



Lebensqualität  
Gesundheit  
Entwicklung

# NORAH

## Wissen Nr. 12

### Lärmwirkungsstudie NORAH

### Studie zu Krankheitsrisiken

### Ergebnisse

# NORAH

## Wissen Nr. 12

### Lärmwirkungsstudie NORAH

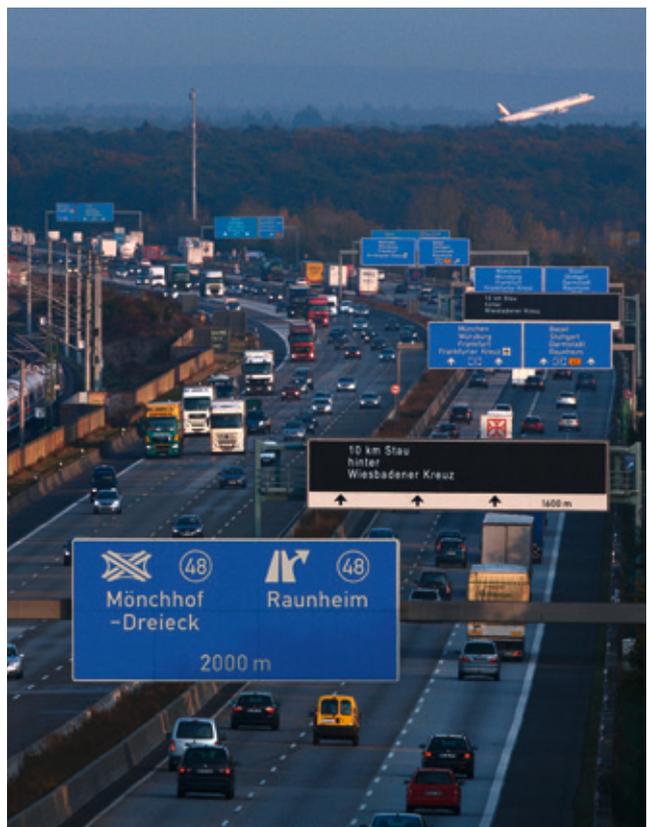
#### Studie zu Krankheitsrisiken

#### Ergebnisse

„NORAH Wissen“ informiert über Methoden und Ergebnisse der Lärmwirkungsstudie NORAH. Ziel dieser Reihe ist es, möglichst vielen Menschen zu vermitteln, was genau bei NORAH erforscht wurde. Deshalb finden Sie zu allen mit „Glossar“ gekennzeichneten Begriffen eine Erklärung im Glossar am Ende dieses Heftes.

Wenn Sie weitere Ausgaben von „NORAH Wissen“ erhalten möchten, nutzen Sie bitte das beiliegende Bestellformular.

Die NORAH-Studie untersuchte die Auswirkungen von Flug-, Straßen- und Schienenlärm auf den Menschen.



NORAH („Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health“) ist die umfangreichste Untersuchung zu den Auswirkungen von Flug-, Straßen- und Schienenverkehrslärm, die es in Deutschland bisher gegeben hat. Sie wurde von neun unabhängigen wissenschaftlichen Einrichtungen aus ganz Deutschland durchgeführt. Auftraggeber war das Umwelt- und Nachbarschaftshaus, eine Tochter des Landes Hessen und Teil des Forums Flughafen und Region. Neben dem Land Hessen beteiligten sich Kommunen, die Fraport AG und die Lufthansa an der Finanzierung.

Die NORAH-Studie untersuchte die langfristigen Wirkungen von Verkehrslärm auf Gesundheit, Lebensqualität und die kindliche Entwicklung im Rhein-Main-Gebiet. Initiator der Studie war das Forum Flughafen und Region (FFR). Ein externer Wissenschaftlicher Beirat Qualitätssicherung (WBQ) beriet die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von Beginn an. Das unterscheidet NORAH von ähnlichen Vorgängerstudien. Die Studie widmete sich einigen der aktuellsten Fragen, die die internationale Lärmwirkungsforschung derzeit beschäftigt. Dabei berücksichtigte sie mehr Untersuchungsaspekte als frühere Studien. Um mehr darüber zu erfahren, wie der Mensch auf Verkehrslärm reagiert, haben die NORAH-Wissenschaftler unter anderem die Krankheitsgeschichten von rund einer Million Menschen einbezogen und die Lärmbelastung an etwa 900.000 Adressen im Rhein-Main-Gebiet berechnet.

Insgesamt fünf Teilstudien bilden das Herzstück der NORAH-Studie. Jede von ihnen knüpfte an den aktuellen internationalen Forschungsstand an. Zusätzlich wurde mittels sehr aufwendiger und innovativer Verfahren die akustische Belastung berechnet. In dieser Ausgabe von „NORAH Wissen“ stellen wir Ihnen die Ergebnisse der Studie zu Krankheitsrisiken, einer der fünf Teilstudien, vor.

## Inhalt

Die Studie zu Krankheitsrisiken im Überblick  
→ Seite 2

Die Fragen und Methoden der Studie zu Krankheitsrisiken  
→ Seite 4

Verkehrslärm erhöht das Herzinfarkttrisiko  
→ Seite 6

Schlaganfall: deutliche Unterschiede zwischen den Lärmarten  
→ Seite 7

Klare Ergebnisse für Herzinsuffizienz  
→ Seite 9

Bei Verkehrslärm mehr Depressionen  
→ Seite 11

Kaum Zusammenhänge bei Brustkrebs entdeckt  
→ Seite 13

Interview mit Studienleiter Prof. Dr. Andreas Seidler: „Lärm könnte auch den Verlauf von Krankheiten beeinflussen“  
→ Seite 14

Zukünftiger Forschungsbedarf  
→ Seite 16

Weitere Informationen zur NORAH-Studie finden Sie im Internet unter [www.laermstudie.de](http://www.laermstudie.de).

