

Dirk Schreckenberg



Belästigung & Lebensqualität

Aufgabenstellung, Ergebnisse des NORAH-Moduls 1

Hessische Landesvertretung
Berlin
22.09.2016



Flughafenbezeichnung - IATA Code

Flughafen

BER = Berlin-Brandenburg



CGN = Köln-Bonn



FRA = Frankfurt



STR = Stuttgart



NORAH Modul 1 - Belästigung und Lebensqualität

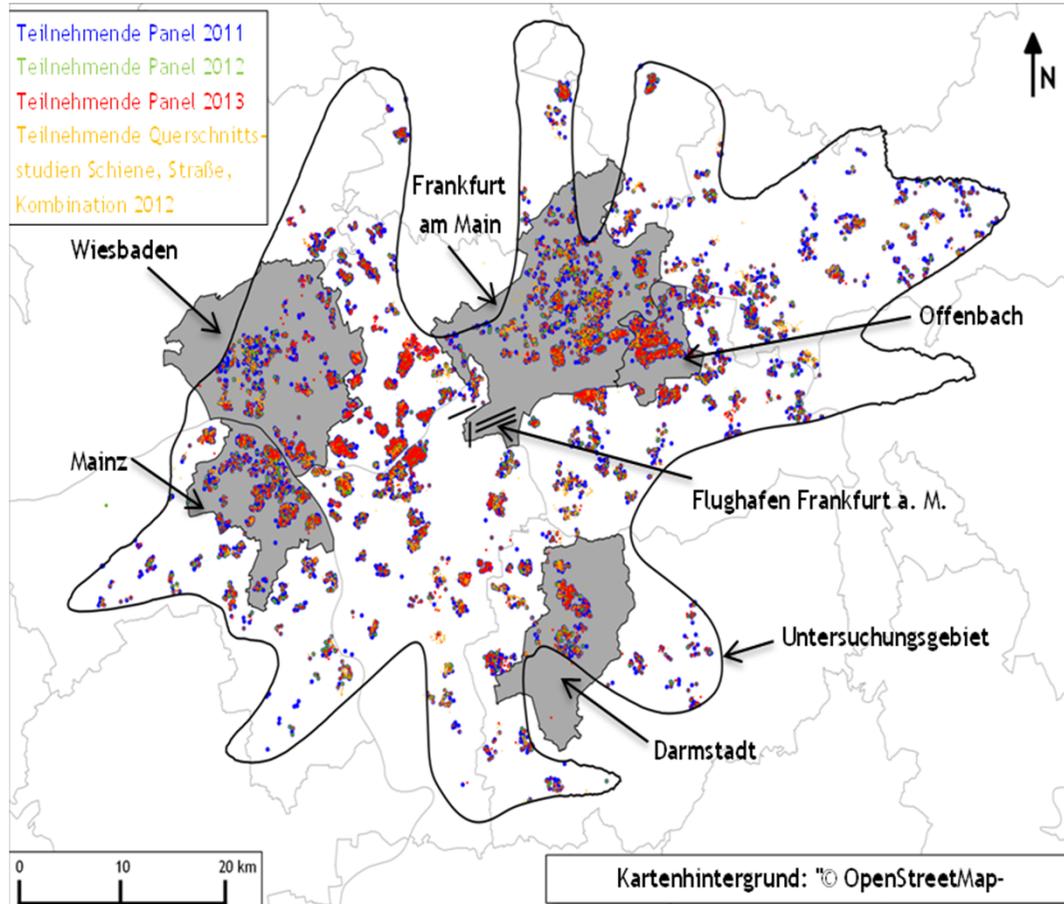
Aufgabenstellung, Methodik



Aufgabenstellungen des Moduls

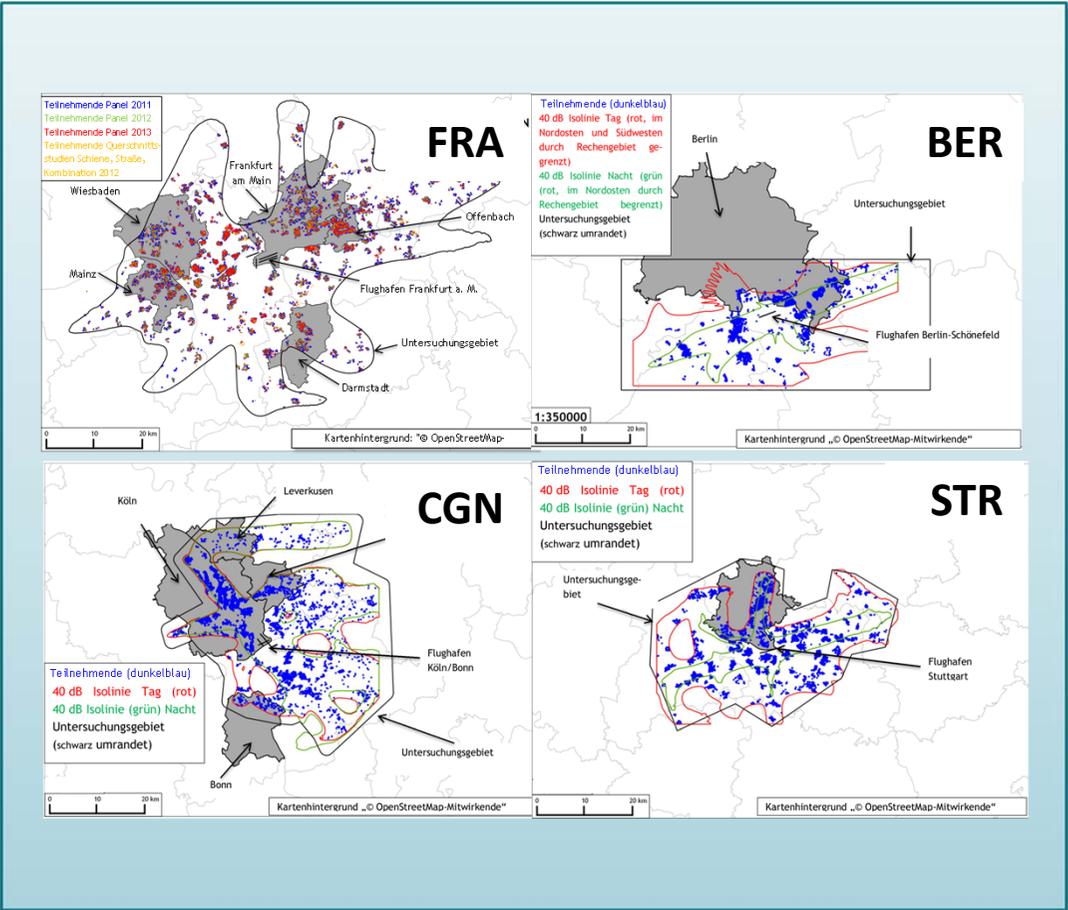
Aufgaben	Inhalt
Zeit- vergleich	Fluglärmwirkung <u>vor</u> (2011) / <u>nach</u> (2012/2013) ↳ Eröffnung der Landebahn Nordwest ↳ Einführung der Kernruhezeit (Nachtflugverbot), 23 – 05 Uhr
Standort- vergleich	Vergleich der Fluglärmwirkung FRA Flughafen in "Änderungssituation" (VOR-/NACHHER) BER Flughafen in "Änderungssituation" (VORHER) CGN Bestandsflughafen m. Nachtflug STR Bestandsflughafen m. Nachtflugbeschränkung
Quellen- vergleich	Vergleich der Wirkung von <ul style="list-style-type: none">• Fluglärm• Straßenverkehrslärm• Schienenverkehrslärm• Kombination: Flug- und Straßenverkehrslärm, Flug- und Schienenverkehrslärm

Erhebungsmethodik #1



- Geschichtete Zufallsziehung innerhalb der 40 dB L_{pAeq} -Konturen für Tag und Nacht
- Telefoninterviews (optional: Online)
 - Belästigung, Störungen durch Verkehrslärm
 - Gesundheitsbezogene Lebensqualität, psychisch, körperlich
 - Kontextfaktoren (situative, personale/soziale)
 - Soziodemographie

Erhebungsmethodik #2



- Geschichtete Zufallsziehung innerhalb der 40 dB L_{pAeq} -Konturen für Tag und Nacht
- Telefoninterviews (optional: Online)
 - Belästigung, Störungen durch Verkehrslärm
 - Gesundheitsbezogene Lebensqualität, psychisch, körperlich
 - Kontextfaktoren (situative, personale/soziale)
 - Soziodemographie

Erhebungsmethodik #3

Flughafen	Stichprobe	Befragte	2011	2012	2013
Frankfurt	Panel	9.244	X 9.244	X 4.867	X 3.508

NW-Landebahn
Nachtflugverbot

Erhebungsmethodik #3

NW-Landebahn
Nachtflugverbot

Flughafen	Stichprobe	Befragte	2011	2012	2013
Frankfurt	Panel	9.244	X 9.244	X 4.867	X 3.508
	QS Schiene	3.307		X	
	QS Straße	3.172		X	
	Kombi	634		X	

Erhebungsmethodik #3

NW-Landebahn
Nachtflugverbot

Flughafen	Stichprobe	Befragte	2011	2012	2013
Frankfurt	Panel	9.244	X 9.244	X 4.867	X 3.508
	QS Schiene	3.307		X	
	QS Straße	3.172		X	
	Kombi	634		X	
Berlin- Brandenburg		5.548		X	
Köln/Bonn		2.955			X
Stuttgart		1.979			X

Erhebungsmethodik #4: Akustik

Quelle	Berechnung	Kenngößen für verschiedene Tageszeiten
Luftverkehr	AzB '08 (in FRA: Auf Basis von Einzelflugaradardaten)	L_{pAeq} Dauerschallpegel L_{pAmax} mittlerer Maximalpegel NAT ₅₅ Anzahl über Schwellenwert
	Vorläufige Berechnungsmethode für den Umgebungslärm ...	
Straßenverkehr	... an Straßen VBUS	L_{pAeq} Dauerschallpegel
Schienenverkehr	... an Schienenwegen VBUSCH	L_{pAmax} mittlerer Maximalpegel

NORAH Modul 1 - Belästigung und Lebensqualität

Ergebnisse



Ergebnisse bezogen auf ...

