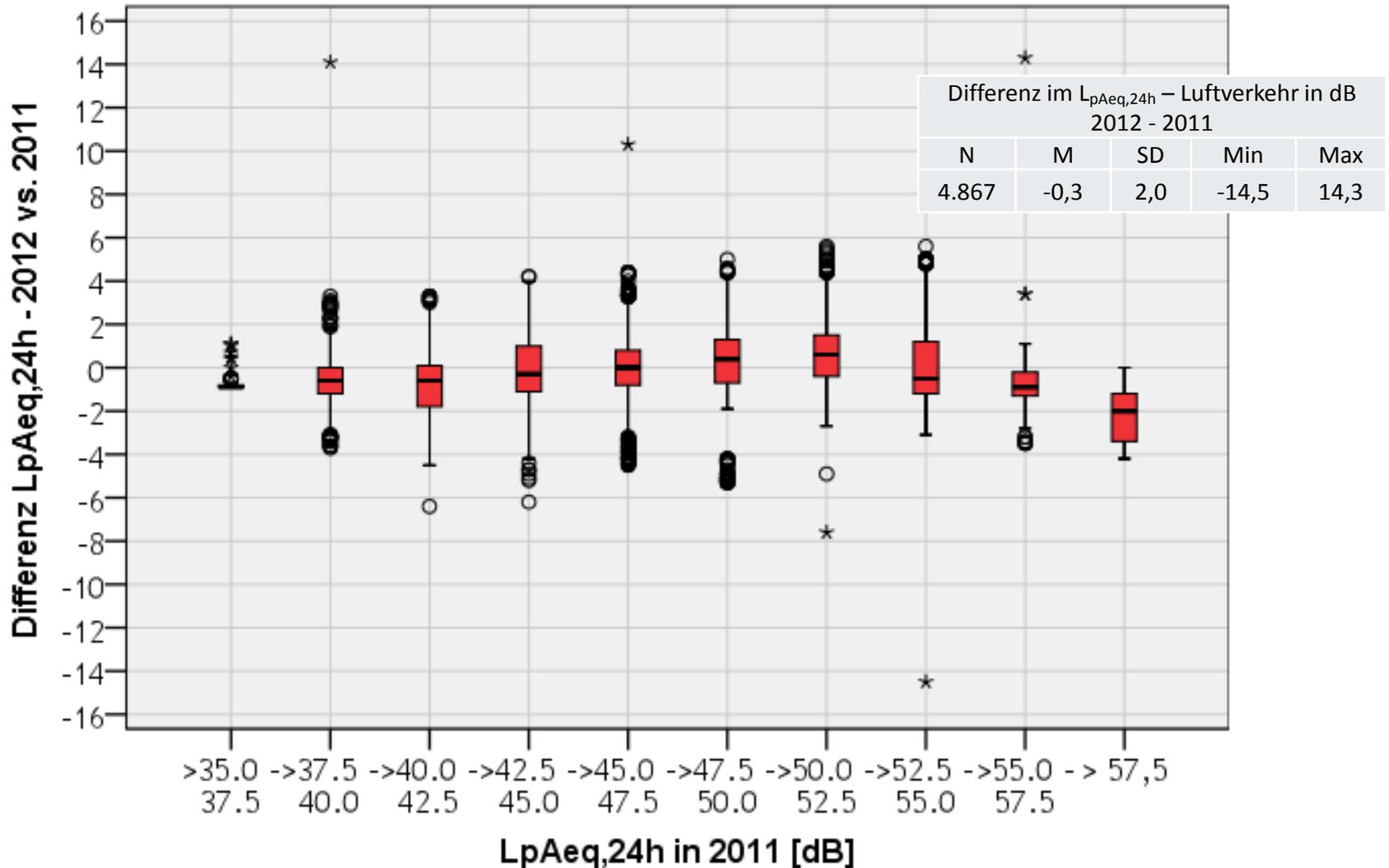
Zeitvergleich

Standortvergleich

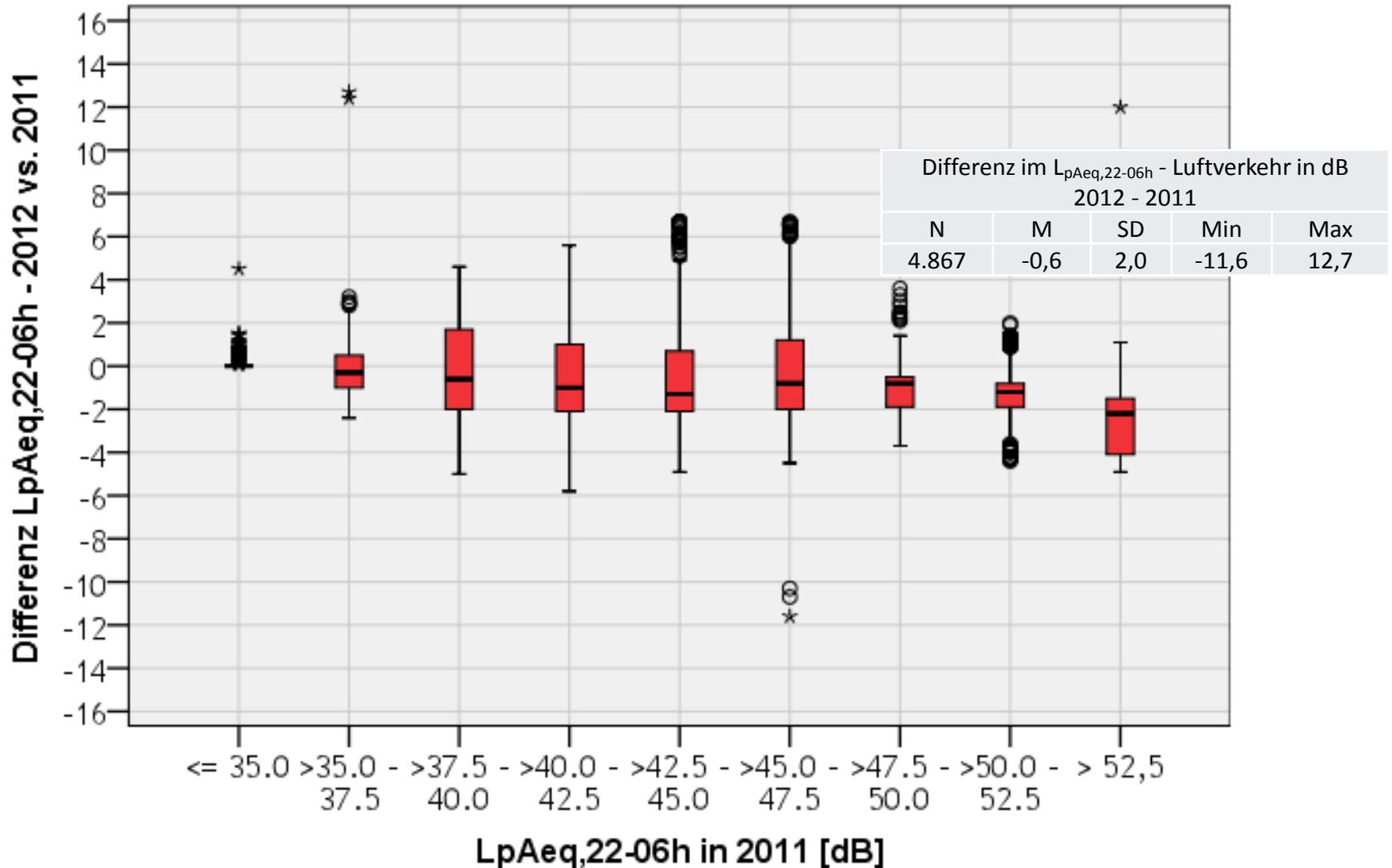
Quellenvergleich

Weitere Wirkungen

FRA Panelstudie: Veränderungen im $L_{pAeq,24h}$ 2012 - 2011



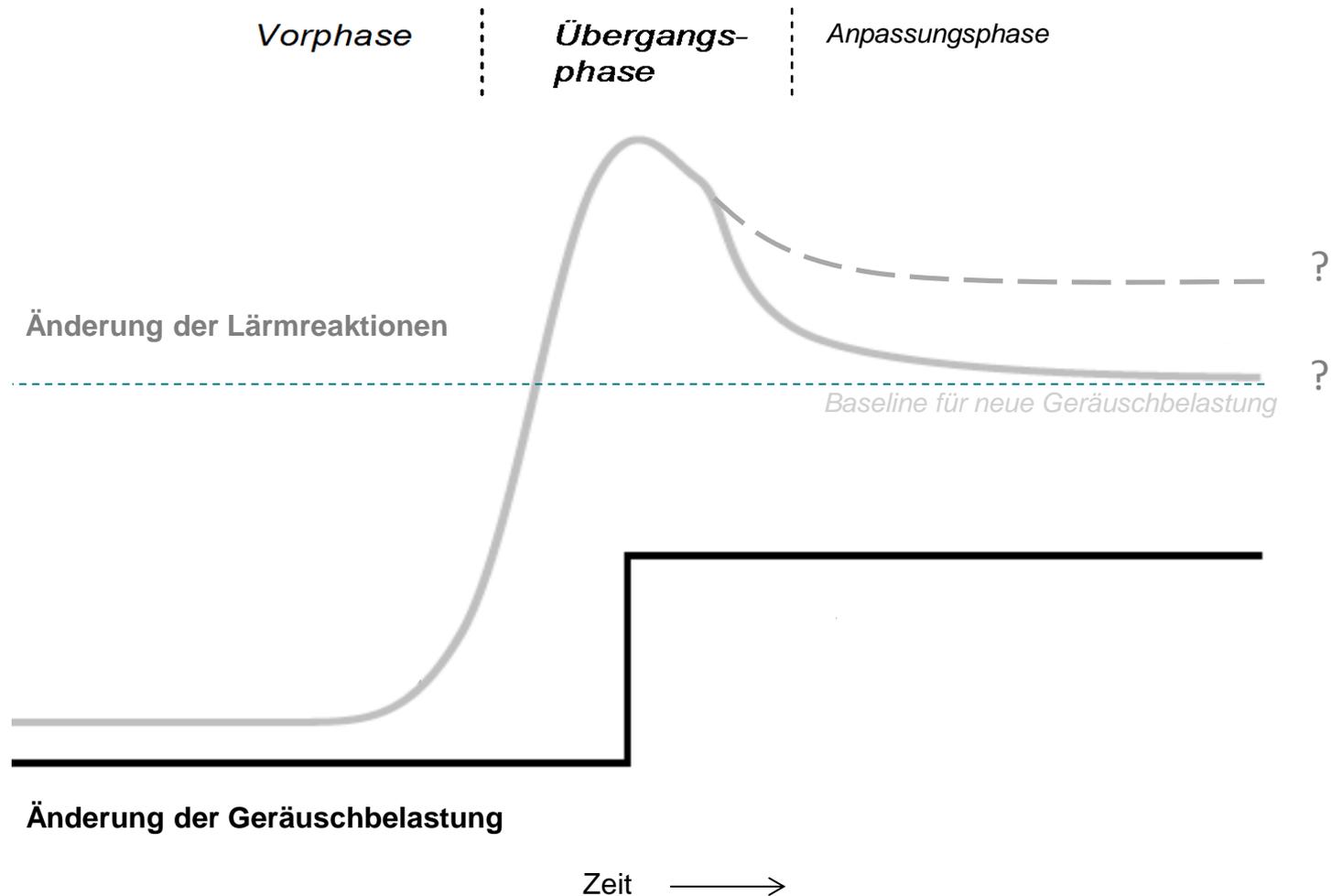
FRA Panelstudie: Veränderungen im $L_{pAeq,22-06h}$ 2012 - 2011