### Kontakt

**Bitte wenden Sie sich bei Fragen rund um die NORAH-Studie an das Umwelt- und Nachbarschaftshaus:**

Gemeinnützige Umwelthaus GmbH  
Rüsselsheimer Str. 100  
65451 Kelsterbach

Tel	06107 98868-0
Fax	06107 98868-19
E-Mail	<a href="mailto:norah@umwelthaus.org">norah@umwelthaus.org</a>
Web	<a href="http://www.laermstudie.de">www.laermstudie.de</a>

## DIE STUDIE ZU KRANKHEITSRISIKEN IM ÜBERBLICK

Im Fokus der Studie zu Krankheitsrisiken stehen fünf Erkrankungen: Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzschwäche (auch Herzinsuffizienz genannt), Depression und Brustkrebs. Alle fünf Krankheiten sind in Deutschland weit verbreitet. Und noch eins ist ihnen gemeinsam: Studien deuteten in der Vergangenheit darauf hin, dass all diese Krankheiten überdurchschnittlich häufig bei Menschen auftreten, die im Alltag viel Verkehrslärm zu hören bekommen.

Diesem Verdacht ist die Studie zu Krankheitsrisiken nachgegangen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben Krankenkassendaten von rund einer Million Menschen im Rhein-Main-Gebiet ausgewertet. Dafür arbeitete das NORAH-Team mit drei großen Krankenkassen im Rhein-Main-Gebiet zusammen. Parallel dazu berechneten die NORAH-Akustiker die Belastung aus Flug-, Straßen- und Schienenlärm an allen Adressen im Rhein-Main-Gebiet, zum Teil sogar rückwirkend bis ins Jahr 1996. Ein spezielles Datenschutzverfahren sicherte die Anonymität der Studienteilnehmerinnen und -teilnehmer: Am Ende wusste das NORAH-Team zwar, bei wie vielen Krankenversicherten wann eine der fünf Krankheiten auftrat und wie viel Lärm am Wohnort der Betroffenen herrschte, aber nicht, wo diese Personen wohnten oder wie sie hießen. Einige Tausend Menschen nahmen zusätzlich an einer vertiefenden Befragung teil. Auf diese Weise konnten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weitere Erkenntnisse über die Personen sammeln, die an Herzinsuffizienz litten.

## Herz-Kreislauf-Risiko bei Verkehrslärm erhöht

Die NORAH-Studie belegt, dass Verkehrslärm das Risiko erhöhen kann, einen Herzinfarkt, einen Schlaganfall oder eine Herzinsuffizienz zu entwickeln. Bei alleiniger Berücksichtigung der Dauerschallpegel ([📖 Glossar](#)) fand sich das höchste Risiko für eine Herzschwäche beim Schienenlärm, gefolgt vom Straßen- und Fluglärm. Es fanden sich Hinweise darauf, dass auch die Dauer der Lärmbelastung eine Bedeutung für das Herz-Kreislauf-Risiko hat. Auch beim Schlaganfall konnten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einen statistisch signifikanten ([📖 Glossar](#)) Zusammenhang zu allen drei untersuchten Verkehrslärmarten – also Flug-, Straßen- und Schienenlärm – feststellen. Allerdings fand sich beim Fluglärm keine Zunahme, sondern tendenziell eher eine Abnahme des Schlaganfallrisikos bei steigendem Dauerschallpegel. Eine statistisch signifikante Erhöhung des Schlaganfallrisikos durch Fluglärm zeigte sich lediglich bei Berücksichtigung der nächtlichen maximalen Fluglärmpegel. Beim Herzinfarkt ließ sich ein Zusammenhang zum Straßen- und Schienenlärm nachweisen, für die im Untersuchungszeitraum verstorbenen Versicherten auch zum Fluglärm. Je nach Krankheit, Lärmart und untersuchter Personengruppe steigt demnach pro zehn Dezibel ([📖 Glossar](#)) Verkehrslärmzuwachs das Risiko um bis zu 3,9 Prozent.

## Depression: Verkehrslärm erhöht das Krankheitsrisiko

---

Alle drei Verkehrslärmarten können dazu beitragen, eine Depression zu entwickeln. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler konnten berechnen, dass das Risiko für eine depressive Episode durchschnittlich um 8,9 Prozent zunimmt, wenn die Fluglärmbelastung um zehn Dezibel steigt. Beim Straßenlärm steigt das Risiko pro zehn Dezibel um 4,1 Prozent, beim Schienenlärm um 3,9 Prozent. Allerdings geben diese Mittelwerte die Ergebnisse der Studie nur zum Teil wieder. Bei Flug- und Schienenlärm ermittelte das NORAH-Team, dass das Risiko bei sehr hohen Schallpegeln wieder zu sinken scheint. Eine mögliche Erklärung für diese Beobachtung wäre, dass Menschen, die zu Depression neigen, häufiger an ruhigere Orte ziehen.

## Brustkrebs: weitere Forschung nötig

---

Einen möglichen Einfluss von Verkehrslärm auf die Entstehung von Brustkrebs hatten vor NORAH nur drei Studien nahegelegt. Es gab also von vornherein weniger Belege für diesen Zusammenhang als zum Beispiel bei den Herz-Kreislauf-Krankheiten. Die NORAH-Studie konnte nicht bestätigen, dass Straßen- oder Schienenlärm zur Entstehung von Brustkrebs beitragen können. Beim Fluglärm fanden die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler jedoch einen geringen Zusammenhang: In der Gruppe der Personen, bei denen der Dauerschallpegel zwischen 23 und 5 Uhr über 55 Dezibel lag, traten mehr Fälle von Brustkrebs auf als erwartet. Weitere Forschung ist zu diesem Thema nötig, sichere Schlussfolgerungen sind zurzeit noch nicht möglich.