Aufgaben	Inhalt
Zeit- vergleich	Fluglärmwirkung <u>vor</u> (2011) / <u>nach</u> (2012/2013) ↳ Eröffnung der Landebahn Nordwest ↳ Einführung der Kernruhezeit (Nachtflugverbot), 23 – 05 Uhr
Standort- vergleich	Vergleich der Fluglärmwirkung FRA Flughafen in "Änderungssituation" (VOR-/NACHHER) BER Flughafen in "Änderungssituation" (VORHER) CGN Bestandsflughafen m. Nachtflug STR Bestandsflughafen m. Nachtflugbeschränkung
Quellen- vergleich	Vergleich der Wirkung von <ul style="list-style-type: none">• Fluglärm• Straßenverkehrslärm• Schienenverkehrslärm• Kombination: Flug- und Straßenverkehrslärm, Flug- und Schienenverkehrslärm

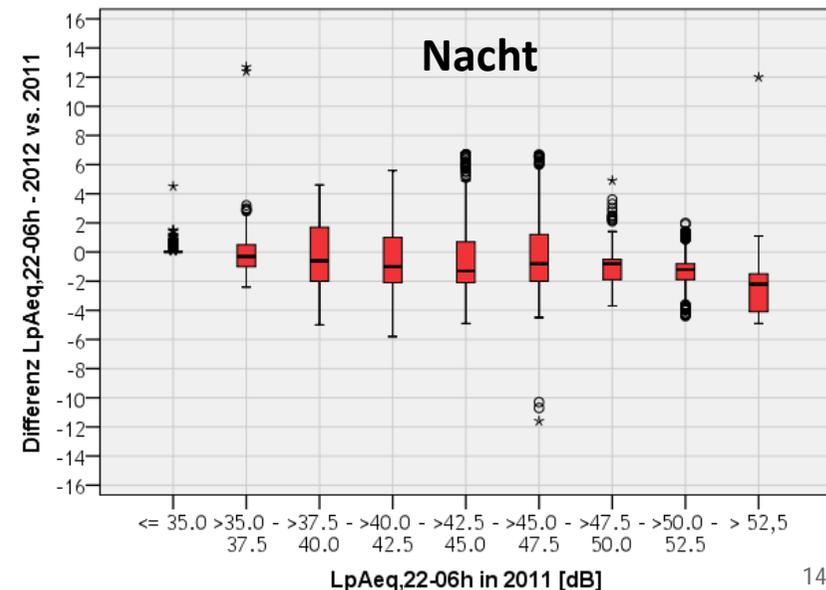
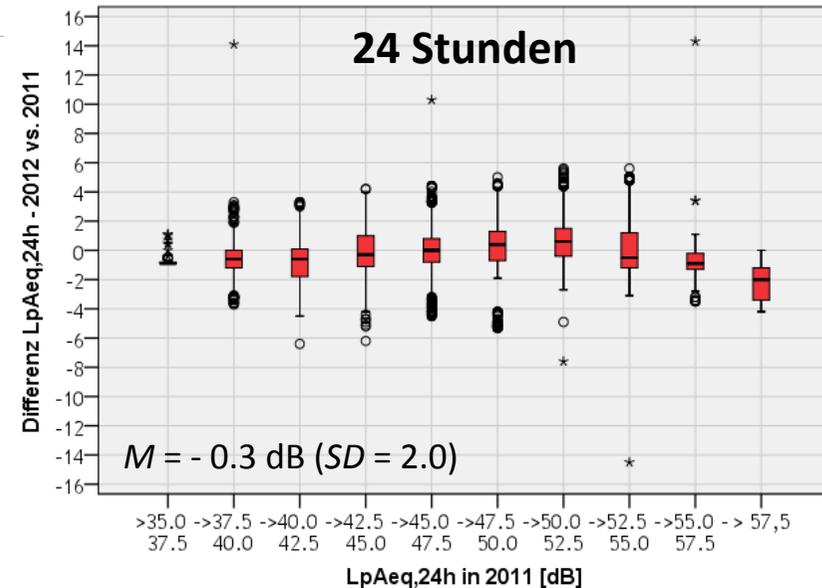
FRA: Veränderungen in Luftverkehrsgeräuschbelastung 2011 bis 2012

2011: Pegelbereich $L_{pAeq,24h}$: 36 – 61 dB

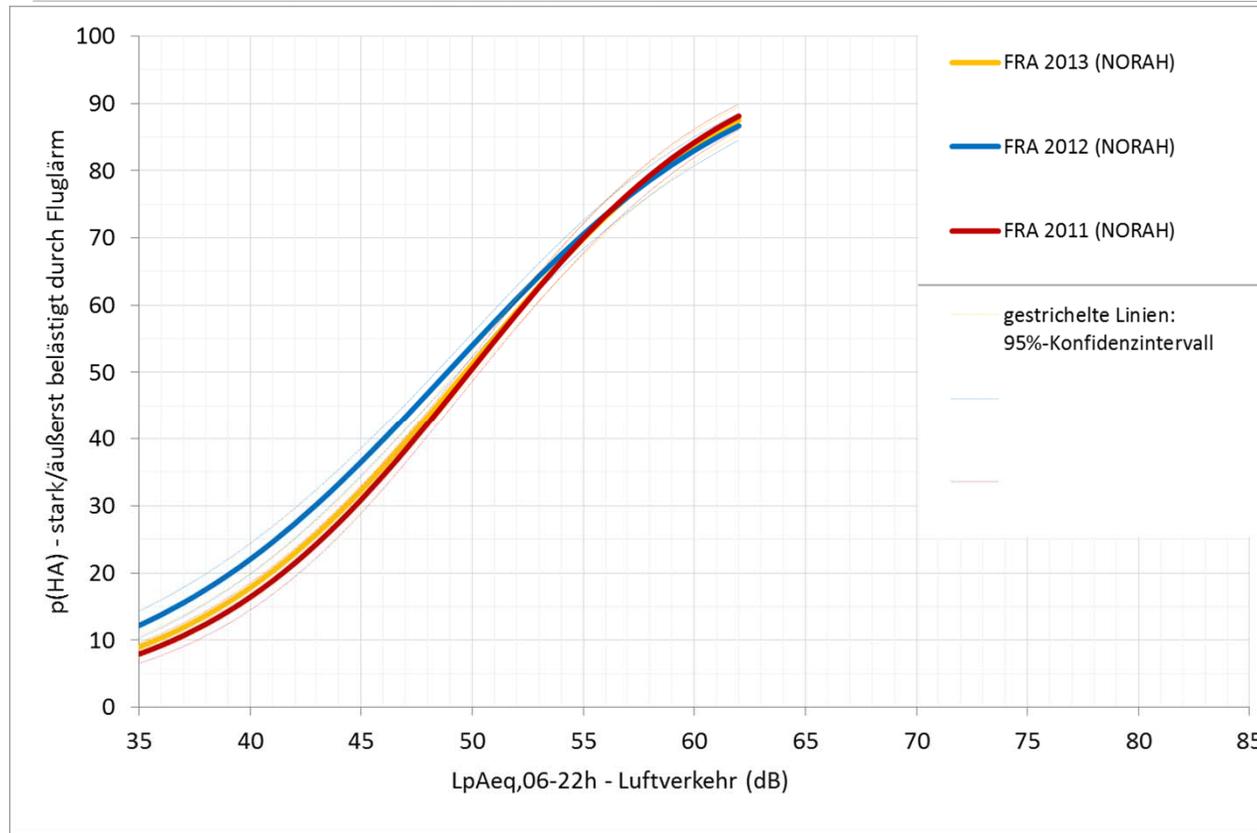
- $L_{pAeq,24h}$ überwiegend geändert ± 2 dB
- Ausreißer zwischen ± 6 dB
- Extremwerte zwischen ± 14.5 dB

2011: Pegelbereich $L_{pAeq,22-06h}$: ≤ 35 – 57 dB

- $L_{pAeq,22-06h}$ überwiegend geändert ± 2 dB
- Ausreißer zwischen ± 6 dB
- Extremwerte zwischen ± 12 – 13 dB