Berücksichtigte Größen (Prädiktoren) in den Expositions-Wirkungsmodellen - Bsp. Fluglärm

Prädiktoren	Fluglärmbelästigung	Fluglärmbedingte Schlafstörungen	Lebensqualität: SF8 MCS & PCS
Längs- & Querschnitt	24h-Pegel Luft: $L_{pAeq,24h}$ 24h-Pegel Straße: $L_{pAeq,24h}$ 24h-Pegel Schiene: $L_{pAeq,24h}$ Befragungsmodus (Telefon, online) Alter (quadratischer Term) Geschlecht SWI Migrationshintergrund Wohndauer Hauseigentum Lärmempfindlichkeit Luftverkehr = nützlich Luftverkehr = komfortabel Luftverkehr = umweltschädigend (positiv umcodiert) Befragungsmodus * Alter	Nachtpegel Luft: $L_{pAeq,22-06h}$ Nachtpegel Straße: $L_{pAeq,22-06h}$ Nachtpegel Schiene: $L_{pAeq,22-06h}$ Befragungsmodus (Telefon, online) Alter (quadratischer Term) Geschlecht SWI Migrationshintergrund Wohndauer Hauseigentum Lärmempfindlichkeit Luftverkehr = nützlich Luftverkehr = komfortabel Luftverkehr = umweltschädigend (positiv umcodiert) B.-Modus * Alter B.-Modus * Luftverkehr "nützlich"	24h-Pegel Luft: $L_{pAeq,24h}$ 24h-Pegel Straße: $L_{pAeq,24h}$ 24h-Pegel Schiene: $L_{pAeq,24h}$ Befragungsmodus (Telefon, online) Alter (linear) Geschlecht SWI Migrationshintergrund Wohndauer Stunden außer Haus (werktags) Fluglärmbelästigung Lärmempfindlichkeit BMI Sport (Dauer pro Woche)
Nur Längsschnitt (nur Zeitvergleich)	Erwartungen an den Flugbetrieb Lärmbewältigungsvermögen Luftverkehr = gefährlich B.-Modus* Luftverkehr = gefährlich	Erwartungen an den Flugbetrieb Lärmbewältigungsvermögen Luftverkehr = gefährlich B.-Modus * Luftverkehr = gefährlich	

Änderung der Reaktionen auf Lärm bei Maßnahmenbedingter Änderung der Geräuschbelastung ("Change-Effekt")



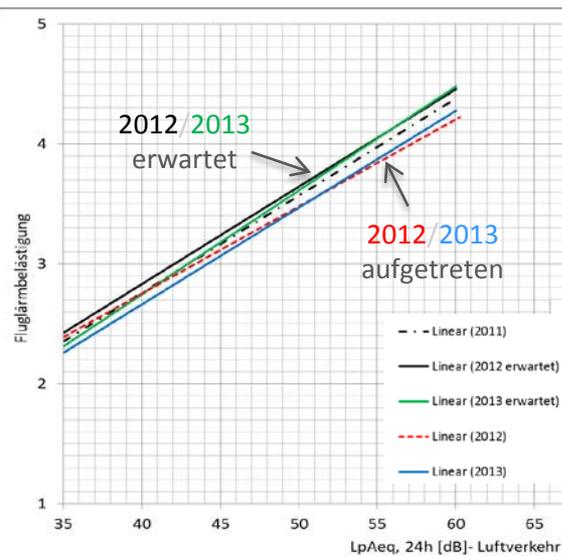
nach Horonjeff & Robert 1997

FRA: Fluglärmbelästigung 2011 - 2013

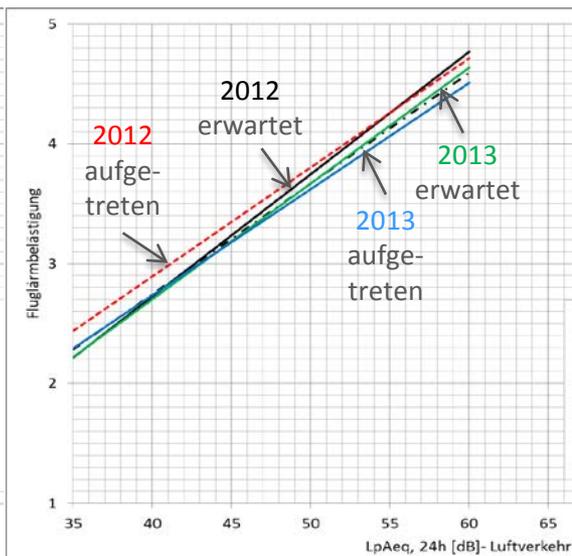
Expositions-Wirkungsbeziehungen aus Latent Growth Curve Modellen

Änderungsgruppen (2012 gegenüber 2011)

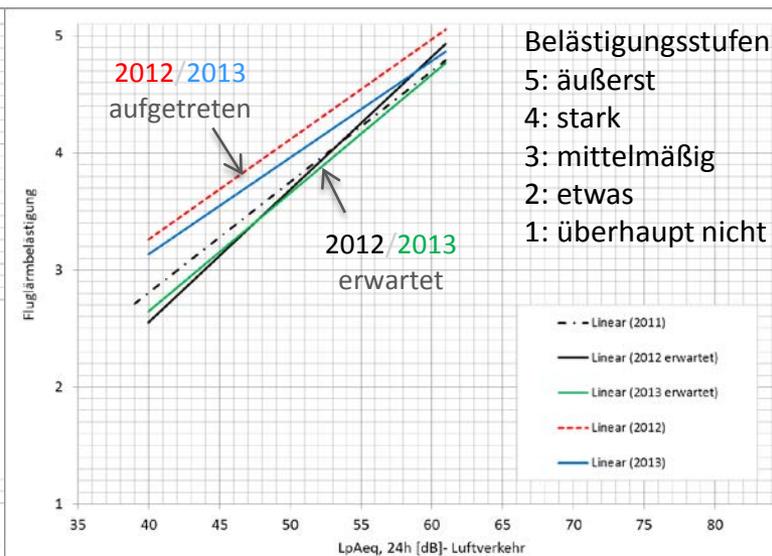
"Fluglärmreduktion"



"Fluglärmstabilität"



"Fluglärmzunahme"



Belastigungsstufen:
 5: äußerst
 4: stark
 3: mittelmäßig
 2: etwas
 1: überhaupt nicht

bei $L_{pAeq,24h}$ Differenz 2012 vs. 2011 zw. erwarteter und aufgetretener Belästigung entspricht einer zusätzlichen Geräuschbelastung im $L_{pAeq,24h}$ von

40 dB	- 1 dB	+ 2 dB	+ 6,5 dB
50 dB	- 2 dB	± 0,5 dB	+ 4,0 bis + 5,0 dB
60 dB	- 3 dB	0 dB	+ 2,0 dB

LGCM-Modell zur Veränderung der Fluglärmbelästigung 2011 - 2013 - Beispiel: *Gruppe "Fluglärmzunahme"*

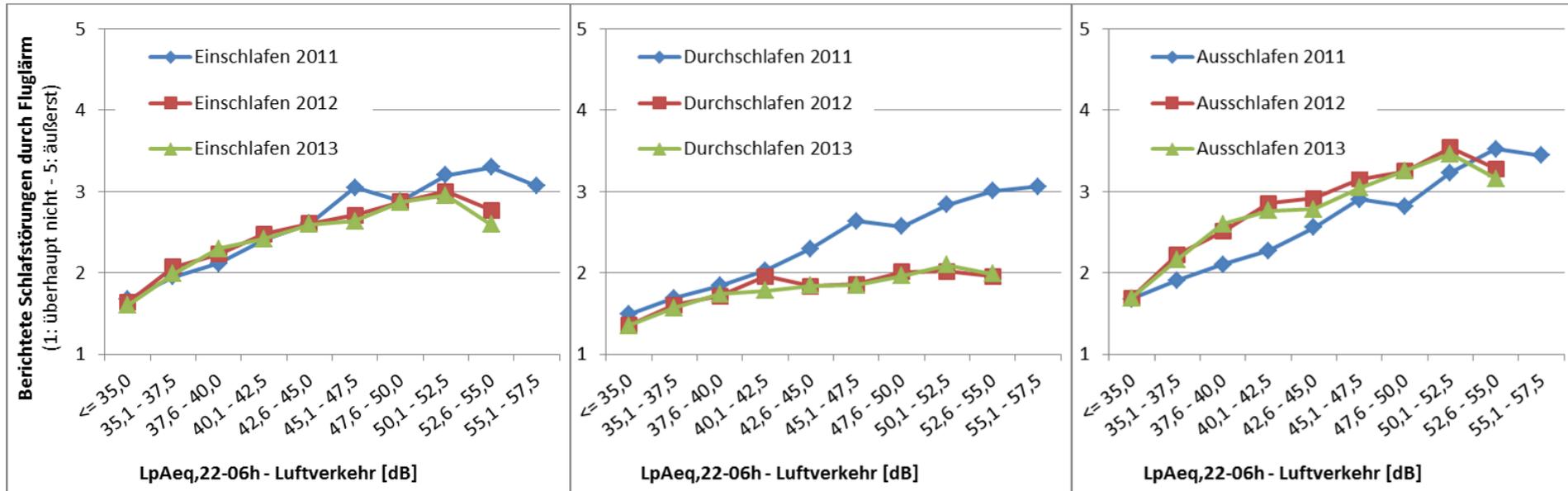
Teilmodell für das Ausgangsniveau 2011

Intercept (R ² = 0,658)	B (SE)	p
2011 Flug (L _{pAeq,24h})	0,068 (0,013)	< 0,001
2011 Lärmbewältigungsvermögen	-0,368 (0,070)	< 0,001
2011 Erwartungen zum Flugbetrieb	-0,381 (0,073)	< 0,001
2011 Hauseigentum	0,101 (0,037)	0,007
2011 Schiene (L _{pAeq,24h})	-0,019 (0,007)	0,009
2011 Luftverkehr umweltschädlich.	-0,129 (0,062)	0,039
2011 Luftverkehr gefährlich	-0,109 (0,063)	0,085
2011 Befragungsmodus	0,055 (0,033)	0,098
2011 Flugv. nützlich	0,052 (0,041)	0,201
2011 Straße (L_{pAeq,24h})	-0,008 (0,006)	0,223
2011 Alter ²	-0,028 (0,033)	0,391
2011 SWI	-0,015 (0,040)	0,700