Im Fokus der Studie zu Krankheitsrisiken stehen fünf Erkrankungen: Herzinfarkt, Schlaganfall, Herzschwäche, Depression und Brustkrebs.

## DIE FRAGEN UND METHODEN DER STUDIE ZU KRANKHEITSRISIKEN

Die Studie zu Krankheitsrisiken wollte herausfinden, ob Verkehrslärm die Wahrscheinlichkeit erhöht, einen Herzinfarkt, einen Schlaganfall, eine Herzschwäche, eine Depression oder Brustkrebs zu entwickeln. Um dieser Frage nachzugehen, haben sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um den Epidemiologen (📖 [Glossar](#)) und Facharzt für Arbeitsmedizin Prof. Dr. med. Andreas Seidler von der Universität Dresden für eine Fallkontrollstudie entschieden. Diese Studienform vergleicht Menschen, die an einer bestimmten Krankheit leiden („Fälle“), mit solchen, die nicht daran erkrankt sind („Kontrollpersonen“). Sie untersucht, ob bestimmte Faktoren – im Fall von NORAH Verkehrslärm – in der Gruppe der Erkrankten gehäuft auftreten. Um zu aussagekräftigen Ergebnissen zu kommen, müssen Fallkontrollstudien manchmal mehrere Tausend Menschen einbeziehen.

### Gesundheitsdaten von drei gesetzlichen Krankenkassen

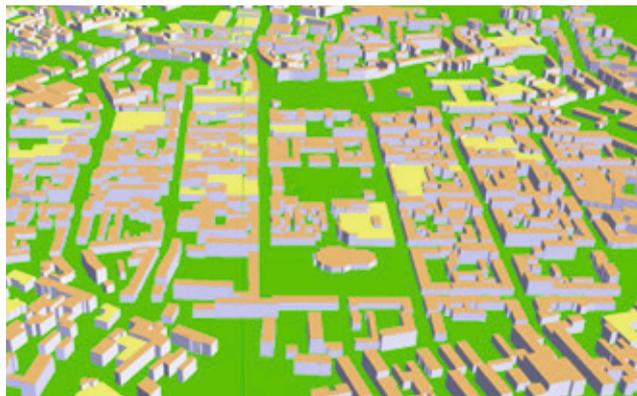
Für die Studie zu Krankheitsrisiken stellten drei große Krankenkassen im Rhein-Main-Gebiet den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern die „pseudonymisierten“ (📖 [Glossar](#)) Daten von rund einer Million Versicherten zur Verfügung. Mithilfe komplexer Suchabfragen konnte das NORAH-Team die Personen herausfiltern, die zwischen 2005 und 2010 an einer der fünf Krankheiten gelitten hatten. Personen sollten dann als „Fälle“ einbezogen werden, wenn Ärzte im Krankenhaus oder in einer Praxis zum ersten Mal die Krankheit festgestellt hatten. Da die meisten der untersuchten Krankheiten erst ab der Mitte des Lebens häufiger auftreten, bezogen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ausschließlich Versicherte über 40 Jahren ein.

## Individuelle Lärmberechnungen

Um die Forschungsfragen zu beantworten, musste das NORAH-Team außerdem wissen, wie viel Straßen-, Flug- und Schienenlärm bei jedem einzelnen Versicherten zu Hause ankam. Deshalb berechneten die Akustiker der Studie die Lärmbelastung an etwa 900.000 Adressen innerhalb des Untersuchungsgebiets – nicht nur für die Gegenwart, sondern bis 1996 rückwirkend. Für Versicherte, die in dieser Zeit im Untersuchungsgebiet lebten und deren vergangene Adressen den Krankenkassen bekannt waren, ließ sich so die Lärmbelastung mehrerer Jahre rekonstruieren.

Als Grundlage für die Fluglärmerechnungen nutzten die NORAH-Akustiker Radaraufzeichnungen aller Flugbewegungen im Rhein-Main-Gebiet – diese Daten stellte die Deutsche Flugsicherung zur Verfügung. Länder und Kommunen lieferten den Wissenschaftlern Informationen über das Straßenverkehrsaufkommen im Untersuchungsgebiet. Von der Deutschen Bahn und dem Eisenbahnbundesamt stammten Daten über Zugbewegungen im Rhein-Main-Gebiet. Außerdem nutzten die Akustiker ein dreidimensionales Geländemodell für ihre Berechnungen, um zu ermitteln, wie sich der Schall von Autos und Zügen ausbreitete. Aus all diesen Informationen konnten sie schließlich für alle Adressen im Untersuchungsgebiet berechnen, in welchem Zeitraum hier wie viel Lärm zu hören war.

Geländemodelle geben an, wo sich Hügel, Senken und Gebäude befinden. Mit ihrer Hilfe berechnete das Akustik-Team, wie sich der Schienen- und Straßenverkehrslärm im Untersuchungsgebiet ausbreitete.



## Genauere Ergebnisse durch eine vertiefende Befragung

Die Krankenkassendaten lieferten dem NORAH-Team zahlreiche Informationen über die Erkrankungen der Versicherten. Da aber insbesondere für die Herz-Kreislauf-Krankheiten mehrere weitere Risikofaktoren bekannt sind – zum Beispiel Rauchen oder Übergewicht –, baten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einige Versicherte um die Teilnahme an einer vertiefenden Befragung. So erhielten sie zusätzliche Informationen zum Lebensstil und zur Wohnsituation von mehreren Tausend Personen. Mit diesen Angaben konnte das NORAH-Team bei den an Herzinsuffizienz Erkrankten untersuchen, ob die Berücksichtigung weiterer Risikofaktoren die Verkehrslärm-Ergebnisse veränderte.

## Eine Lesehilfe für diese Ausgabe von NORAH Wissen

Die Studie zu Krankheitsrisiken erforscht, ob bei steigender Lärmbelastung das Risiko steigt, eine der fünf untersuchten Krankheiten zu entwickeln. Die Ergebnisse ihrer Forschung geben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Form sogenannter Expositions-Wirkungs-Kurven (Glossar) wieder. Da Sie auf den folgenden Seiten eine Vielzahl dieser Kurven finden werden, hier eine Lesehilfe.