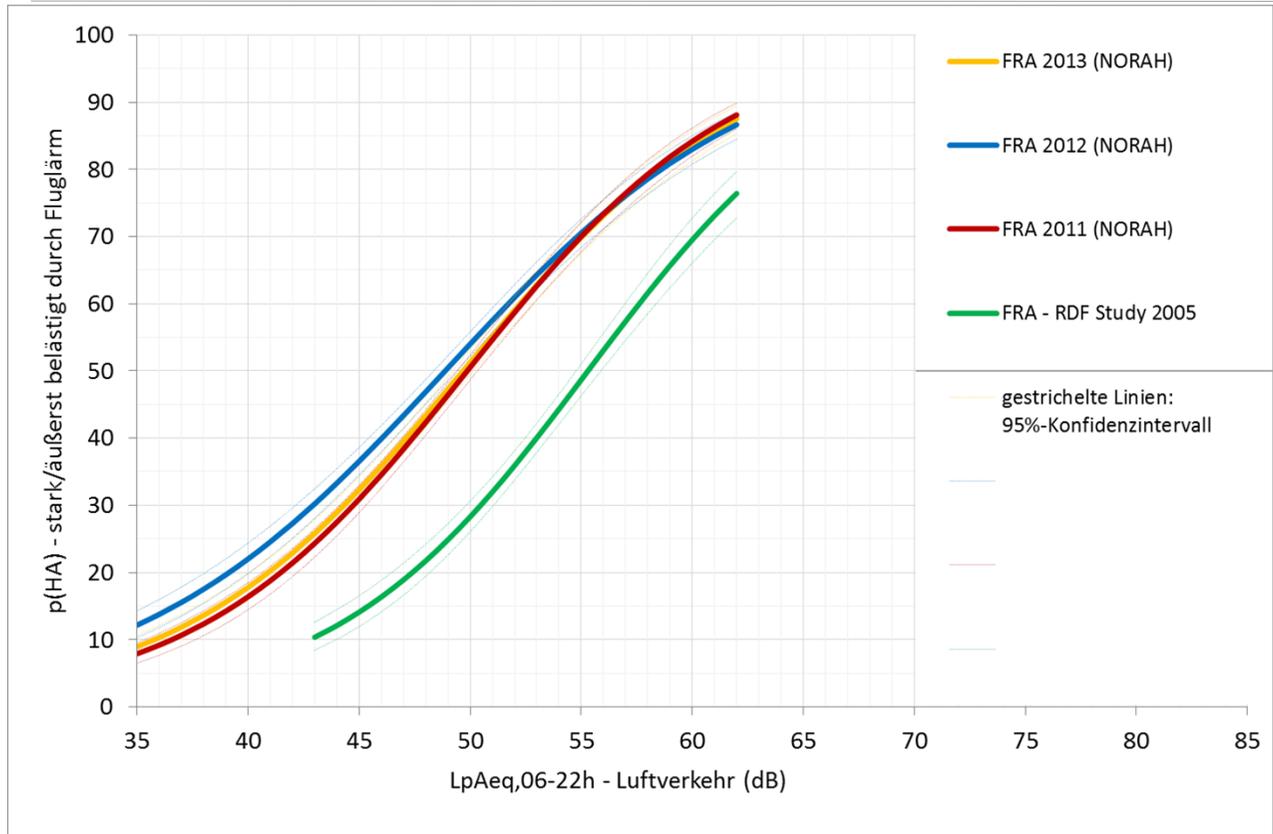


%Anteil hoch Fluglärm-belästigter (%HA) FRA: NORAH 2011-13 vs. RDF 2005



FRA = NORAH - Frankfurt: 2011 | 2012 | 2013 (n = 3 508)

%HA am Flughafen Frankfurt: NORAH 2011-13 vs RDF 2005

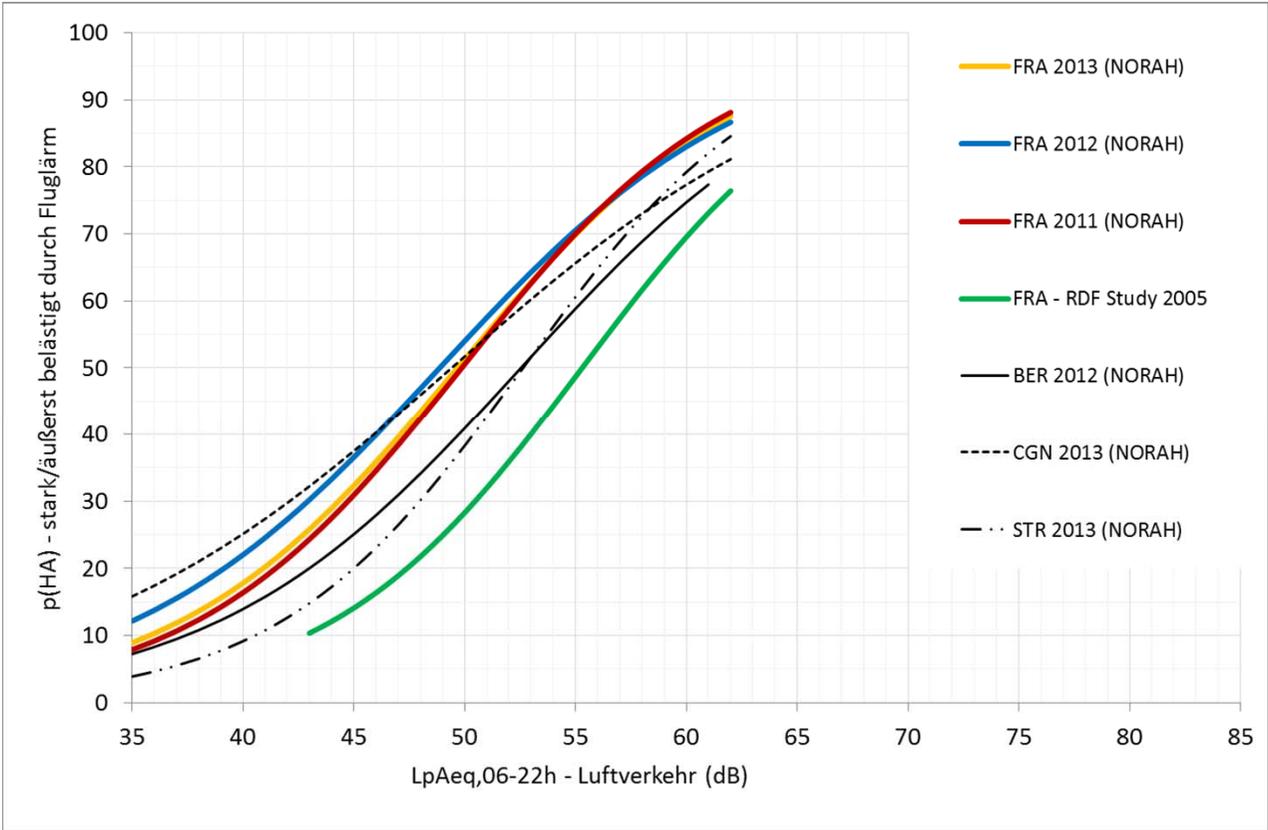


FRA = NORAH - Frankfurt: **2011** | **2012** | **2013** (n = 3.508)

RDF = **Belästigungsstudie, Frankfurt, 2005** (n = 2.308)

%HA - Alle NORAH Flughäfen

Alle NORAH-Flughäfen vs. RDF 2005



- FRA** = NORAH - Frankfurt: **2011** | **2012** | **2013** (n = 3.508)
- CGN** = NORAH - Köln/Bonn (n = 5.548)
- BER** = NORAH - Berlin-Brandenburg (n = 5.548)
- STR** = NORAH – Stuttgart (n = 1.979)
- RDF** = **Belastigungsstudie, Frankfurt, 2005** (n = 2.308)

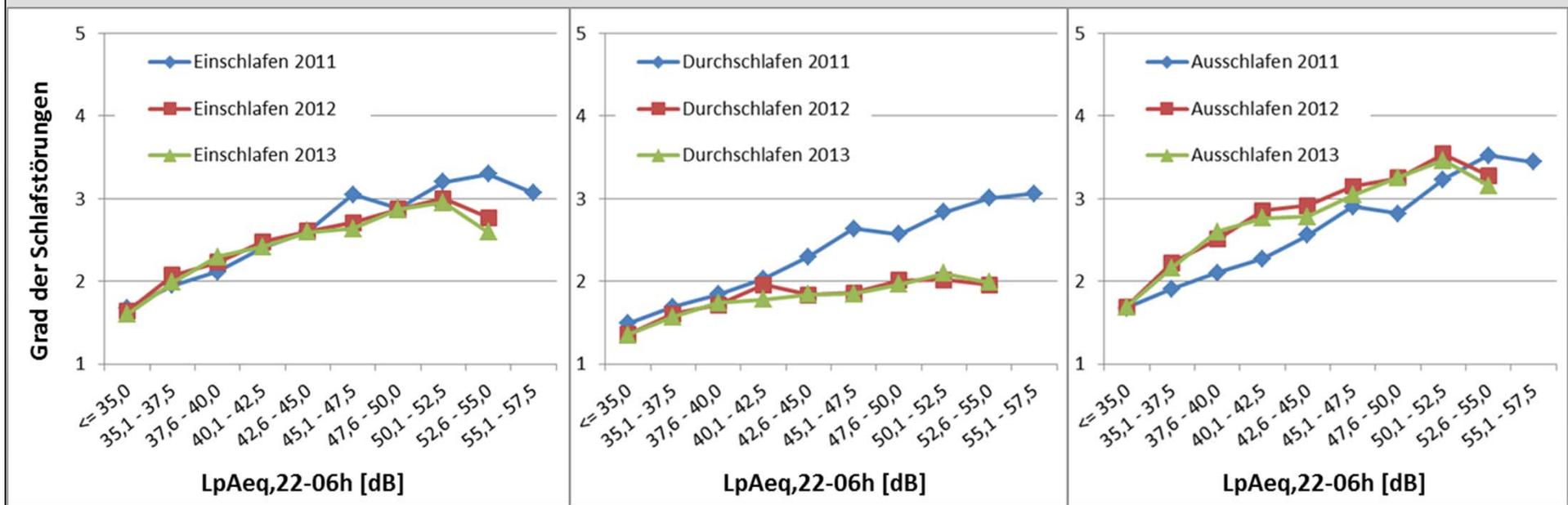
FRA 2011 - 2013: Berichtete Störungen durch Fluglärm beim Ein-, Durch- und Ausschlafen

Berichtete fluglärmbedingte Schlafstörungen vor (2011) und nach (2012/13) Einführung des Nachtflugverbots von 23 bis 5 Uhr

... beim
Einschlafen

... während der Nacht
(beim Durchschlafen)