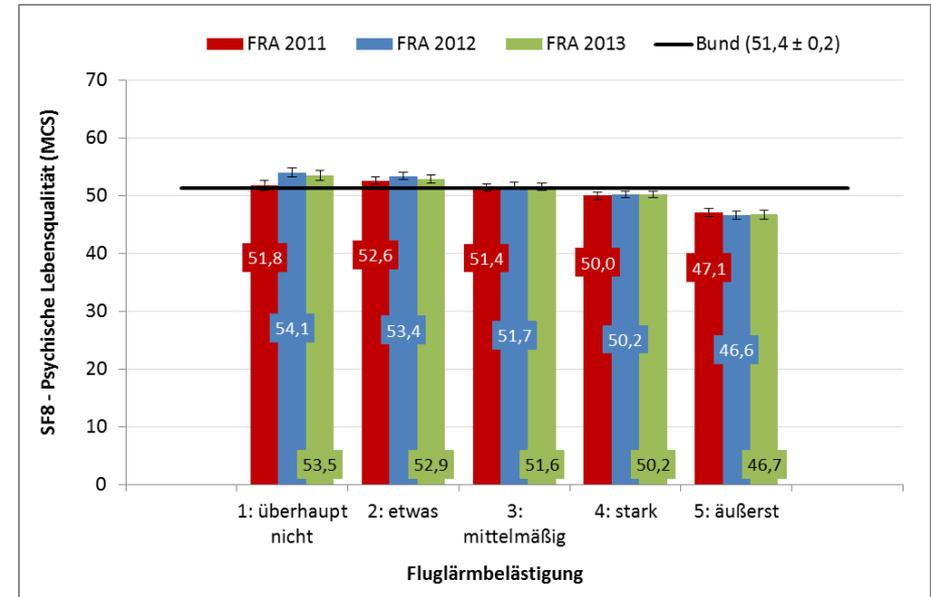
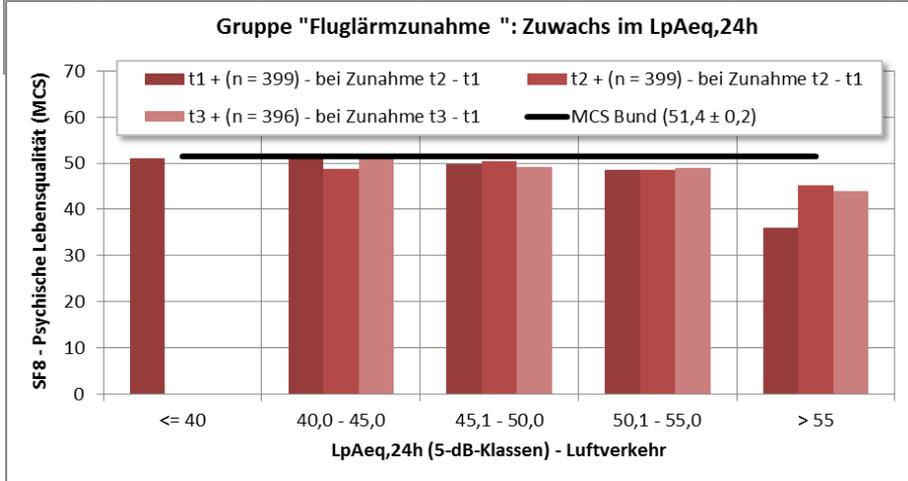
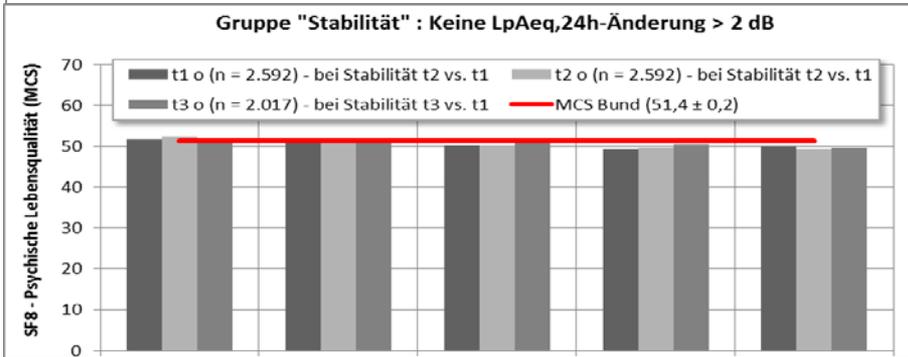
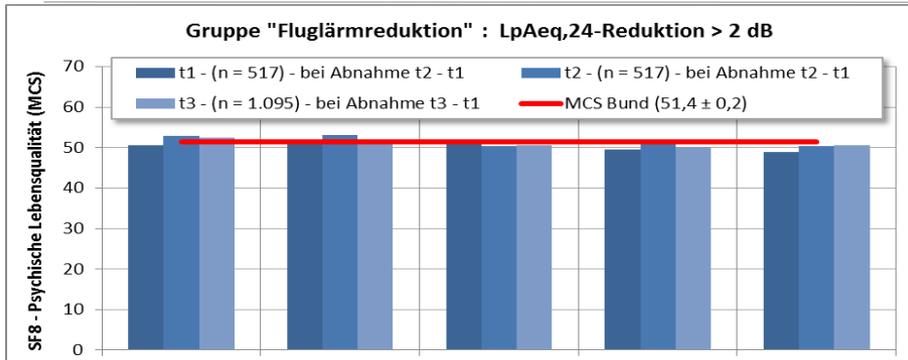
Teilmodell für die Veränderung 2012, 2013

Slope (R ² = 0,629)	B (SE)	p
2011 Lärmbewältigungsvermögen	0,661 (0,163)	< 0,001
2012 Lärmbewältigungsvermögen	-0,416 (0,118)	< 0,001
2013 Lärmbewältigungsvermögen	-0,488 (0,124)	< 0,001
2011 Erwartungen	0,305 (0,115)	0,008
2012 Erwartungen	-0,435 (0,126)	< 0,001
2011 Luftv. umweltschädlich	0,146 (0,073)	0,046
2011 Luftv. gefährlich	0,153 (0,092)	0,095
2012 Luftv. gefährlich	0,141 (0,072)	0,052
2013 Luftv. gefährlich	-0,146 (0,065)	0,025
2012 Luftv. nützlich	0,116 (0,052)	0,027
Geschlecht	0,093 (0,048)	0,055
2012 Lärmempfindlichkeit	-0,043 (0,034)	0,198
2013 Lärmempfindlichkeit	-0,042 (0,022)	0,058
2011 Flug (L_{pAeq,24h})	-0,251 (0,163)	0,123
2012 Flug (L _{pAeq,24h})	0,304 (0,348)	0,384
2013 Flug (L_{pAeq,24h})	-0,248 (0,310)	0,425
2011 Straße (L _{pAeq,24h})	0,068 (0,058)	0,239
2011 Schiene (L_{pAeq,24h})	0,071 (0,077)	0,362
WW B.-Modus * Luftv. "gefährl." 2011	0,140 (0,064)	0,028
WW B.-Modus * Luftv. "gefährl." 2012	-0,060 (0,060)	0,312
WW B.-Modus * Luftv. "gefährl." 2013	0,056 (0,044)	0,202

FRA 2011 - 2013: Berichtete Störungen durch Fluglärm beim Ein-, Durch- und Ausschlafen