1

### Dauerschallpegel

Diese Achse zeigt den Dauerschallpegel (Glossar) an. Von links nach rechts nimmt der Lärm zu. Für einige Berechnungen legten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch „Schallpegelklassen“ zugrunde. Lag zum Beispiel der Dauerschallpegel an der Adresse eines Versicherten bei 63,7 Dezibel (Glossar), dann flossen seine Gesundheitsdaten in die Berechnungen für die Schallpegelklasse „ $\geq 60$  dB –  $< 65$  dB“ ein.

2

### Risikoschätzer

Risikoschätzer geben an, wie hoch das „relative Erkrankungsrisiko“ ist. 1 entspricht gewissermaßen dem „Grundrisiko“ eines Menschen, der nicht durch Verkehrslärm belastet ist. Liegt der Wert höher, deutet das darauf hin, dass Lärm dieser Größenordnung zur Erkrankung beitragen kann. Zusätzliche Berechnungen müssen zeigen, ob ein erhöhtes oder erniedrigtes relatives Risiko statistisch signifikant (Glossar) und somit mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zufällig zustande gekommen ist.

3

### Expositions-Wirkungs-Kurve

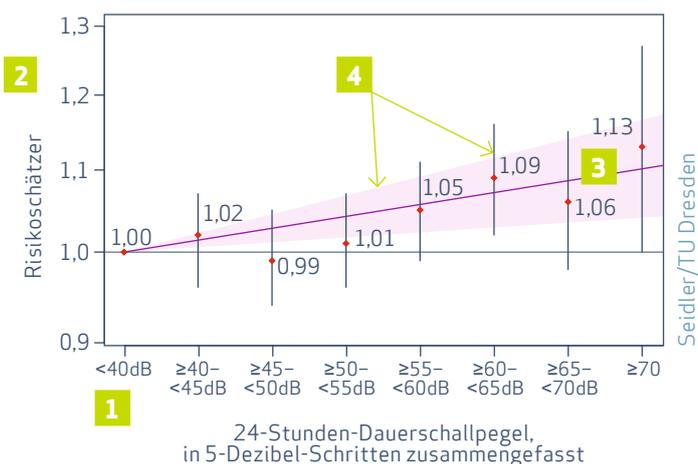
Die Expositions-Wirkungs-Kurve gibt an, wie sich mit zunehmendem Lärm das Krankheitsrisiko verändert. In diesem Beispiel steigt pro zehn Dezibel das Risiko um 2,8 Prozent. Zusätzliche Berechnungen zeigen, ob diese Steigung statistische Signifikanz besitzt.

4

### Konfidenzintervalle

Das Konfidenzintervall ist ein statistisch errechneter Vertrauensbereich ober- und unterhalb des Risikoschätzers. Je kleiner das Konfidenzintervall ist, desto zuverlässiger und aussagekräftiger ist der Risikoschätzer. Üblich ist die Angabe eines 95-Prozent-Konfidenzintervalls. Das bedeutet – vereinfacht gesagt –, dass das „tatsächliche“ Risiko mit 95-prozentiger Wahrscheinlichkeit innerhalb dieses Bereiches liegt. Die Grafiken zeigen sowohl die 95-Prozent-Konfidenzintervalle der einzelnen Risikoschätzer an (schwarze senkrechte Linien) als auch das 95-Prozent-Konfidenzintervall ober- und unterhalb der Expositions-Wirkungs-Kurve (rosa Bereich).

## Herzinfarkt und Straßenlärm



# VERKEHRSLÄRM ERHÖHT DAS HERZINFARKTRISIKO

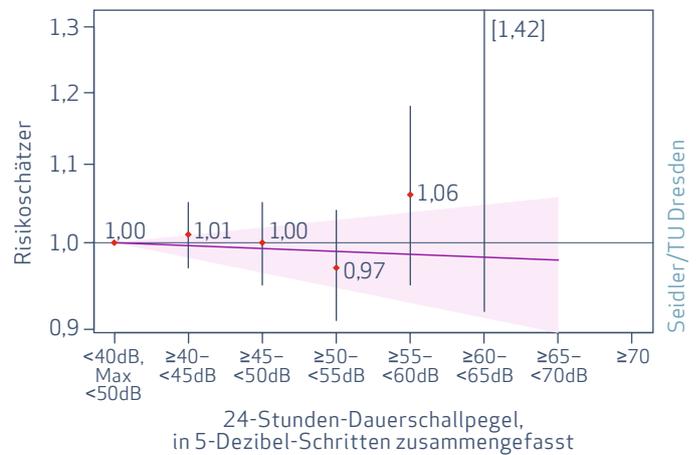
Der akute Herzinfarkt ist in Deutschland die zweithäufigste Todesursache. Über 50.000 Menschen sterben hierzulande jedes Jahr an der Durchblutungsstörung des Herzmuskels. Viele Faktoren, die das Herzinfarktrisiko erhöhen, sind seit Jahren bekannt, darunter Bluthochdruck, starkes Übergewicht und mangelnde Bewegung. Verschiedene Studien haben in der Vergangenheit nahegelegt, dass auch dauernder Verkehrslärm die Wahrscheinlichkeit erhöht, einen Herzinfarkt zu erleiden. Dieser Frage ist die Studie zu Krankheitsrisiken mit höherer Präzision als viele frühere Untersuchungen nachgegangen – unter anderem mit genaueren Lärmrechnungen.