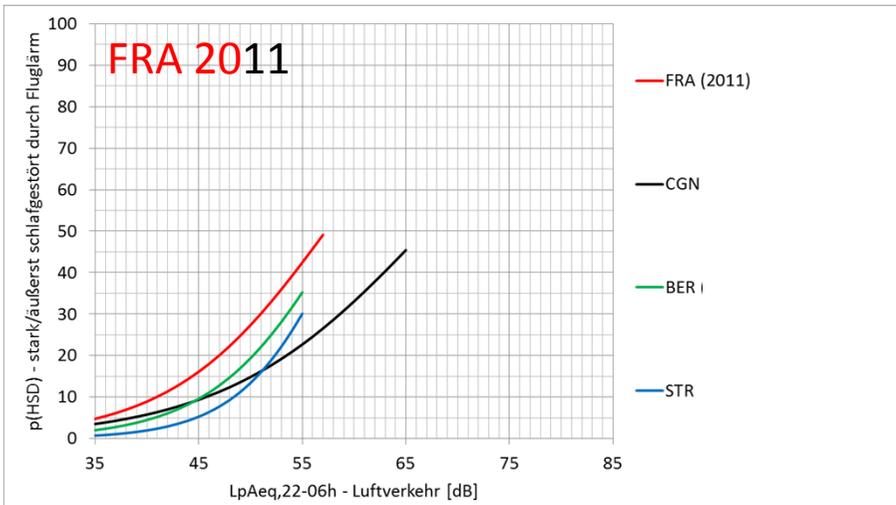
... am frühen Morgen
(beim Ausschlafen)



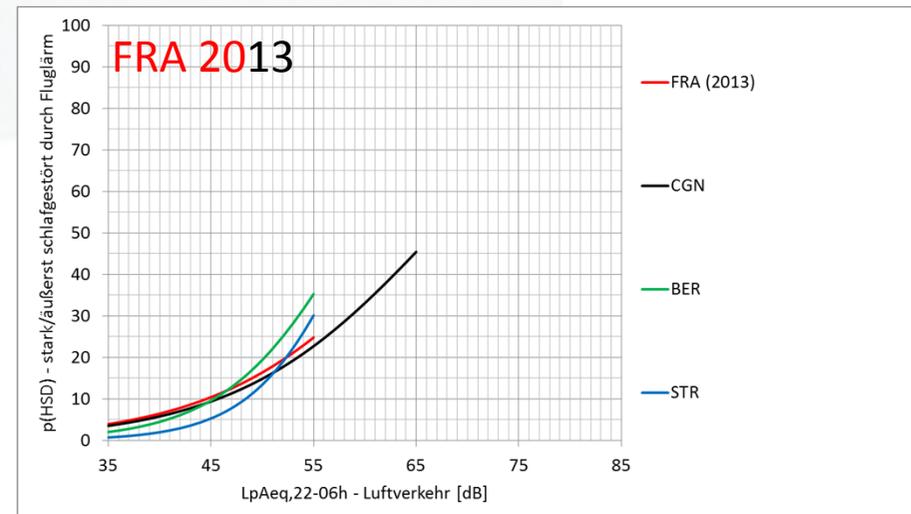
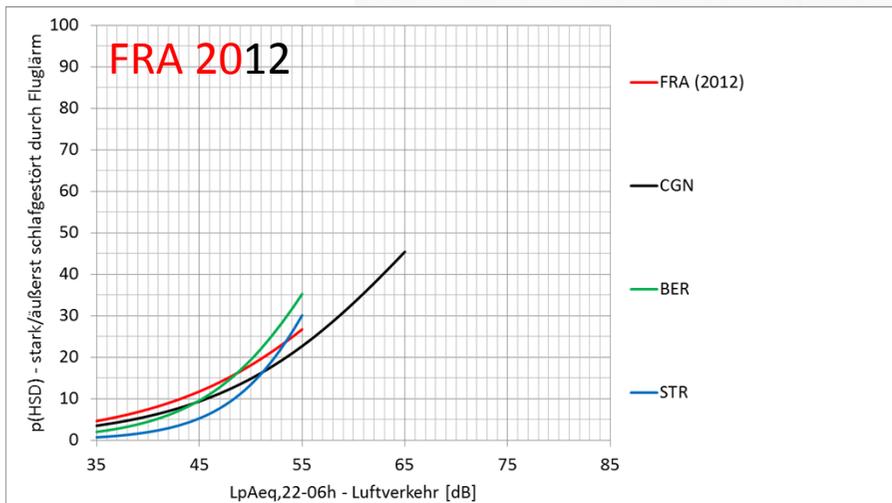
"Wie stark hat Sie der Fluglärm in den letzten 12 Monaten in den folgenden Situationen insgesamt gestört?"

(1) überhaupt nicht – (2) etwas – (3) mittelmäßig – (4) stark – (5) äußerst

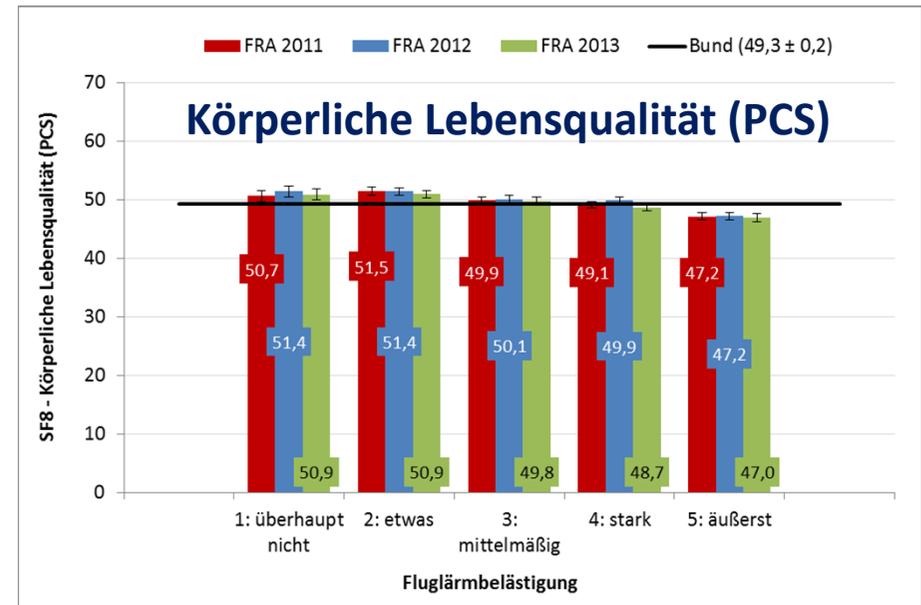
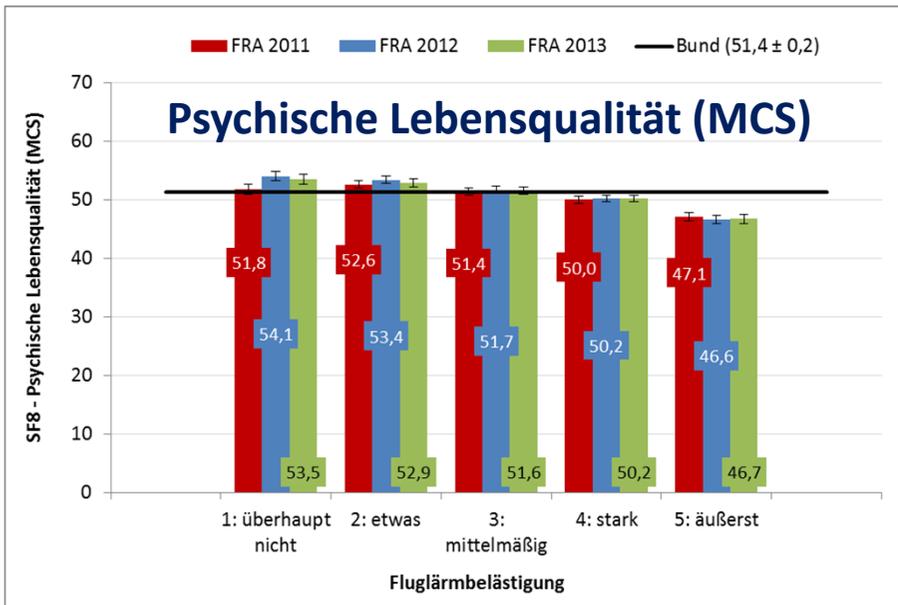
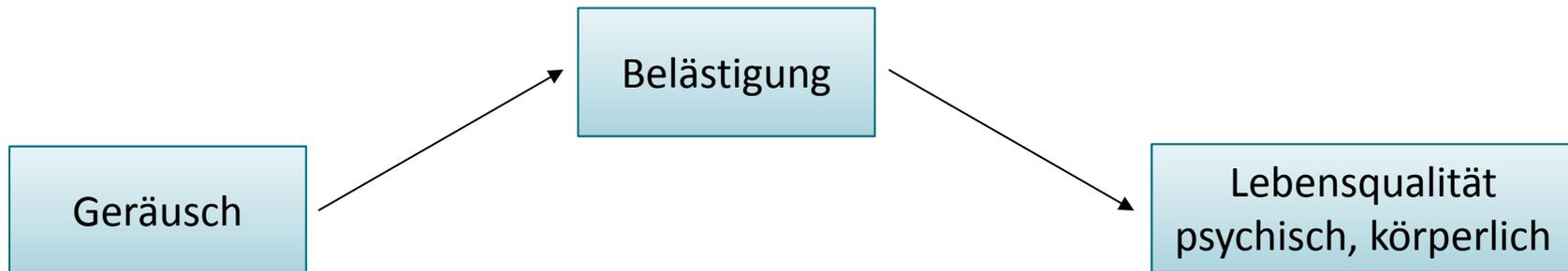
% Hoch durch Fluglärm schlafgestörter Personen (%HSD) - FRA, BER, CGN, STR