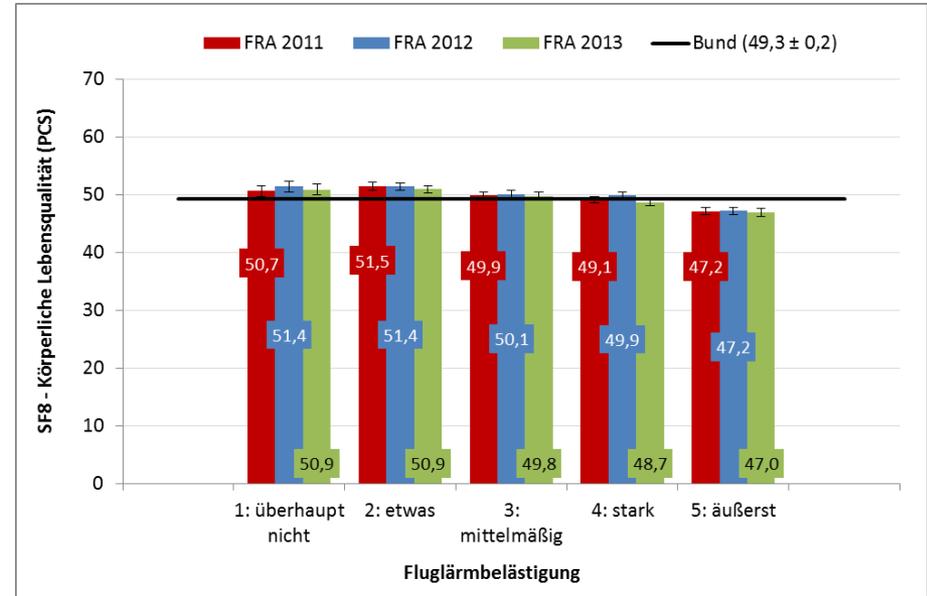
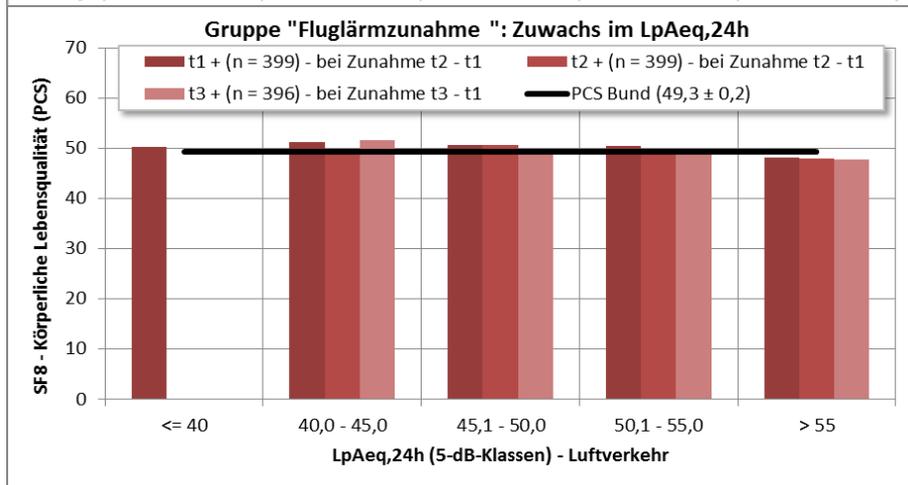
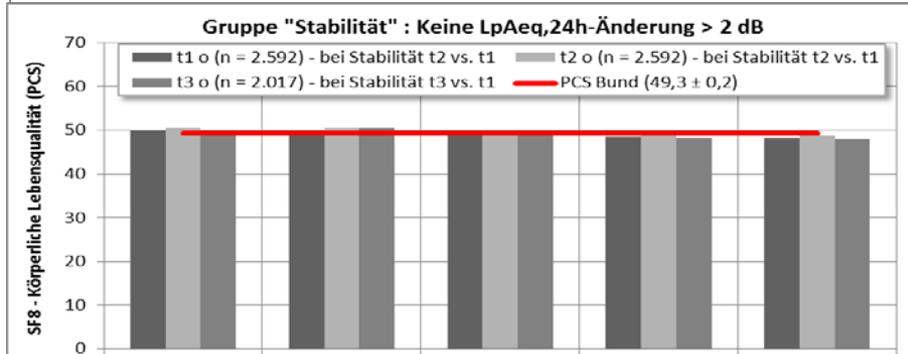
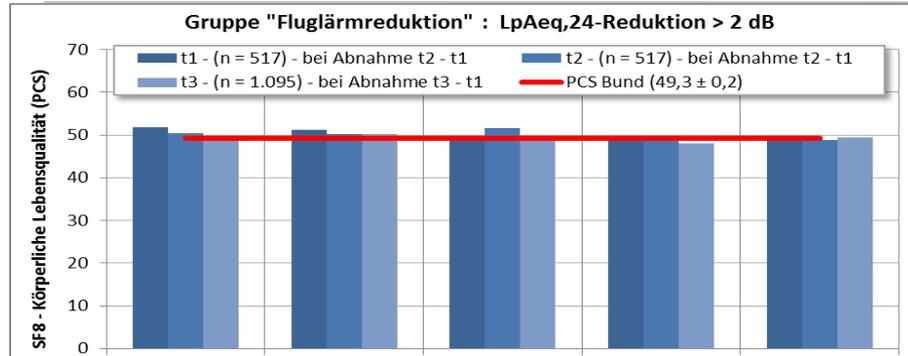
FRA: Psychische Lebensqualität 2011 - 13 versus LpAeq,24h und Fluglärmbelästigung



Effekt von Verkehrslärm
(hier: Fluglärm in Rhein-Main-Region) auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität wird über die Fluglärmbelästigung vermittelt (= Mediatoreffekt der Lärmbelästigung)

Gilt an allen Flughäfen und auch für Straßen- und Schienenverkehrslärm

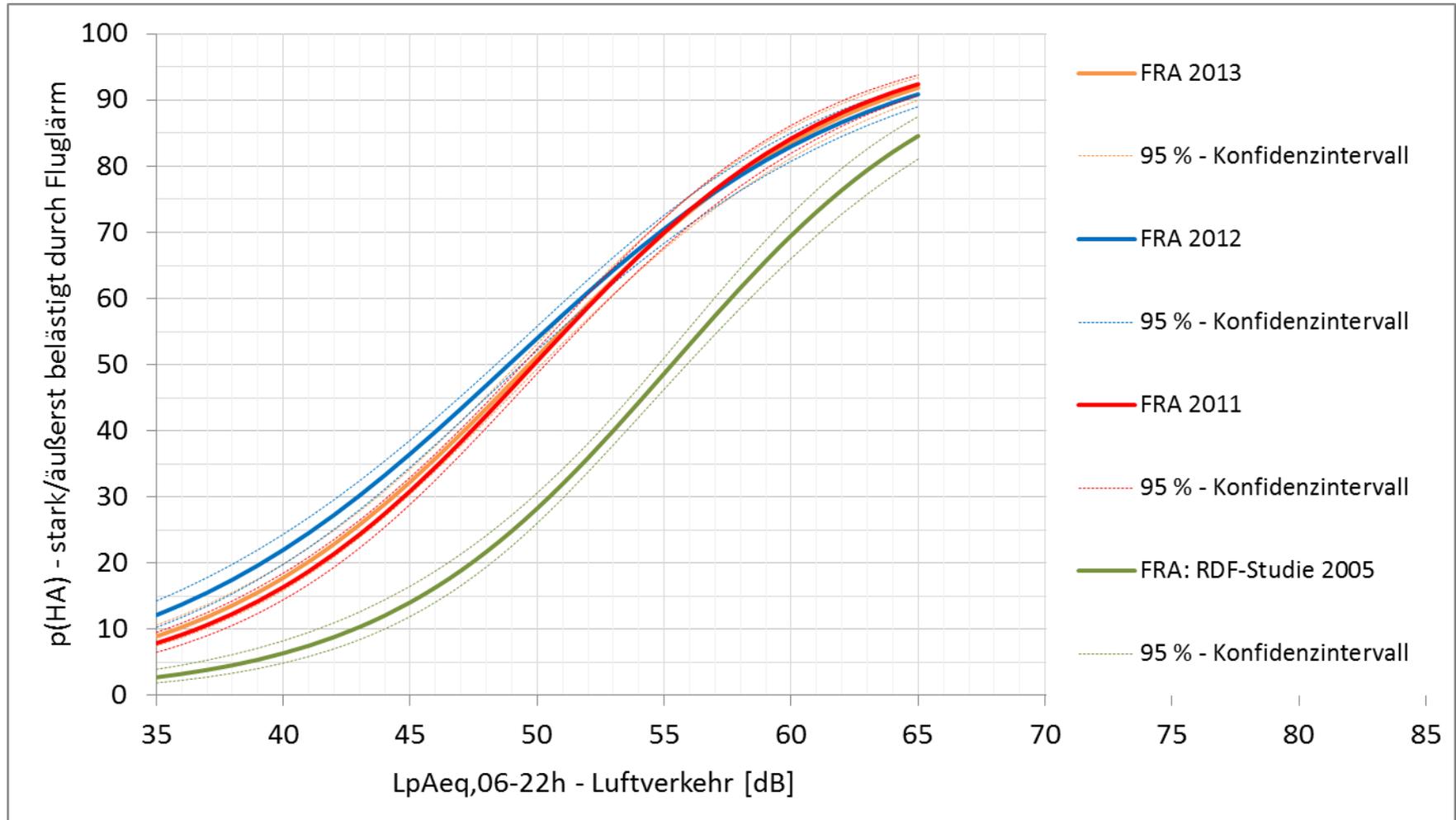
FRA: Körperliche Lebensqualität 2011 - 13 versus LpAeq,24h und Fluglärmbelästigung



Effekt von Verkehrslärm
 (hier: Fluglärm in Rhein-Main-Region) auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität wird über die Fluglärmbelästigung vermittelt (= Mediatoreffekt der Lärmbelästigung)

Gilt an allen Flughäfen und auch für Straßen- und Schienenverkehrslärm

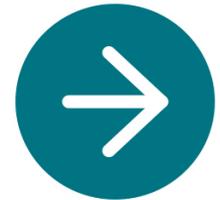
Vergleich %Anteil hoch Fluglärm-belästigter (%HA) Frankfurt: NORAH 2011-13 versus RDF 2005



RDF 2005 = Belästigungsstudie (2005) im Auftrag des Regionalen Dialogforums Flughafen und Region

Teilstudie "Belästigung & Lebensqualität"