## Das Herzinfarktrisiko in Zahlen

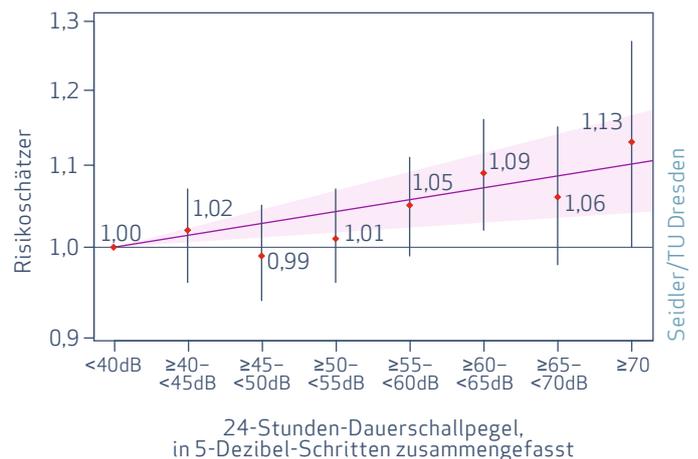
Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler konnten nun mit NORAH bestätigen, dass Verkehrslärm ein Herzinfarktrisiko darstellt:

- ▶ Wenn der 24-Stunden-Dauerschallpegel ([Glossar](#)) des Straßenlärms um zehn Dezibel ([Glossar](#)) zunimmt, erhöht sich das Risiko, einen Herzinfarkt zu erleiden, um 2,8 Prozent.
- ▶ Pro zehn Dezibel Schienenlärm-Dauerschallpegel erhöht sich das Herzinfarktrisiko um 2,3 Prozent.
- ▶ Beim Fluglärm findet sich kein statistisch signifikanter ([Glossar](#)) Zusammenhang zwischen dem gleichmäßigen Lärmzuwachs und einem Herzinfarkt. Allerdings waren weniger Menschen im Untersuchungsgebiet lautem Fluglärm ausgesetzt: Nur bei etwa zwei Prozent der Personen im Untersuchungsgebiet lag der Fluglärm-Dauerschallpegel über 55 Dezibel, bei niemandem überstieg er 65 Dezibel. Zum Vergleich: Der Straßenlärmpegel lag bei 26 Prozent der Versicherten über 55 Dezibel, der Schienenlärmpegel bei sieben Prozent der Personen. Daher ist es beim Fluglärm schwieriger, den Risikoverlauf abzubilden.

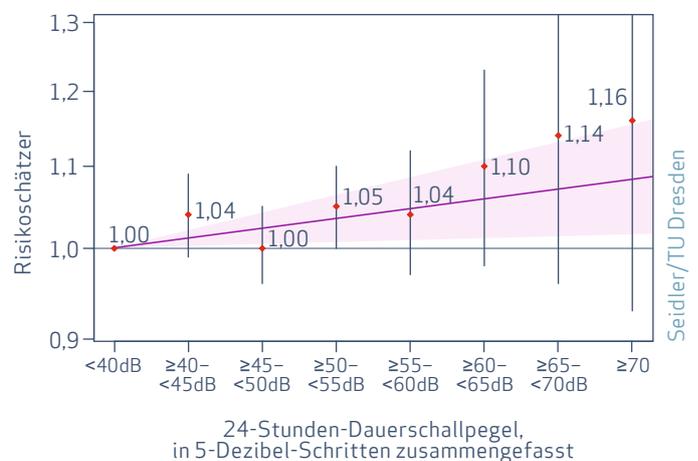
### Herzinfarkt und Fluglärm



### Herzinfarkt und Straßenlärm



### Herzinfarkt und Schienenlärm



## Verstorbene Herzinfarkt-patienten: Zusammenhang zu Fluglärm entdeckt

Herzinfarkte enden nicht selten tödlich. 53 Prozent der Versicherten, die laut der Krankenkassendaten zwischen 2005 und 2010 einen Herzinfarkt erlitten hatten, waren 2014/15 bereits verstorben. Allerdings war dem NORAH-Team nicht bekannt, woran die Versicherten gestorben waren. Für diese Teilgruppe führten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gesonderte Analysen durch. Dabei konnten sie bei den Betroffenen einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Fluglärmbelastung und dem Herzinfarktrisiko entdecken – unter anderem, wenn der 24-Stunden-Dauerschallpegel an ihrer Adresse bei 60 Dezibel oder darüber lag. Bei zehn Dezibel Fluglärmzuwachs stieg das Risiko für einen tödlich verlaufenden Herzinfarkt um 3,2 Prozent. Auch beim Straßen- und beim Schienenlärm fanden sich ähnlich hohe Risiken. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass Verkehrslärm nicht nur ein Risiko für das Auftreten, sondern auch für den schwereren Verlauf eines Herzinfarktes sein könnte.

### FLUGLÄRM

Die Grafik zeigt keine statistisch signifikante Risikoveränderung; denn das „Grundrisiko“ von 1,0 liegt innerhalb des schwach lila schraffierten 95%-Vertrauensbereichs.

### STRASSENVERKEHRSLÄRM

Die Grafik zeigt eine lineare Risikoerhöhung (violette Linie) von 2,8 % pro 10 Dezibel (statistisch signifikant).

### SCHIENENVERKEHRSLÄRM

Die Grafik zeigt eine lineare Risikoerhöhung (violette Linie) von 2,3 % pro 10 Dezibel (statistisch signifikant).

## SCHLAGANFALL: DEUTLICHE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN LÄRMARTEN

In den vergangenen Jahrzehnten ist die Zahl der Todesfälle durch Schlaganfall deutlich gesunken. Trotzdem gehört die plötzlich auftretende Durchblutungsstörung des Hirns oder Einblutung ins Gehirn noch immer zu den häufigsten Todesursachen in Deutschland. 2013 starben über 18.000 Menschen an einem Schlaganfall. Zu den bekannten Risikofaktoren gehören unter anderem Übergewicht, Rauchen und Bluthochdruck. Die NORAH-Studie konnte belegen, dass auch alle drei untersuchten Verkehrslärmarten einen Einfluss auf das Schlaganfallrisiko haben.