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



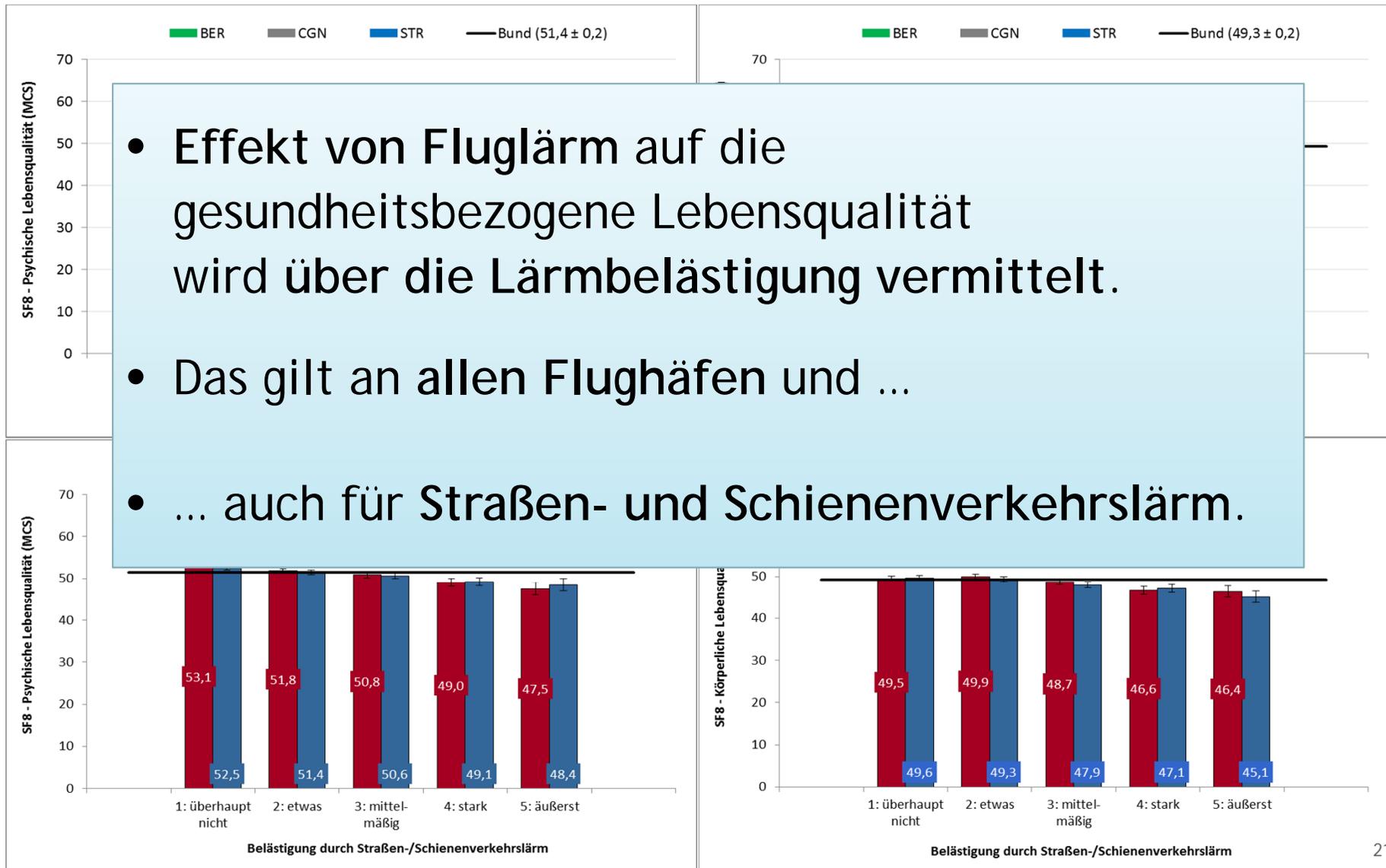
Lärmbelastung "vermittelt" zw. Geräuschbelastung und gesundheitl. Lebensqualität



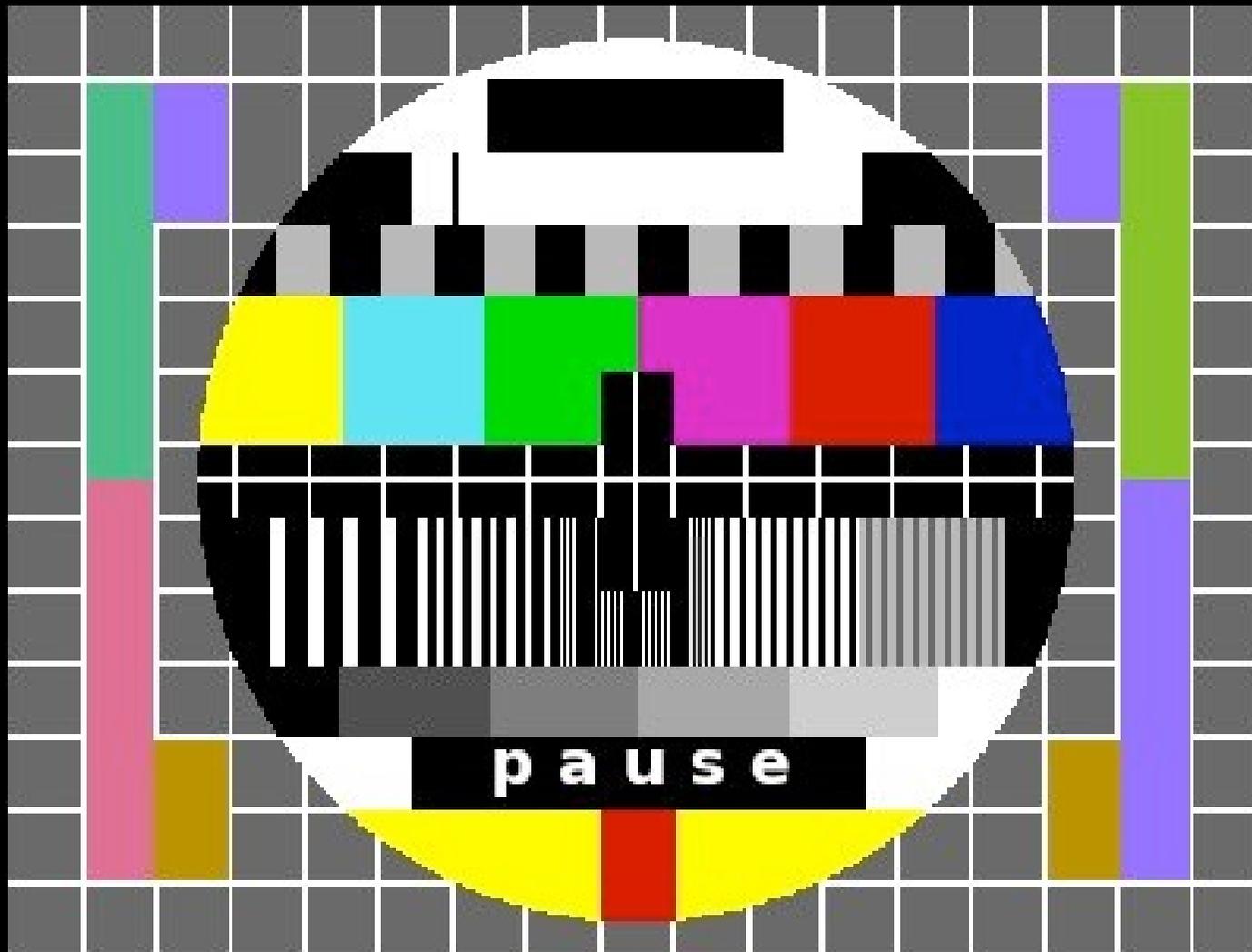
Lärmbelastung "vermittelt" zw. Geräuschbelastung und gesundheitl. Lebensqualität

Psychische Lebensqualität (MCS)

Körperliche Lebensqualität (PCS)



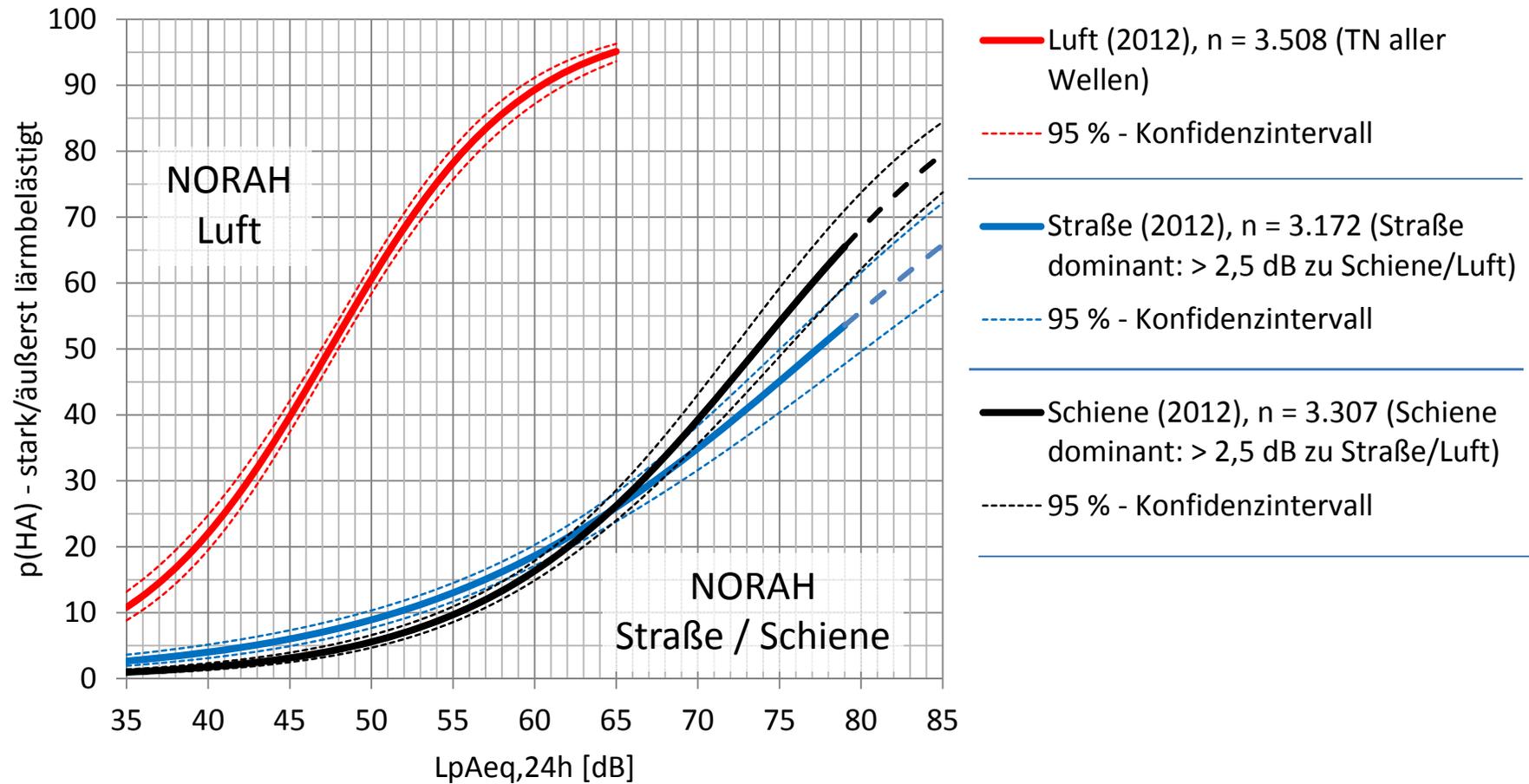
- Effekt von Fluglärm auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität wird über die Lärmbelastung vermittelt.
- Das gilt an allen Flughäfen und ...
- ... auch für Straßen- und Schienenverkehrslärm.