Ergebnisse



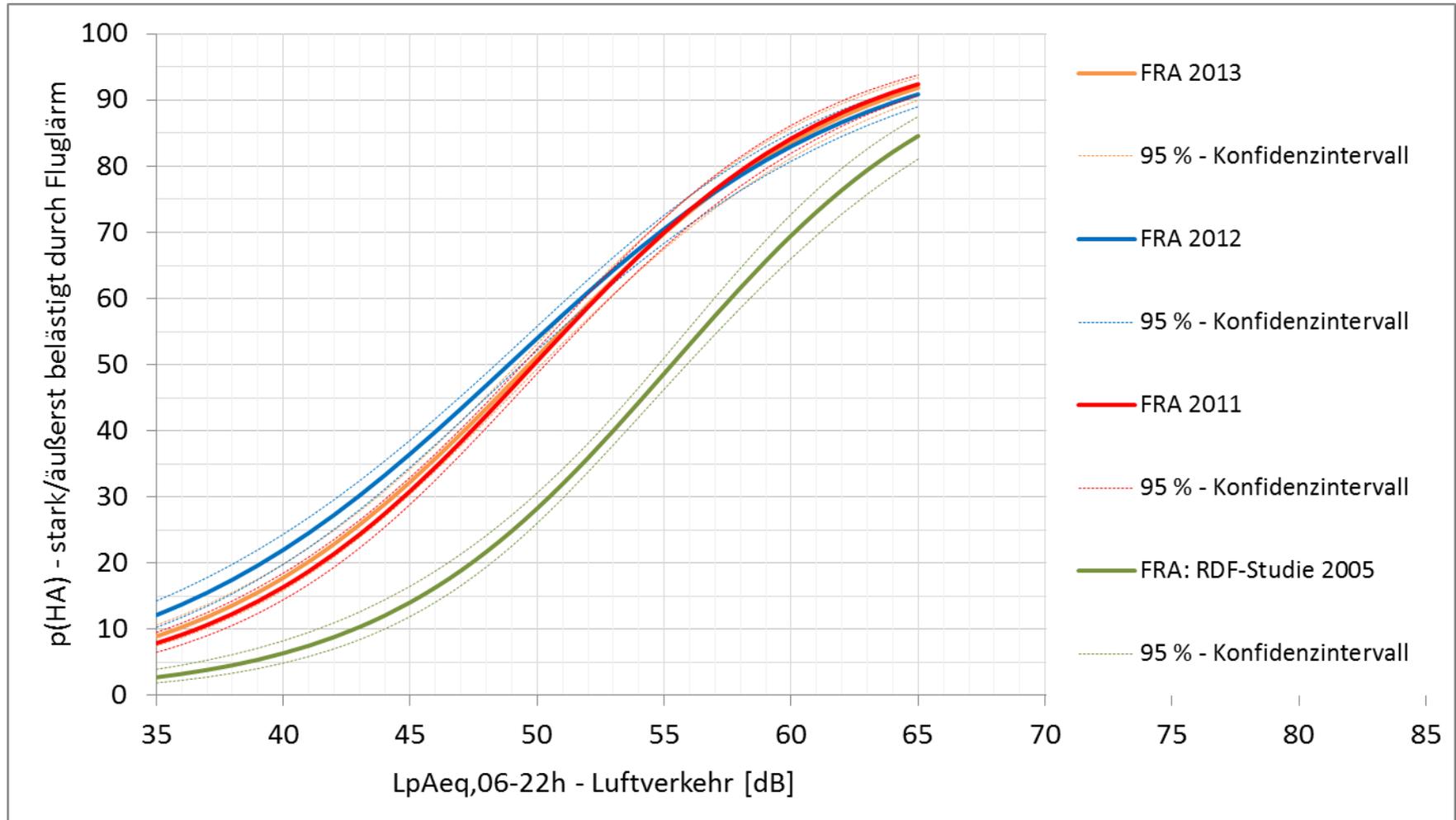
Zeitvergleich

Standortvergleich

Quellenvergleich

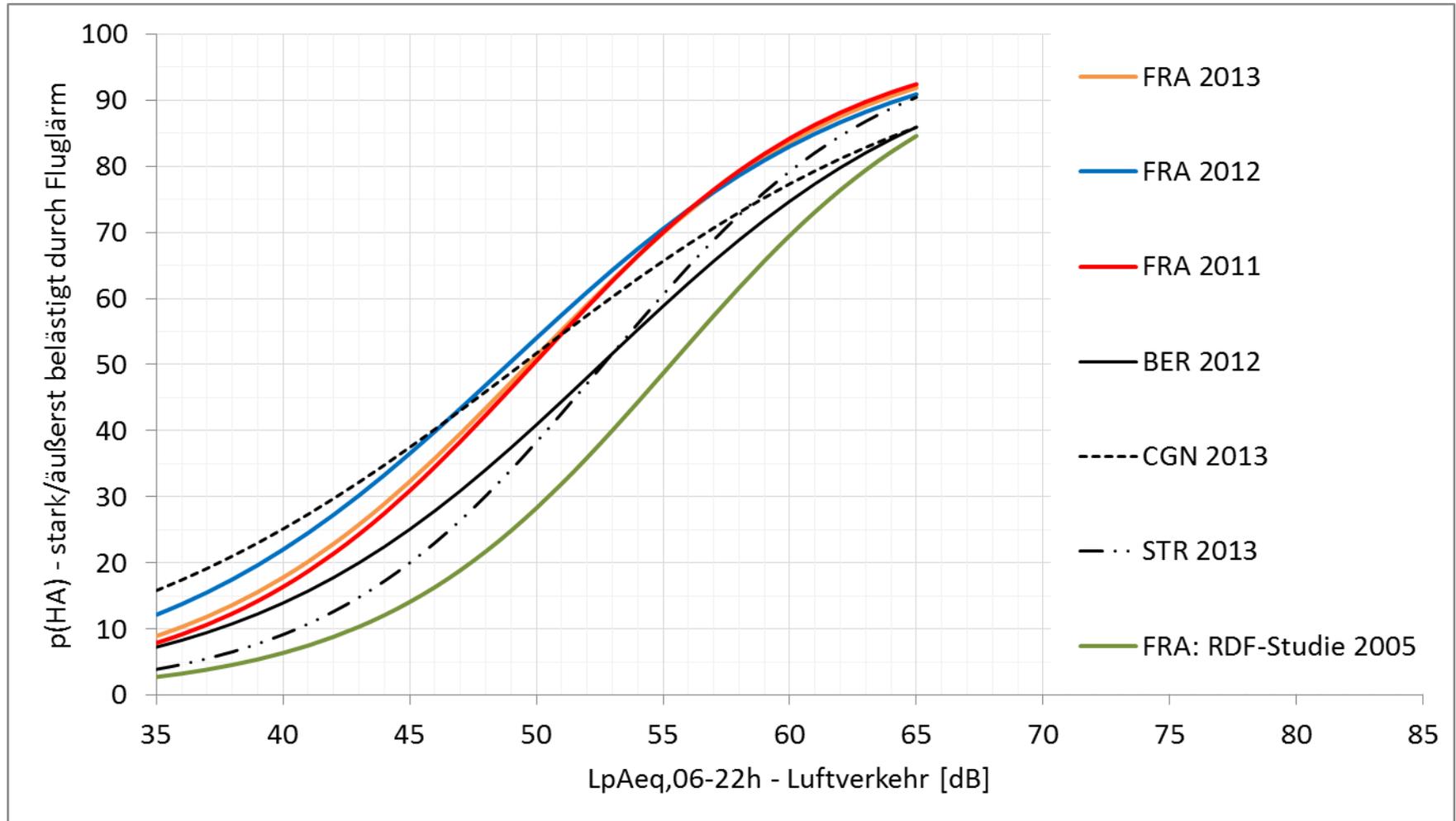
Weitere Wirkungen

Vergleich %-Anteil hoch Fluglärmbelästigter (%HA) Frankfurt: NORAH 2011-13 versus RDF 2005



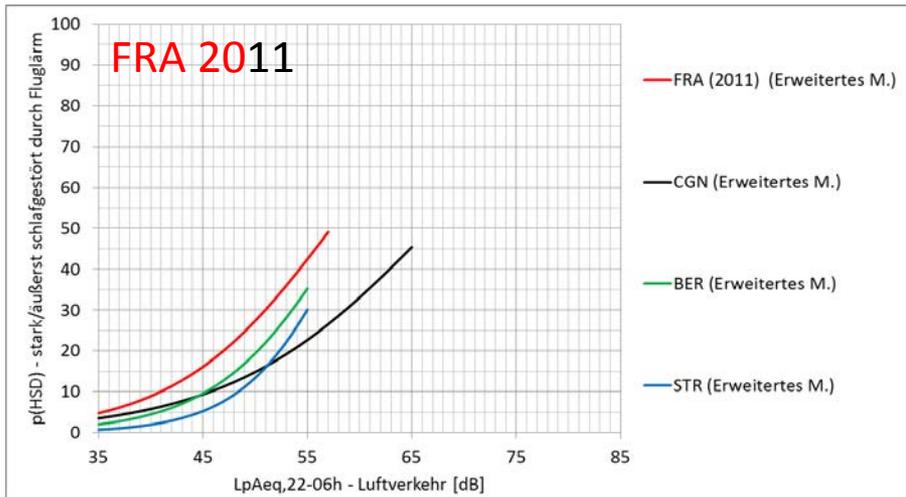
RDF 2005 = Belästigungsstudie (2005) im Auftrag des Regionalen Dialogforums Flughafen und Region

Vergleich %-Anteil hoch Fluglärm-belästigter (%HA) NORAH alle Flughäfen versus RDF 2005

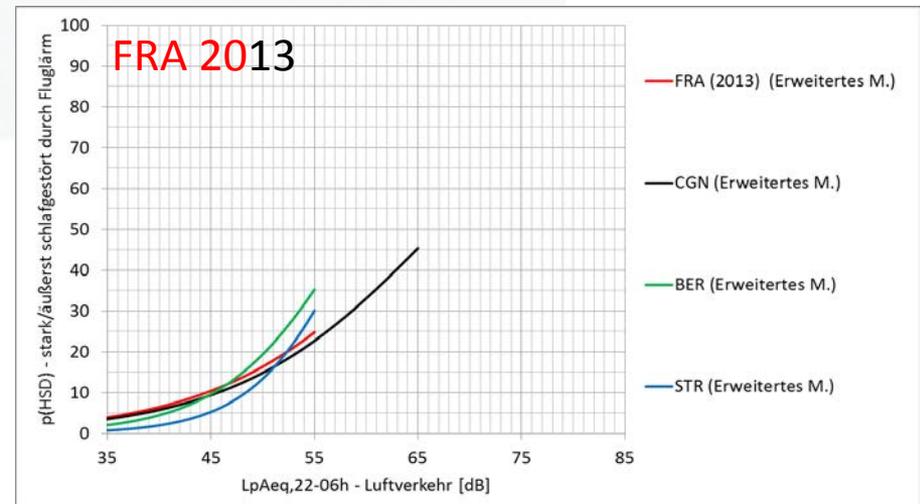
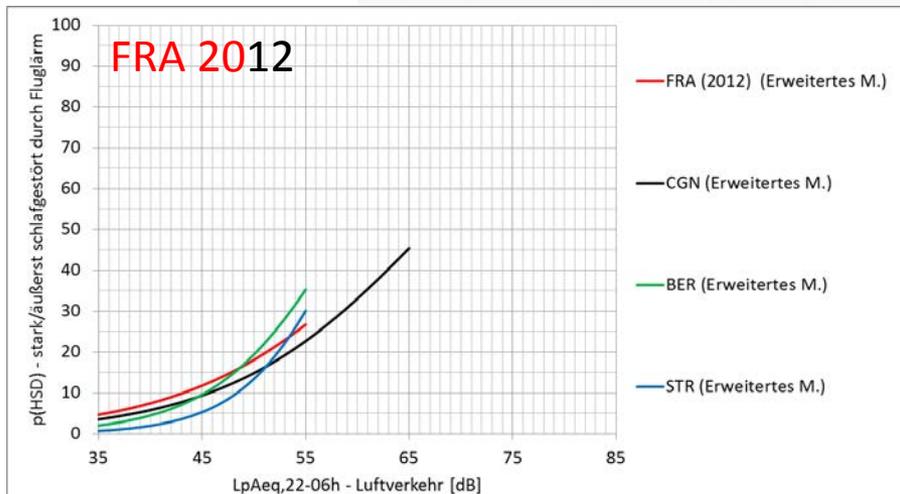