## Straßen- und Schienenlärm: kontinuierliche Risikoerhöhung bei steigendem Dauerschallpegel

Sowohl für den Lärm, den Züge verursachen, als auch bei Autolärm konnte das NORAH-Team einen statistisch signifikanten ([Glossar](#)) Zusammenhang zum Schlaganfall feststellen:

- ▶ Erhöht sich der 24-Stunden-Dauerschallpegel ([Glossar](#)) des Straßenlärms um zehn Dezibel ([Glossar](#)), dann steigt das Schlaganfallrisiko um 1,7 Prozent.
- ▶ Beim Schienenlärm steigt das Schlaganfallrisiko um 1,8 Prozent je zehn Dezibel.
- ▶ Beim Fluglärm findet sich keine Zunahme, sondern tendenziell eher eine Abnahme des Schlaganfallrisikos bei steigendem Dauerschallpegel.

## Fluglärm: Spielt der maximale Schall eine Rolle?

Die meisten Berechnungen des NORAH-Teams basieren auf dem Dauerschallpegel. Diese physikalische Größe ist ein Mittelwert aus Anzahl und Schallpegel der einzelnen Geräusche innerhalb eines bestimmten Zeitraums – zum Beispiel 24 Stunden. Zusätzlich haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch den Maximalschallpegel (☞ [Glossar](#)) berücksichtigt: den höchsten Schallpegel, der an einer Adresse ankommt, wenn ein Auto, Zug oder Flugzeug in der Nähe unterwegs ist. Beim Fluglärm fand das NORAH-Team ein statistisch signifikant erhöhtes Schlaganfallrisiko bei Personen, bei denen der Dauerschallpegel unter 40 Dezibel lag, der nächtliche Maximalschallpegel aber 50 Dezibel überstieg.

### FLUGLÄRM

Die Grafik zeigt tendenziell eine lineare Risikoverringerung (violette Linie) von 2,4% pro 10 Dezibel (statistisch grenzwertig signifikant).

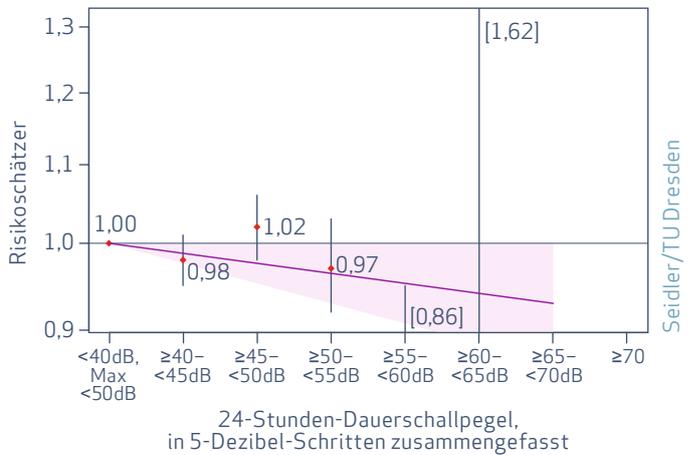
### STRASSENVERKEHRSLÄRM

Die Grafik zeigt eine lineare Risikoerhöhung (violette Linie) von 1,7% pro 10 Dezibel (statistisch signifikant).

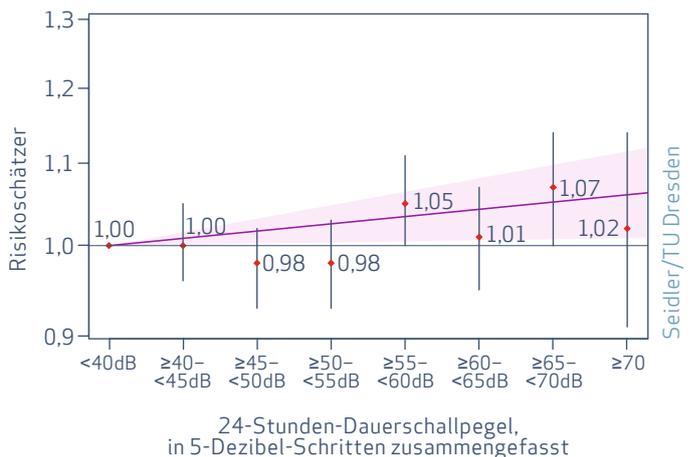
### SCHIENENVERKEHRSLÄRM

Die Grafik zeigt eine lineare Risikoerhöhung (violette Linie) von 1,8% pro 10 Dezibel (statistisch signifikant).