Ergebnisse bezogen auf ...

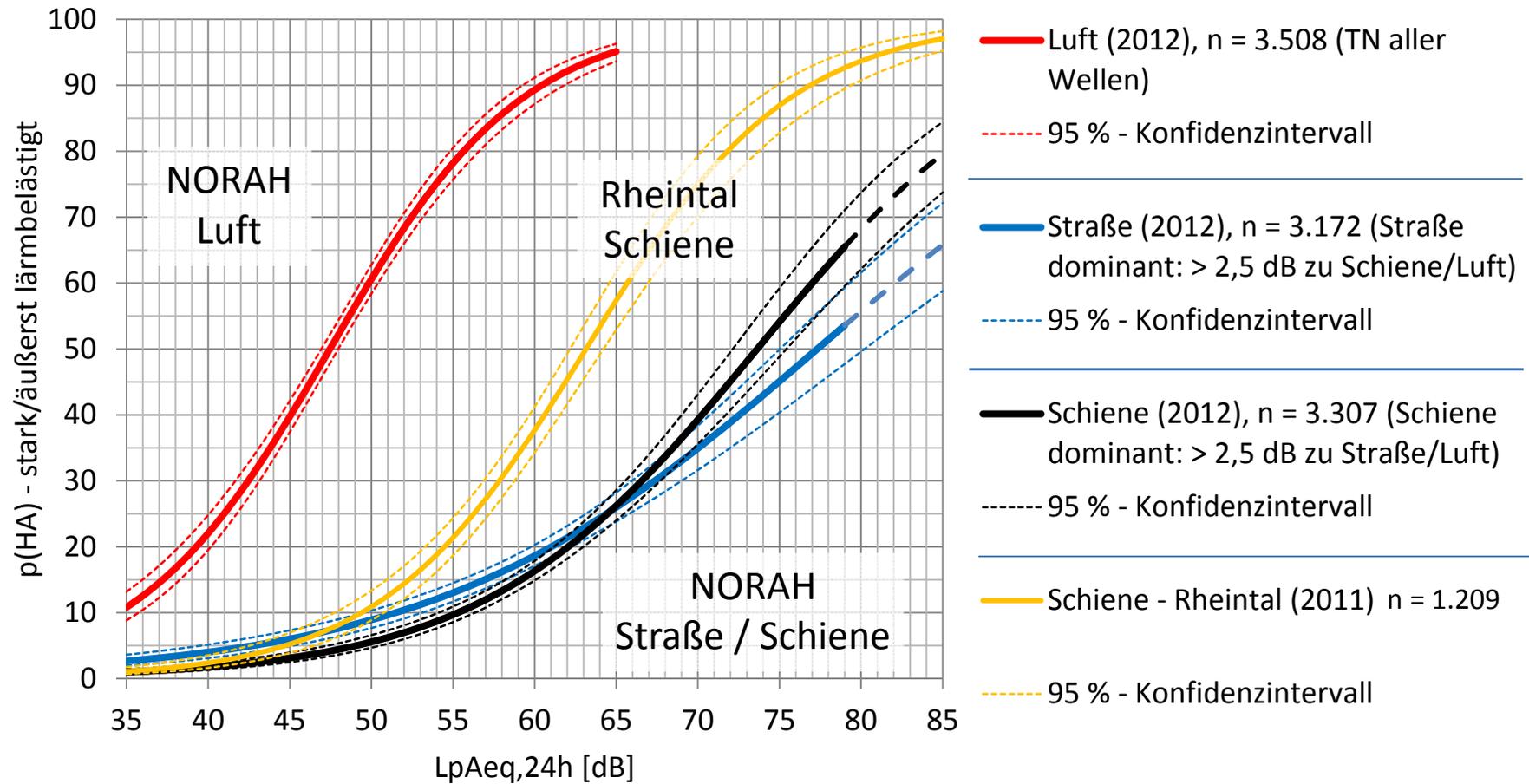
Aufgaben	Inhalt
Zeit- vergleich	Fluglärmwirkung <u>vor</u> (2011) / <u>nach</u> (2012/2013) ↳ Eröffnung der Landebahn Nordwest ↳ Einführung der Kernruhezeit (Nachtflugverbot), 23 – 05 Uhr
Standort- vergleich	Vergleich der Fluglärmwirkung FRA Flughafen in "Änderungssituation" (VOR-/NACHHER) BER Flughafen in "Änderungssituation" (VORHER) CGN Bestandsflughafen m. Nachtflug STR Bestandsflughafen m. Nachtflugbeschränkung
Quellen- vergleich	Vergleich der Wirkung von <ul style="list-style-type: none">• Fluglärm• Straßenverkehrslärm• Schienenverkehrslärm• Kombination: Flug- und Straßenverkehrslärm, Flug- und Schienenverkehrslärm

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



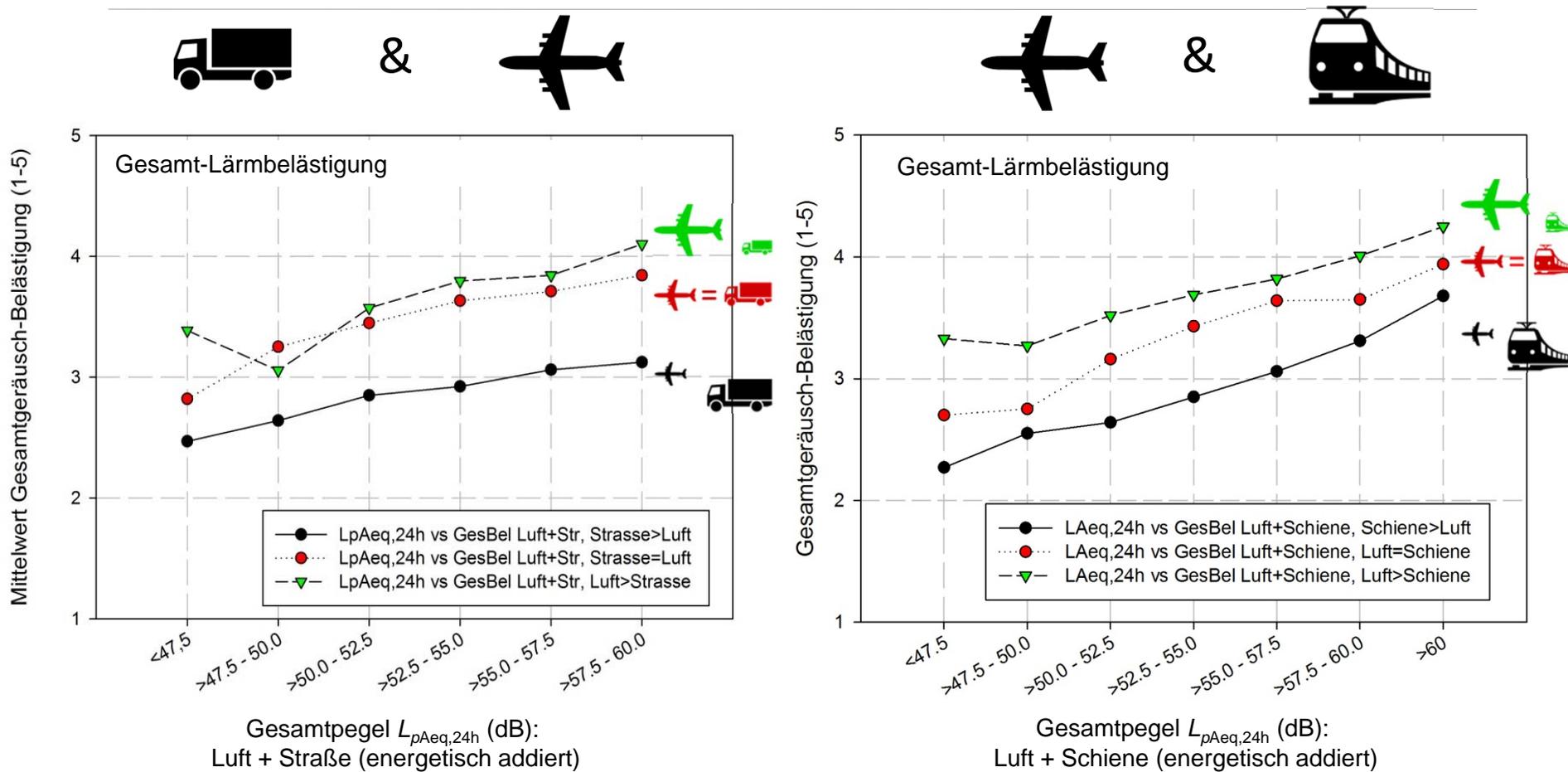
Luft: NORAH - FRA Panelstudie 2012 - Rhein-Main
 Straße / Schiene: NORAH - QS Straße/Schiene 2012 - Rhein-Main