RDF 2005 = Belästigungsstudie (2005) im Auftrag des Regionalen Dialogforums Flughafen und Region

%-Anteil hoch (stark/äußerst) durch Fluglärm schlafgestörter Personen (%HSD) - FRA, BER, CGN, STR



FRA = Frankfurt
CGN = Köln/Bonn
BER = Berlin-Brandenburg
STR = Stuttgart



Teilstudie "Belästigung & Lebensqualität"

Ergebnisse



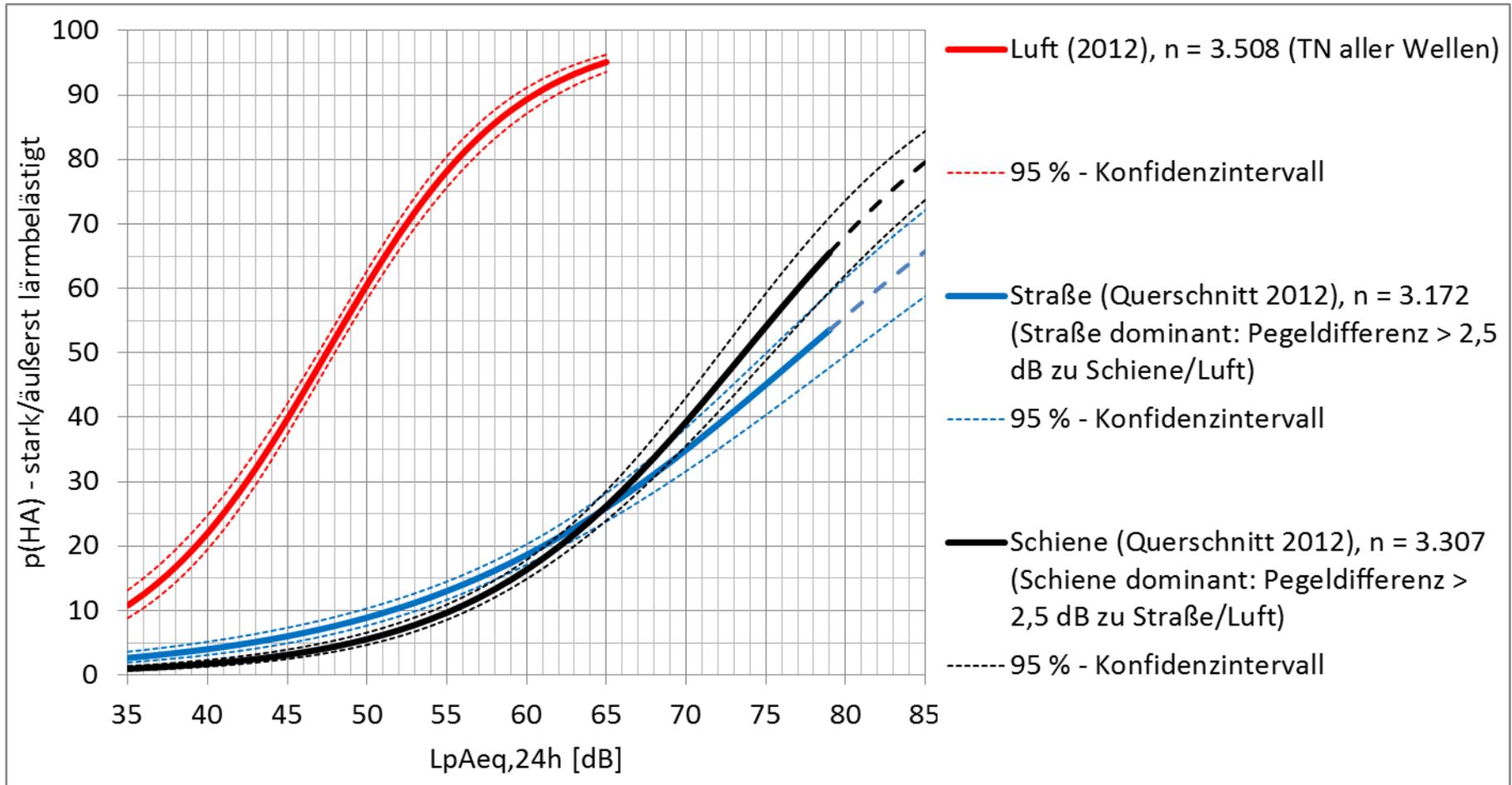
Zeitvergleich

Standortvergleich

Quellenvergleich

Weitere Wirkungen

Vergleich Anteil hoch (stark/äußerst) lärmbelästigter Personen (%HA) - Luft, Schiene, Straße



Luft:

Straße / Schiene:

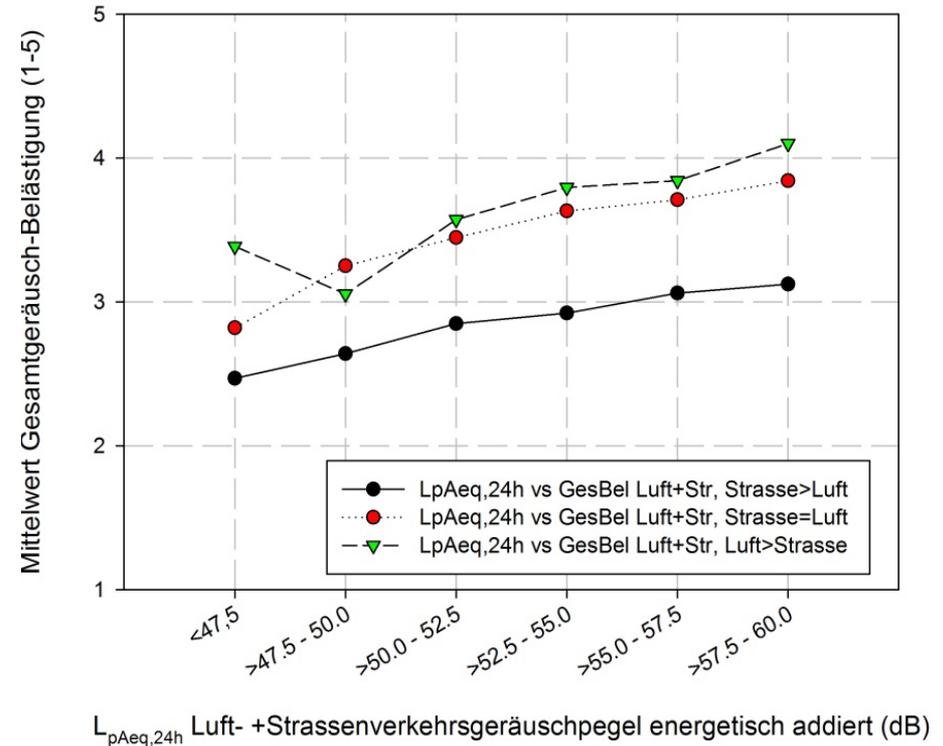
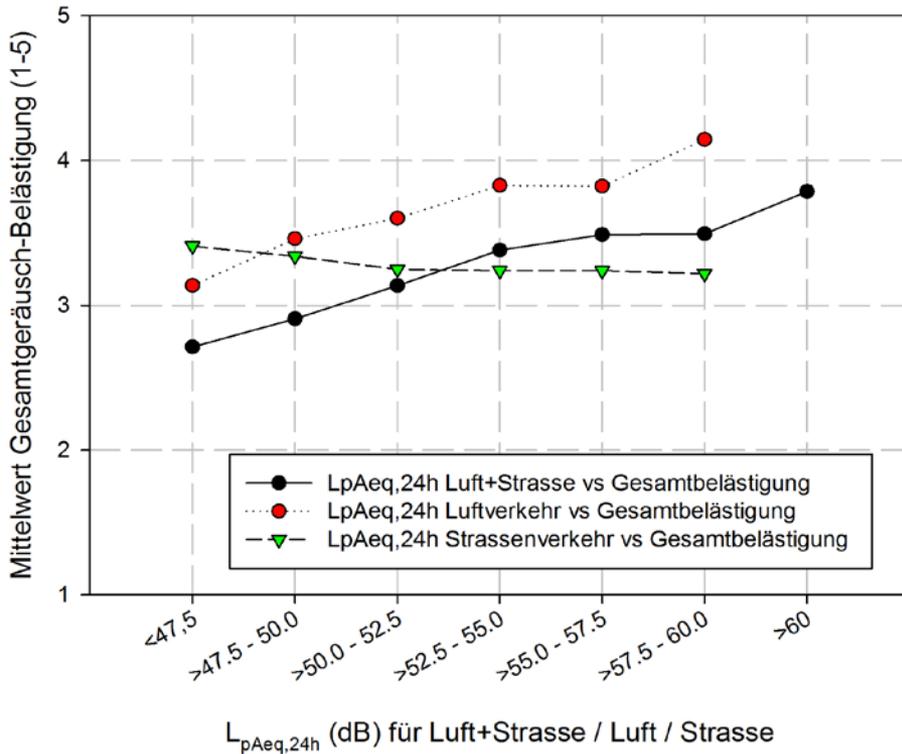
FRA Panelstudie 2012

QS Straße/Schiene 2012

Kombinierte Lärmbelastung bei Mehrfachbelastung durch Flug- und Straßenverkehrsgeräusche



vs.