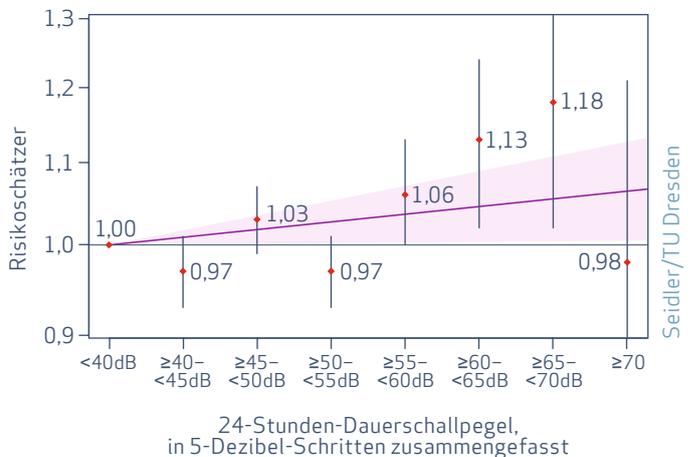
## Schlaganfall und Fluglärm



## Schlaganfall und Straßelärm



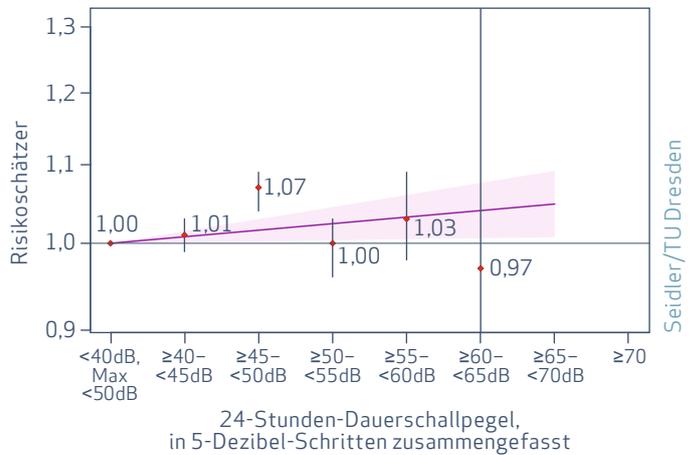
## Schlaganfall und Schienenlärm



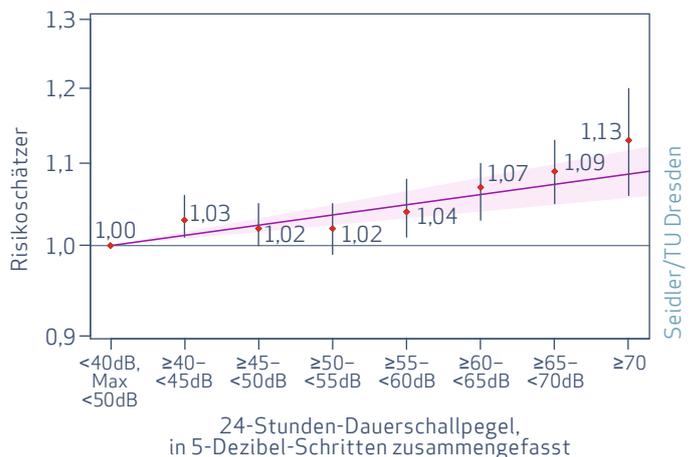
## KLARE ERGEBNISSE FÜR HERZINSUFFIZIENZ

Ärztinnen und Ärzte sprechen von einer Herzinsuffizienz, wenn das Herz nicht in der Lage ist, den Körper ausreichend mit Blut zu versorgen. Die in der Alltagssprache auch Herzschwäche genannte Krankheit kann viele Ursachen haben. Bei vielen Betroffenen sind die Herzkranzgefäße und in der Folge der Herzmuskel geschädigt. Bluthochdruck begünstigt eine Herzinsuffizienz ebenfalls. Auch wenn die Erkrankten bessere Überlebenschancen haben als Schlaganfall- oder Herzinfarkt-Patienten, ist die Herzinsuffizienz die dritthäufigste Todesursache in Deutschland. 2013 starben 45.815 Menschen hierzulande daran.

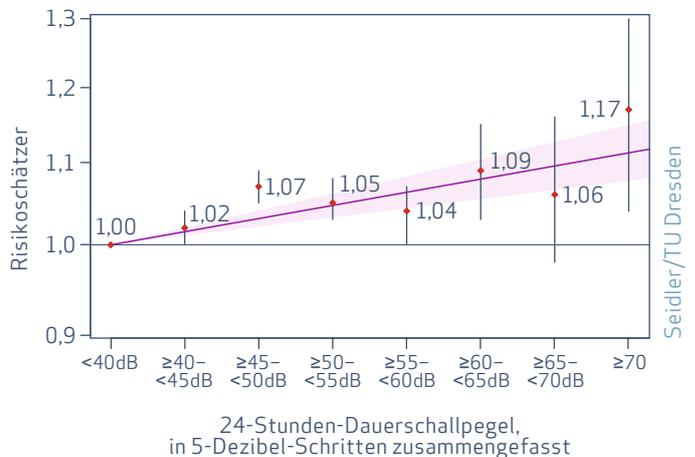
### Herzinsuffizienz und Fluglärm



### Herzinsuffizienz und Straßelärm



### Herzinsuffizienz und Schienenlärm



#### FLUGLÄRM

Die Grafik zeigt eine lineare Risikoerhöhung (violette Linie) von 1,6% pro 10 Dezibel (statistisch signifikant).

#### STRASSENVERKEHRLÄRM

Die Grafik zeigt eine lineare Risikoerhöhung (violette Linie) von 2,4% pro 10 Dezibel (statistisch signifikant).

#### SCHIENENVERKEHRLÄRM

Die Grafik zeigt eine lineare Risikoerhöhung (violette Linie) von 3,1% pro 10 Dezibel (statistisch signifikant).

## Zusammenhänge mit allen drei Verkehrslärmarten entdeckt

Sowohl Fluglärm als auch Schienen- und Straßenlärm erhöhen statistisch signifikant ([Glossar](#)) das Risiko, eine Herzinsuffizienz zu entwickeln.

- ▶ Am deutlichsten ist dieser Zusammenhang beim Schienenlärm ausgeprägt: Je zehn Dezibel ([Glossar](#)) Lärmzuwachs steigt das Herzschwächerisiko um 3,1 Prozent.
- ▶ Straßenlärm erhöht das Risiko einer Herzinsuffizienz um 2,4 Prozent, wenn der Lärm um zehn Dezibel zunimmt.
- ▶ Mit 1,6 Prozent pro zehn Dezibel ist die Risikoerhöhung unter dem Einfluss von Fluglärm etwas geringer – aber auch dieses Ergebnis ist statistisch signifikant. Hinzu kommt auch hier, dass die Fluglärm-Ergebnisse tendenziell unsicherer als die Straßen- und Schienenlärm-Ergebnisse sind, da es keine Fluglärmpegel oberhalb von 65 Dezibel in der untersuchten Region gab.