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



Luft: NORAH - FRA Panelstudie 2012 - Rhein-Main
 Straße / Schiene: NORAH - QS Straße/Schiene 2012 - Rhein-Main
 Schiene Rheintal Studie von 2011 im Auftrag der Umweltministerien Rheinland-Pfalz und Hessen

Kombinierte Lärmbelastung



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

Zu guter Letzt: Einflussfaktoren der Lärmbelastungsurteile - Bsp. Fluglärm

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)	0,005
2011 Luftverkehr umweltschädlich.	-0,129 (0,033)	0,009
2011 Luftverkehr gefährlich	-0,053 (0,024)	0,032
2011 Befragungsmodus	0,058 (0,033)	0,098
2011 Flugv. nützlich	0,063 (0,033)	0,052
2011 Straße (L _{pAeq,24h})	0,063 (0,006)	0,223
2011 Alter ²	-0,028 (0,033)	0,391
2011 SWI	0,015 (0,040)	0,703

Teilmodell für die Veränderung 2012, 2013

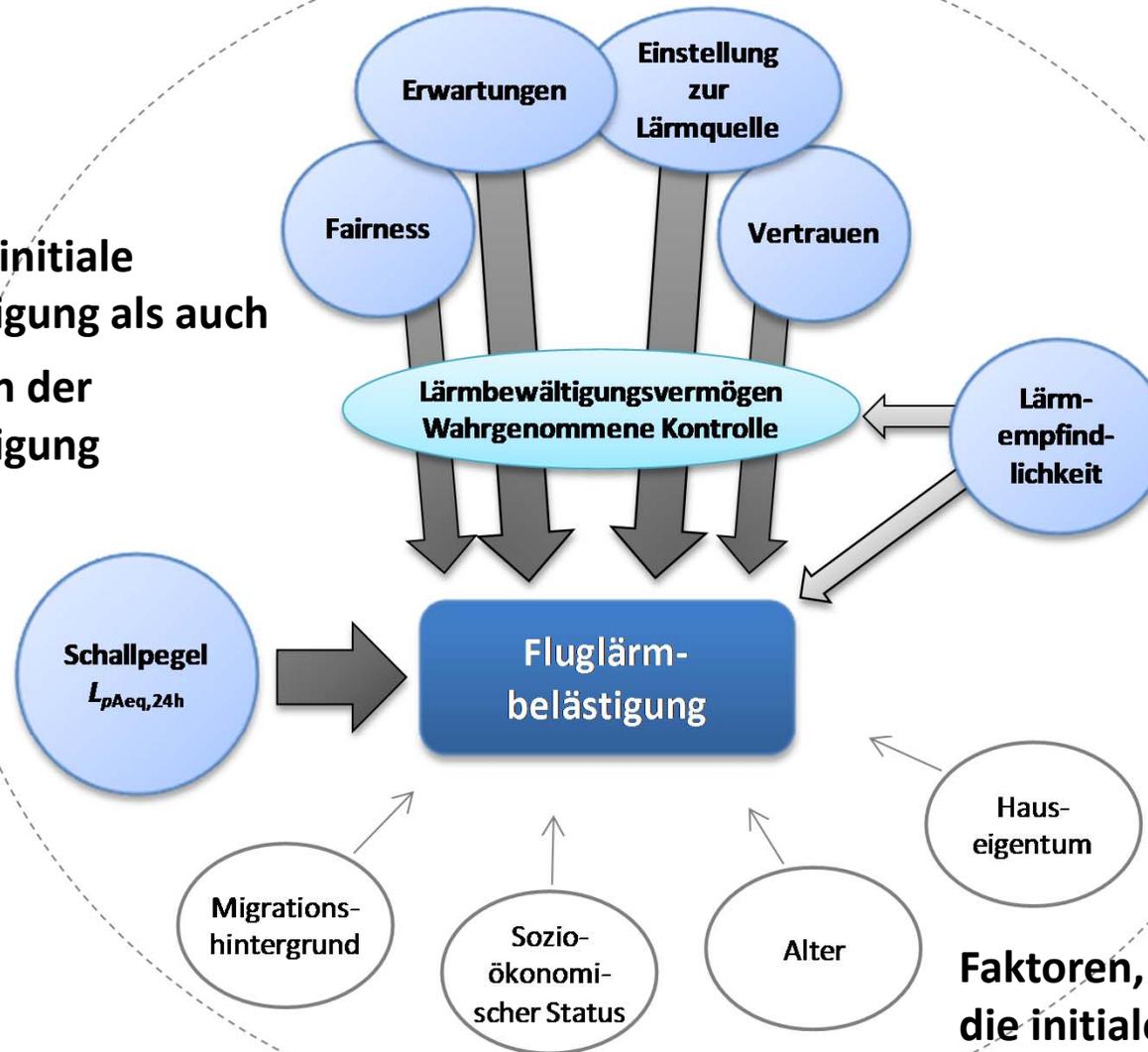
Slope (R ² = 0,658)	B (SE)	p
2011 Lärmbewältigungsvermögen	0,061 (0,163)	< 0,001
2012 Lärmbewältigungsvermögen	-0,416 (0,118)	< 0,001
2013 Lärmbewältigungsvermögen	-0,488 (0,124)	< 0,001
2011 Erwartungen zum Flugbetrieb	0,305 (0,115)	0,008
2012 Erwartungen zum Flugbetrieb	-0,435 (0,124)	< 0,001
2013 Erwartungen zum Flugbetrieb	0,146 (0,073)	0,046
2011 Luftv. umweltschädlich	0,146 (0,073)	0,046
2012 Luftv. umweltschädlich	-0,141 (0,072)	0,052
2013 Luftv. umweltschädlich	-0,146 (0,065)	0,025
2011 Luftv. gefährlich	0,116 (0,052)	0,027
2012 Luftv. gefährlich	0,093 (0,048)	0,055
2013 Luftv. gefährlich	-0,043 (0,034)	0,198
2011 Lärmempfindlichkeit	-0,043 (0,034)	0,198
2012 Lärmempfindlichkeit	-0,042 (0,022)	0,058
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

Statistische Analysen der Einflussgrößen der Lärmbelastung
 Beispiel hier: Modell zur Fluglärmelastung und zu ihrer Veränderung

Zu guter Letzt: Einflussfaktoren der Lärmbelastungsurteile - Bsp. Fluglärm

Faktoren, die

- sowohl die initiale Lärmbelastung als auch
- Änderung in der Lärmbelastung beeinflussen



Faktoren, die hauptsächlich die initiale Lärmbelastung beeinflussen

Ausblick, offene Fragen

- **Einflussfaktoren der Belästigung:** zeitliche Trends, Unterschiede zw. Regionen, Quellenarten, Wirkung von Lärmschutzmaßnahmen
 - **Expositionsfaktoren:** Ergänzende Kenngrößen zum Dauerschallpegel?
 - ↳ L_{pAmax} , Ereigniszahl, Hintergrundpegel, Pausenstruktur, Psychoakustik, ...
 - **Kontext, nicht-akustische Faktoren:**
 - Kommunikation / partizipative Ansätze im Lärmschutz?
 - Bedeutung von Vorhersehbarkeit, Regelmäßigkeit, Kontrolle?
 - Was bedeutet eigentlich "Entlastung von Lärmbeeinträchtigung"?

Ausblick, offene Fragen

- **Einflussfaktoren der Belästigung: zeitliche Trends, Unterschiede zw. Regionen, Quellenarten, Wirkung von Lärmschutzmaßnahmen**
 - **Expositionsfaktoren: Ergänzende Kenngrößen zum Dauerschallpegel?**
 - ↳ L_{pAmax} , Ereigniszahl, Hintergrundpegel, Pausenstruktur, Psychoakustik, ...
 - **Kontext, nicht-akustische Faktoren:**
 - Kommunikation / partizipative Ansätze im Lärmschutz?
 - Bedeutung von Vorhersehbarkeit, Regelmäßigkeit, Kontrolle?
 - Was bedeutet eigentlich "Entlastung von Lärmbeeinträchtigung"?
- **Brauchen wir wirkungsbezogen definierte Schutzkonzepte?**
 - Unterschreitung von x% Belästigte, y Aufwachreaktionen statt Unterschreitung von z dB?

Ausblick, offene Fragen

- **Einflussfaktoren der Belästigung:** zeitliche Trends, Unterschiede zw. Regionen, Quellenarten, Wirkung von Lärmschutzmaßnahmen
 - **Expositionsfaktoren:** Ergänzende Kenngrößen zum Dauerschallpegel?
 - ↳ L_{pAmax} , Ereigniszahl, Hintergrundpegel, Pausenstruktur, Psychoakustik, ...
 - **Kontext, nicht-akustische Faktoren:**
 - Kommunikation / partizipative Ansätze im Lärmschutz?
 - Bedeutung von Vorhersehbarkeit, Regelmäßigkeit, Kontrolle?
 - Was bedeutet eigentlich "Entlastung von Lärmbeeinträchtigung"?
- **Brauchen wir wirkungsbezogen definierte Schutzkonzepte?**
 - Unterschreitung von x% Belästigte, y Aufwachreaktionen statt Unterschreitung von z dB?
- **Wirkung kombinierter Lärmquellen (Gesamtlärm):**
 - Gelten die gefundenen Ergebnisse auch an anderen Standorten?
 - Welche Wirkungen auf Schlafstörungen, auf die allgemeine gesundheitsbezogene Lebensqualität?