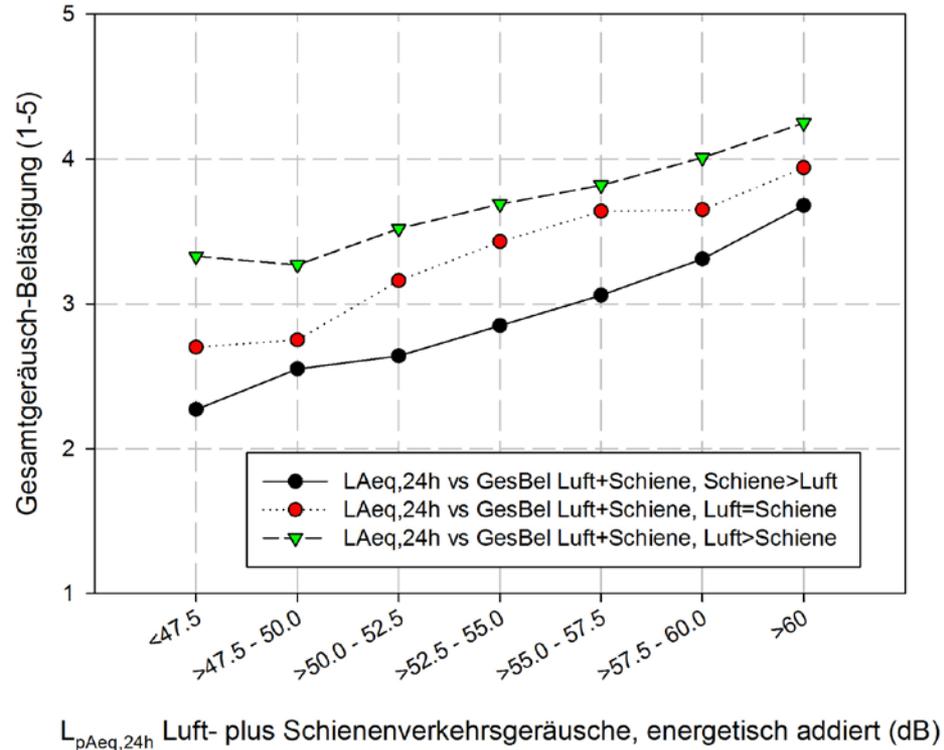
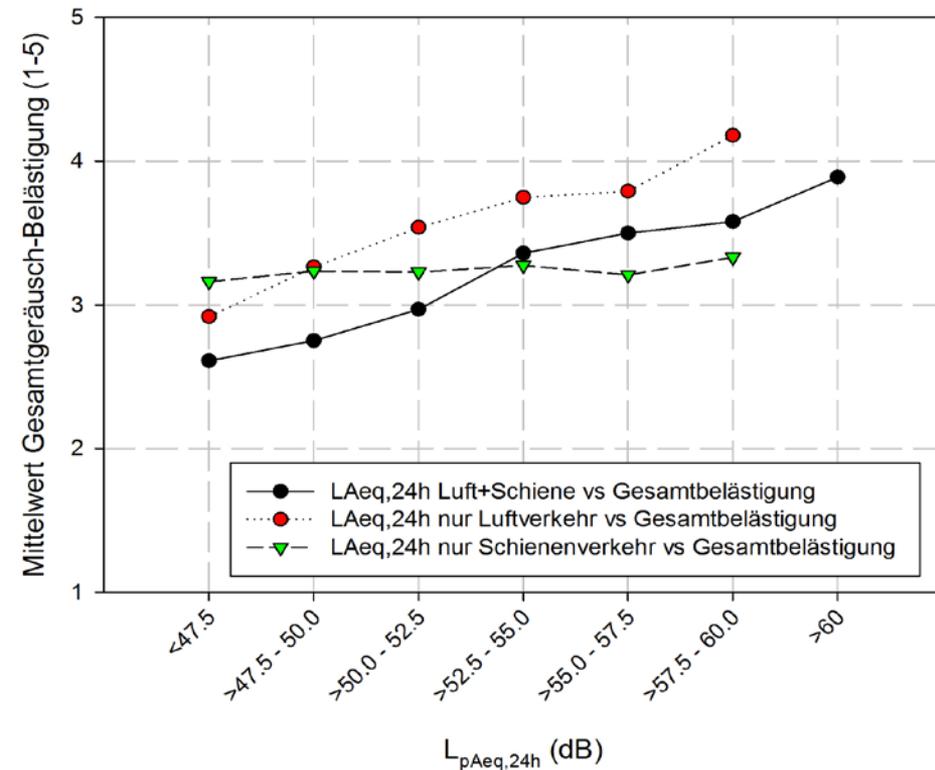


Die Luftverkehrsgeräuschbelastung dominiert in allen LpAeq-Klassen das Gesamtlärmbelästigungsurteil

Kombinierte Lärmbelastung bei Mehrfachbelastung durch Flug- und Schienenverkehrsgeräusche



vs.



Die Luftverkehrsgeräuschbelastung dominiert in allen L_{pAeq} -Klassen das Gesamtlärmbelastungsurteil

Teilstudie "Belästigung & Lebensqualität"

Ergebnisse



Zeitvergleich

Standortvergleich

Quellenvergleich

Weitere Wirkungen

Weitere Befragungsvariablen, die mit dem Straßen-, Schienen-, Luftverkehrs-Dauerschallpegel assoziiert sind

Korrelationen mit ...	Tageszeit	Mittelungspegel L_{pAeq} in dB		
		Luft	Straße	Schiene
Kommunikationsstörungen	06-22h	0,51 - 0,55	0,28	0,41
Störungen v. Ruhe u. Konzentration	06-22h	0,46 - 0,56	0,31	0,44
Psycho-veg. Störungen	24h	0,32 - 0,36	0,22	0,29
Lärmbewältigungsvermögen	24h	-0,03 b. -0,24	-0,03	-0,10
Wohnzufriedenheit	24h	-0,10 b. -0,24	-0,22	-0,24
Allgemeine Schlafqualität	22-06h	-0,07 b. -0,13	-0,04	-0,07
Erwartung zum Flugbetrieb	24h	-0,15 b. -0,33	--	--
Erlebte prozedurale Fairness	24h	-0,11	--	--
Vertrauen in Lärmverantwortliche	24h	-0,09 b. -0,16	-0,06	-0,09

Teilstudie "Belästigung & Lebensqualität"

Bewertung Fazit



Fazit #1

- Die **Fluglärmelästigung** ist seit der RDF-Studie 2005 weiter angestiegen. In FRA und auch an den Vergleichsflughäfen ist sie höher.
 - Unterschiede zwischen 2011, 2012 und 2013 sind gegenüber den Veränderungen seit 2005 marginal.
- Die **berichteten Schlafstörungen** sind in FRA 2012 und 2013 gegenüber 2011 zurückgegangen.
 - Dies betrifft die Durchschlafstörungen (Nachtschlaf);
 - die Einschlafstörungen sind konstant geblieben,
 - die Ausschlafstörungen haben zugenommen.

Fazit #2

- Der Lärmeffekt auf die berichtete **gesundheitsbezogene Lebensqualität** erfolgt indirekt über die Lärmbelästigung.
 - Dies gilt für alle Verkehrslärmquellen und insb. für die psychische Lebensqualität.
- Fluglärm erweist sich unter den drei **Verkehrslärmarten** Luft-, Schienen, Straßenverkehr als die lästigste und störendste Lärmquelle.
- **Nicht-akustische Faktoren** wie Lärmbewältigungsvermögen, Einstellungen zur Lärmquelle und gegenüber den Verantwortlichen sowie Erwartungen sind mit der Lärmbelästigung und den berichteten Schlafstörungen assoziiert.
 - ➔ Zusammenhänge nutzbar für Maßnahmen zur Reduktion von Lärmwirkungen

Besten Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!





Fazit #3: Mögliche Limitation: Response

Flughafen	Stichprobe	Befragte	Response rate
FRA	Panel (2011)	9.244	7% (17%) #
	QS Schiene	3.307	24%
	QS Straße	3.172	24%
BER		5.548	31%
CGN		2.955	29%
STR		1.979	20%

#: 7% von 169.460 Pers., die angeschrieben wurden; nur Teil davon hat eingetragene Tel-Nr.
17% von 55.523 Pers., zu denen eine Tel-Nr. recherchiert wurde, abzgl. neutraler Ausfälle

Prüfungen des Response-Einflusses

- **Zusammenhänge soziodemogr. Merkmale** mit Mittelungspegel und Zielvariablen (untersuchte Wirkungen) 
- **Non-Response-Analyse**
 - Verweigerungsreaktionen (mit/ohne Angabe von Gründen)
 - Zusammenhang Response-Rate, Geräuschpegel, Personenmerkmale
- **Modellvergleiche, u.a.** 
 - Modelle mit gewichteten vs. ungewichteten Daten
 - FRA: Vergleich TN aller Wellen 1 bis 3 vs. voller Stichprobenumfang pro Welle (1 bzw. 2) => Effekt von Ausfällen im Panel
 - FRA (indirekt): Vergleich Neurekrutierter in 2013 vs. Panel 2013
- **Bootstrapping**
 - bei allen zentralen (erweiterten) Modellen (N_B) = 5.000
 - Prüfung der Robustheit der Schätzungen





Korrelation zwischen Fluglärmbelästigung und akustischen Maßen der Luftverkehrsgeräuschbelastung

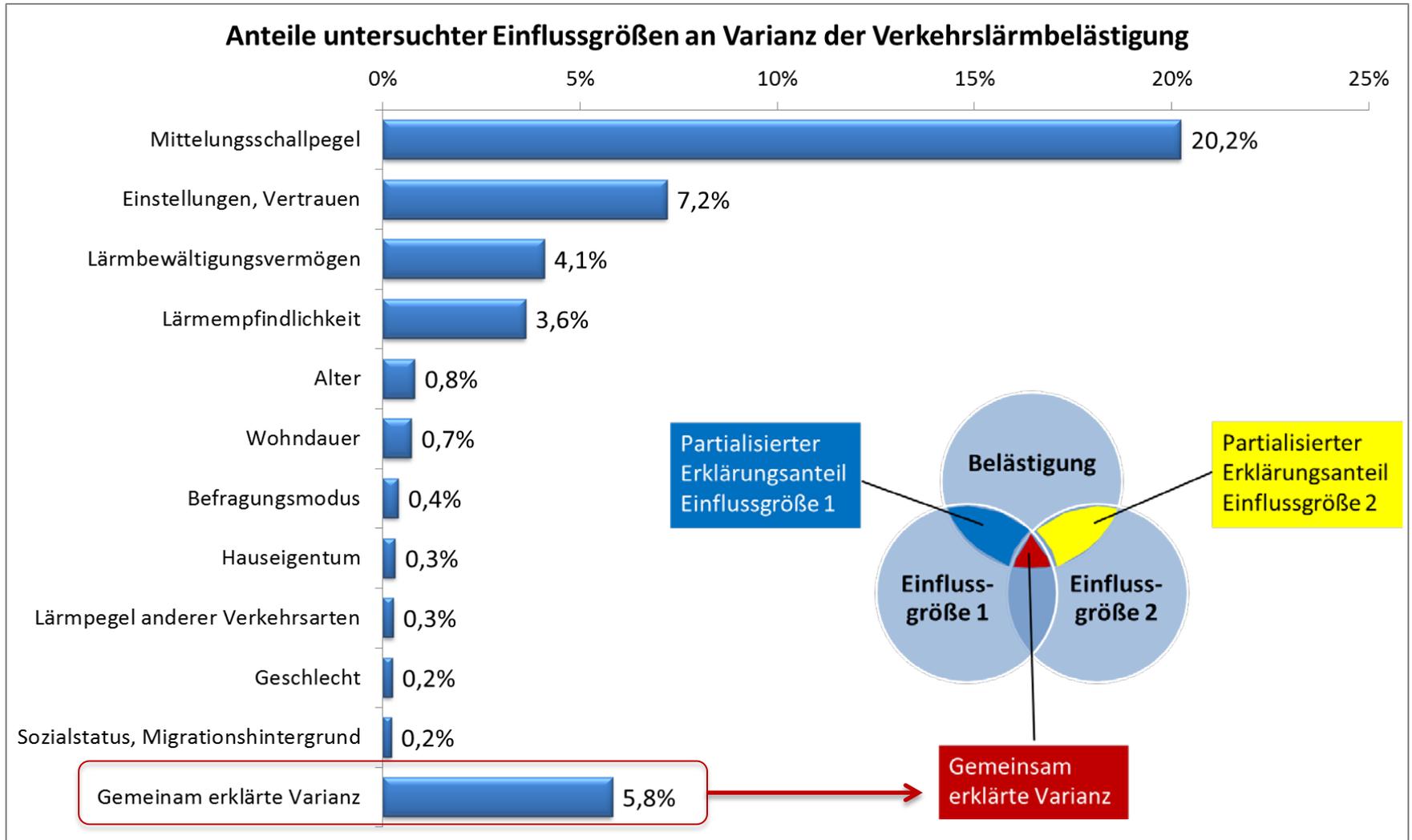
Produkt-Moment-Korrelation mit Fluglärmbelästigung

Variable	FRA 2011, 2012, 2013	BER	CGN	STR
<i>Mittelungspegel</i>				
$L_{pAeq,06-22h}$	0,466 - 0,470	0,502	0,409	0,594
$L_{pAeq,22-06h}$	0,406 - 0,425	0,481	0,420	0,555
<i>Maximalpegel</i>				
$L_{pAmax,06-22h}$	0,426 - 0,434	0,489	0,362	0,580
$L_{pAmax,22-06h}$	0,436 - 0,454	0,495	0,374	0,581
<i>Anzahl Flugbewegungen $\geq L_{pAmax} = 55$ dB</i>				
$NAT_{55,06-22h}$	0,374 - 0,403	0,485	0,307	0,557
$NAT_{55,22-06h}$	0,354 - 0,375	0,493	0,324	0,529

Korrelation = Maß für Stärke des Zusammenhangs)

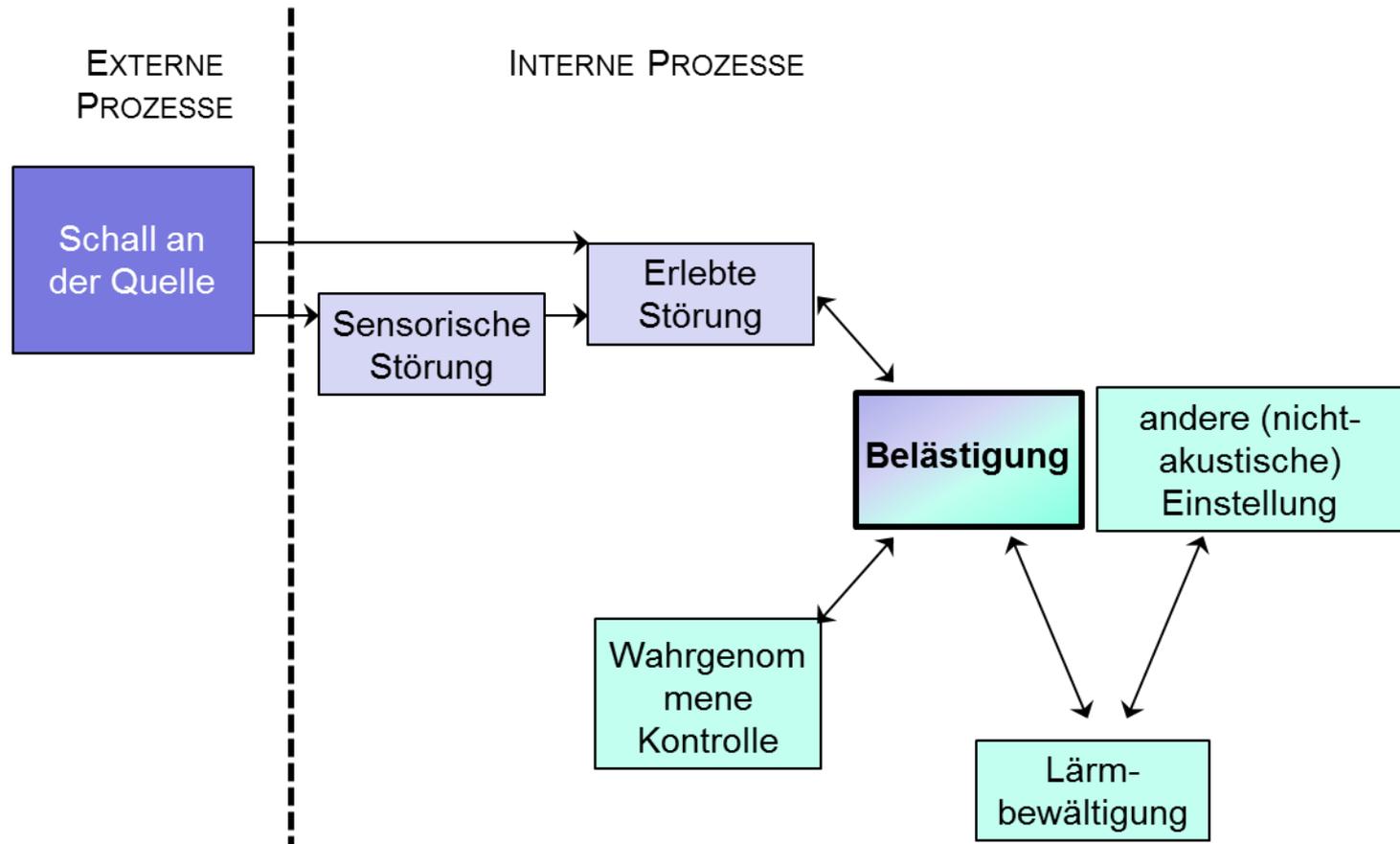
- Werte nahe 0
= kein Zusammenhang
- Werte zw. 0 und +1
= positiver Zusammenhang
(je mehr, desto mehr)
- Werte zw. 0 und -1
= negativer Zusammenhang
(je mehr, desto weniger)
- Je höher der Wert
(näher an +1 bzw. -1),
umso stärker der
Zusammenhang

Untersuchte Einflussgrößen der Verkehrslärmbelästigung



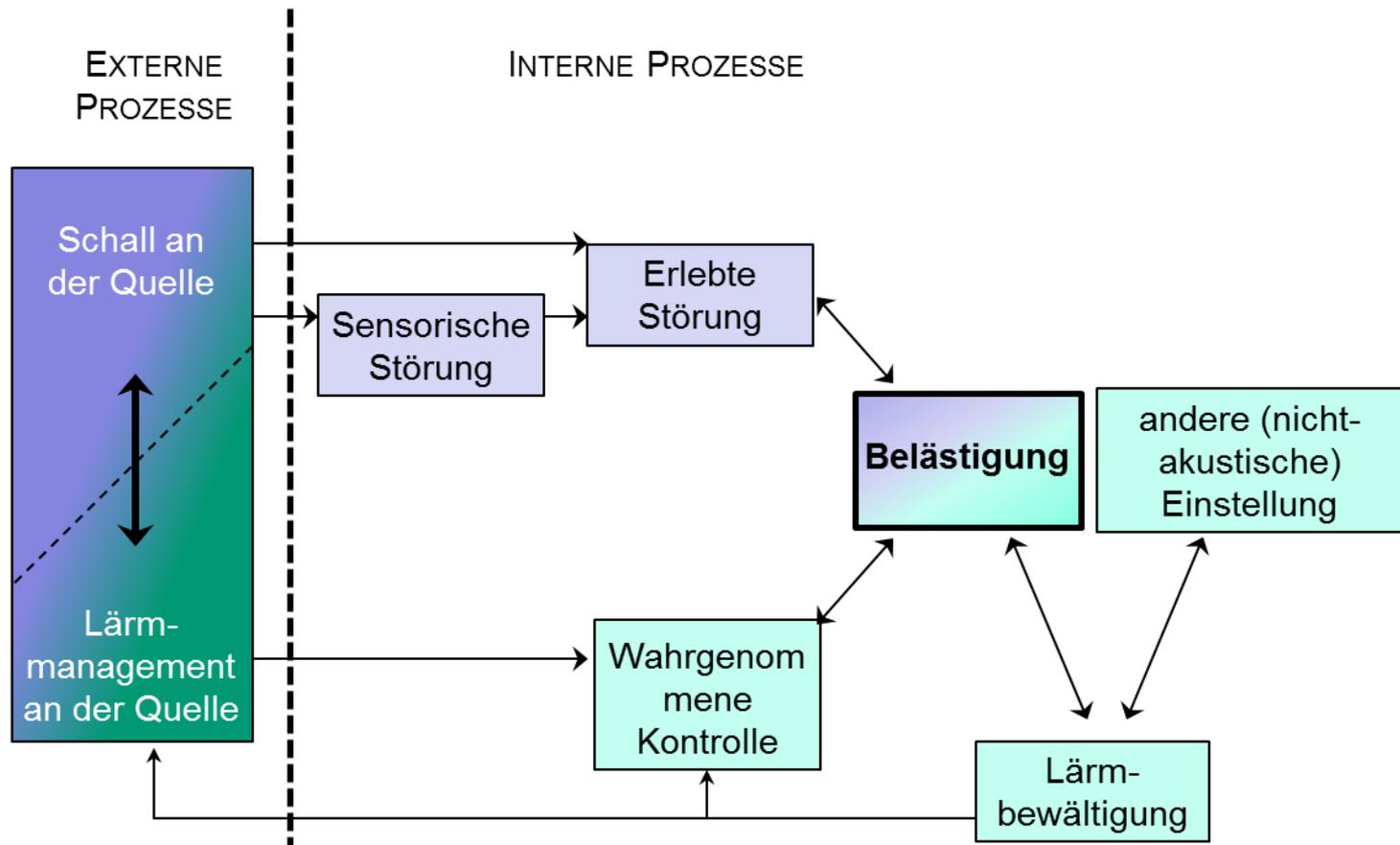
$R^2_{\text{gesamt}} = 21 - 71\%$ je nach Lärmquelle und Stichprobe

Stressbezogenes Lärmbelastungsmodell



Stallen, 1999

Stressbezogenes Lärmbelastigungsmodell



Stallen, 1999