Ausblick, offene Fragen

- **Einflussfaktoren der Belästigung: zeitliche Trends, Unterschiede zw. Regionen, Quellenarten, Wirkung von Lärmschutzmaßnahmen**
 - **Expositionsfaktoren: Ergänzende Kenngrößen zum Dauerschallpegel?**
 - ↳ L_{pAmax} , Ereigniszahl, Hintergrundpegel, Pausenstruktur, Psychoakustik, ...
 - **Kontext, nicht-akustische Faktoren:**
 - Kommunikation / partizipative Ansätze im Lärmschutz?
 - Bedeutung von Vorhersehbarkeit, Regelmäßigkeit, Kontrolle?
 - Was bedeutet eigentlich "Entlastung von Lärmbeeinträchtigung"?
- **Brauchen wir wirkungsbezogen definierte Schutzkonzepte?**
 - Unterschreitung von x% Belästigte, y Aufwachreaktionen statt Unterschreitung von z dB?
- **Wirkung kombinierter Lärmquellen (Gesamtlärm):**
 - Gelten die gefundenen Ergebnisse auch an anderen Standorten?
 - Welche Wirkungen auf Schlafstörungen, auf die allgemeine gesundheitsbezogene Lebensqualität?
- **Zusammenhang Geräuschpegel - Lärmbelästigung - Gesundheit**

Soweit die Ergebnisse von Modul 1.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Energieäquivalenter Dauerschallpegel: Formel, Schreibweise

DIN 45643:2011-02:
**Messung und Beurteilung von
Fluggeräuschen**

Der A-bewertete äquivalente
Dauerschalldruckpegel berechnet sich für die in
einem Zeitintervall T auftretenden Geräusche als

$$L_{p,A,eq,T} = 10 \lg \left(\frac{t_0}{T} \sum_{i=1}^N 10^{L_{p,A,E,i}/10 \text{ dB}} \right) \text{ dB}$$

ISO 1996-1:2016
**Acoustics — Description, measurement
and assessment of environmental noise**
Part 1: Basic quantities and assessment procedures

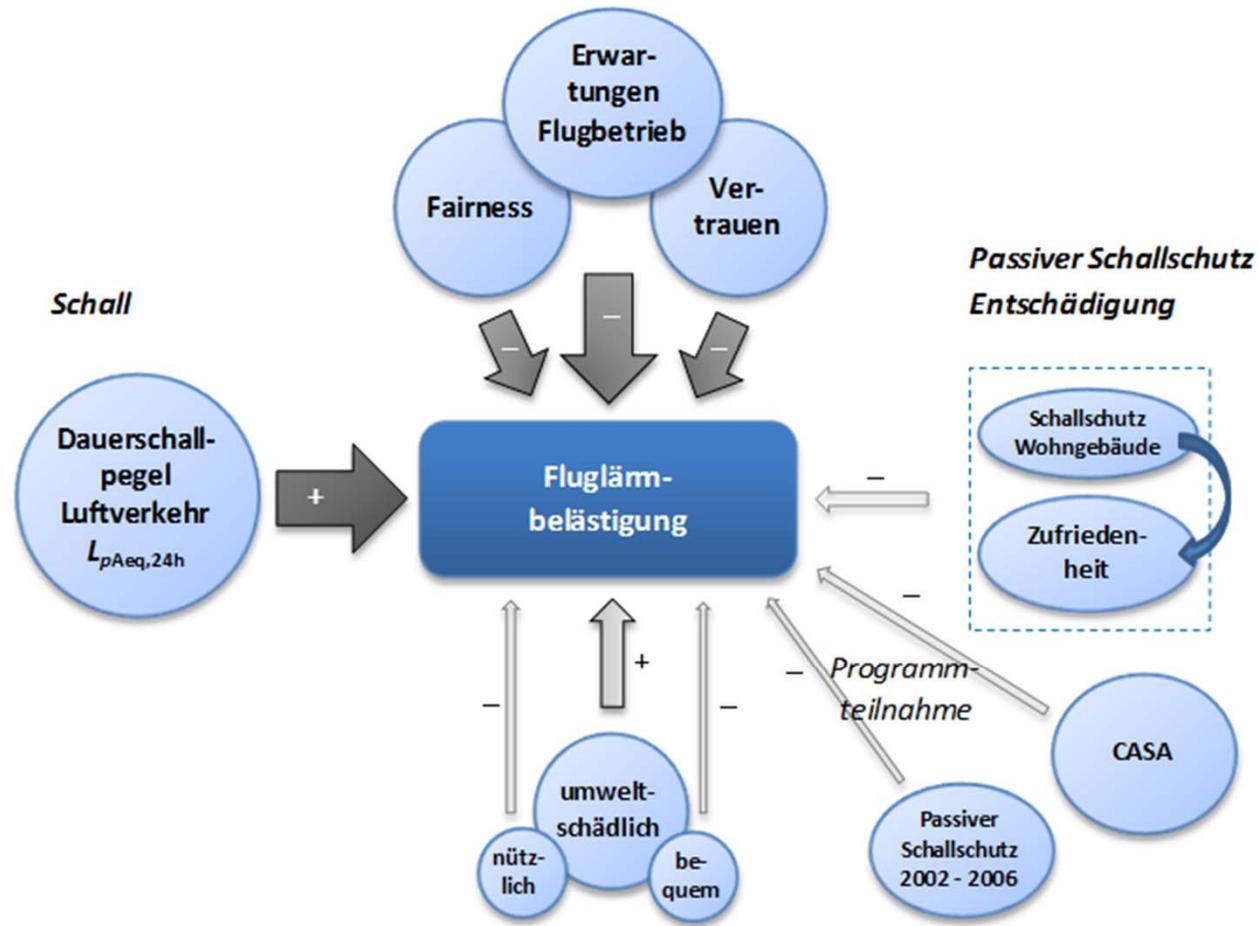
The A-weighted equivalent continuous sound
pressure level is

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ dB}$$

- Diese Schreibweise "dB" (statt "dB(A)") folgt dem Gebot der Trennung von Größenwert (dB) und Zusatzinformation (A-Bewertung) bei physikalischen Größen.
- "Dezibel" ist selbst keine echte Maßeinheit, sondern ein Verhältnismaß oder eine Hilfsmaßeinheit (Quasi-Einheit, Hinweiswort).
Die abgeleitete Einheit für Schalldruck ist Pascal (Kraft/Fläche)

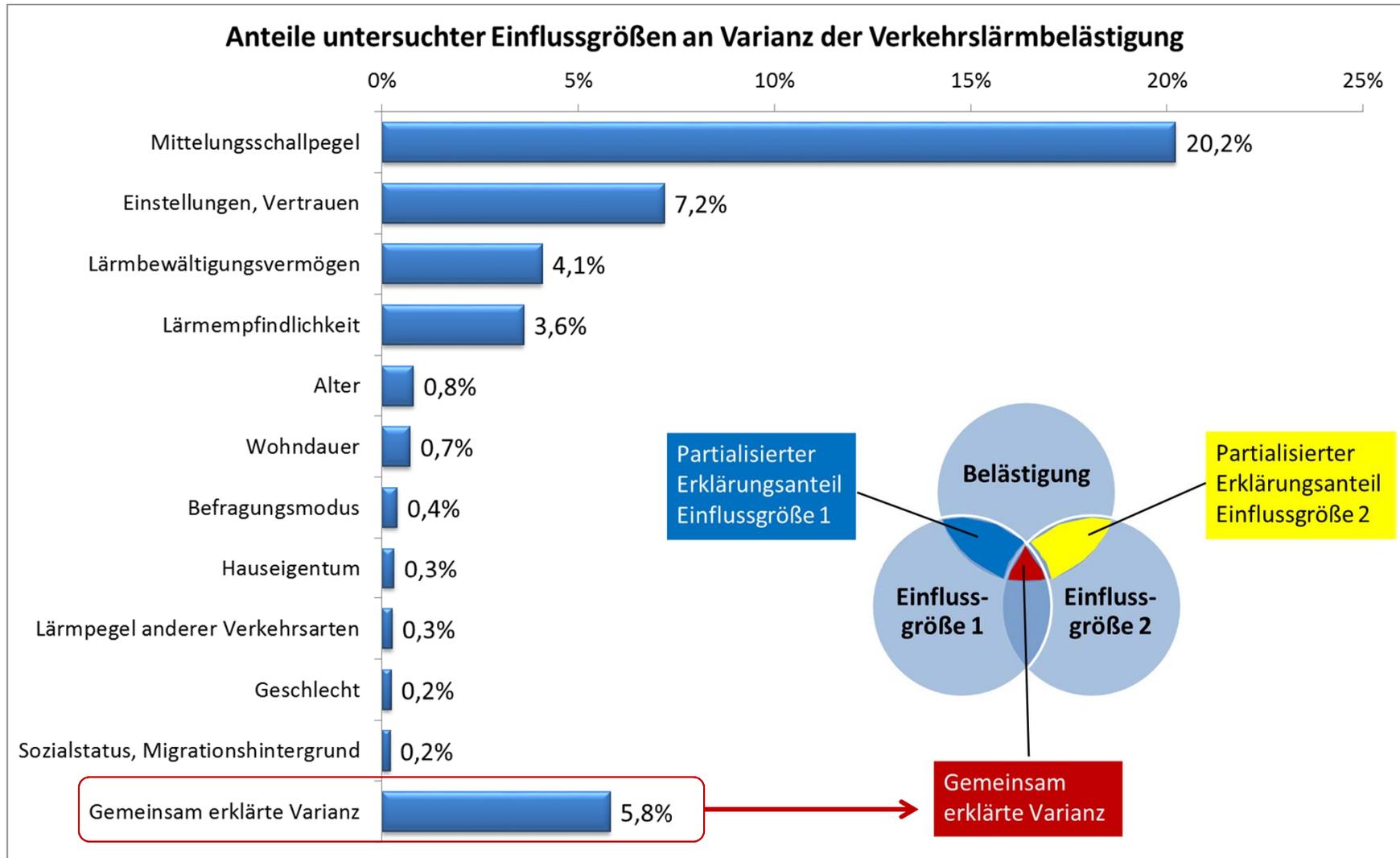
Zu guter Letzt: Einflussfaktoren der Lärmbelastungsurteile - Bsp. Fluglärm

Einstellung zu Akteuren und zum Flugbetrieb



Bewertung der Lärmquelle "Luftverkehr"

Untersuchte Einflussgrößen der Verkehrslärmbelastigung



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