Darüber hinaus geben die Daten Hinweise darauf, dass auch die Wohndauer eine Rolle spielt: Demnach könnte sich das Risiko einer Herzschwäche bei Personen erhöhen, die mehrere Jahre in einer lärmbelasteten Region leben. Dieser Annahme sollten weitere Studien nachgehen.

## Eine Befragung ergänzt die Krankenkassendaten

Bei der Herzschwäche sind die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler noch einen Schritt weiter gegangen: Sie haben nicht nur die Krankenkassendaten analysiert, sondern auch in Form einer vertiefenden Befragung weitere Informationen über die Herzschwäche-Patientinnen und -Patienten gesammelt und ausgewertet. Dazu schrieben die Krankenkassen einen Teil der Versicherten an. Knapp 3.000 Personen, die an Herzinsuffizienz erkrankt waren, sowie eine hohe Anzahl an „Kontrollpersonen“, die nicht an einer Herzschwäche litten, meldeten sich daraufhin bei der Erhebungsstelle der Studie in Gießen und nahmen anschließend an einer vertiefenden Befragung teil.

Anhand der durch die vertiefende Befragung gewonnenen Daten konnte das NORAH-Team sicherstellen, dass sich die gefundenen Verkehrslärmrisiken für Herzschwäche nicht durch weitere Faktoren erklären lassen. Das spricht dafür, dass die erhöhten Erkrankungsrisiken tatsächlich durch die Verkehrslärmbelastung verursacht sind.

## Lärm innerhalb der Wohnung berücksichtigt

Darüber hinaus konnten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dank der zusätzlichen Informationen Erkenntnisse darüber gewinnen, wie laut es innerhalb der Wohnungen der Befragten war. Dafür gaben die Teilnehmenden unter anderem an, wie ihr Schlafzimmer im Haus ausgerichtet ist und ob das Schlafzimmerfenster nachts vorwiegend gekippt oder geschlossen ist. Aus diesen Angaben errechnete das NORAH-Team zunächst die Schallpegel im Inneren der Wohnung und anschließend das Herzinsuffizienzrisiko in Abhängigkeit vom Innenraumpegel.

Das Ergebnis: Generell steigen die Risikoschätzer, wenn die Innenraumpegel anstelle der Außenpegel betrachtet werden. Dies gilt für Fluglärm, für Straßenlärm und für Schienenlärm. Dieses Ergebnis spricht grundsätzlich dafür, dass Verkehrslärm eine Herzschwäche verursachen kann.

## BEI VERKEHRSLÄRM MEHR DEPRESSIONEN

Statistisch deutliche Zusammenhänge haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei Depression gefunden. Sowohl der Lärm von Flugzeugen als auch der von Autos und Zügen erhöht das Risiko, eine sogenannte depressive Episode zu erleiden. Die Krankheit, die üblicherweise in Schüben verläuft, gehört zu den häufigsten seelischen Erkrankungen in Deutschland. Jeder Fünfte erlebt mindestens einmal im Leben eine depressive Episode. Die Ursachen einer Depression sind vielfältig, meistens kommen mehrere Faktoren zusammen. Ein möglicher Faktor ist Stress, den wiederum auch chronischer Verkehrslärm auslösen könnte.

## Deutlicher Zusammenhang zu allen drei Lärmarten

Tatsächlich konnten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit NORAH einen Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und der ärztlichen Diagnose einer depressiven Episode finden.

Eine Zunahme des Dauerschallpegels ([🔊 Glossar](#)) um zehn Dezibel ([🔊 Glossar](#)) erhöht das Depressionsrisiko

- ▶ bei Fluglärm um 8,9 Prozent.
- ▶ bei Straßenlärm um 4,1 Prozent.
- ▶ bei Schienenlärm um 3,9 Prozent.

Auch die Wohndauer in einer lärmbelasteten Gegend könnte einen Einfluss auf das Depressionsrisiko haben, das lassen die Daten vermuten. Zukünftige Studien sollten diesem Ergebnis der NORAH-Studie nachgehen.

**Sowohl der Lärm von Flugzeugen als auch der von Autos und Zügen erhöht das Risiko, eine sogenannte depressive Episode zu erleiden.**

## In sehr lauten Regionen sinkt das Risiko

Zu den eher unerwarteten Ergebnissen der Studie gehören die Ergebnisse für Depression bei Flug- und bei Schienenlärm: Hier gleicht die Kurve einem umgekehrten U. Das heißt: Zunächst nimmt das Risiko für eine depressive Erkrankung mit steigendem Lärmpegel zu. In Gebieten mit sehr hoher Flug- oder Schienenlärmbelastung nimmt das statistische Risiko allerdings wieder ab.

Über die Ursache dieser im Vergleich zu den übrigen Ergebnissen ungewöhnlichen Verteilung lässt die NORAH-Studie keine Rückschlüsse zu. Eine Erklärung könnte sein, dass Menschen, die sehr stark unter Lärm leiden und zur Depression neigen, seltener in Gegenden mit hoher Flug- oder Schienenlärmbelastung ziehen oder häufiger aus solchen Gebieten wegziehen. Aber ob das zutrifft und wieso sich beim Straßenlärm ein anderes Bild abzeichnet als bei Flug- und Schienenlärm, müssen zukünftige Studien klären.

### FLUGLÄRM

Das Depressionsrisiko steigt zunächst mit steigendem Lärm, sinkt aber bei hohen Lärmbelastungen wieder. Die Grafik zeigt daher keine lineare Risikoerhöhung, sondern die mittleren Risikoschätzer, jeweils in 5-Dezibel-Schritten. Die senkrechten Striche ober- und unterhalb der Risikoschätzer geben das „Konfidenzintervall“ an, in dem der tatsächliche Wert mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit liegt (siehe auch Lesehilfe auf Seite 5). Rechnerisch ergibt sich aus den Daten eine Steigerung des Depressionsrisikos von 8,9% pro 10 Dezibel (statistisch signifikant).

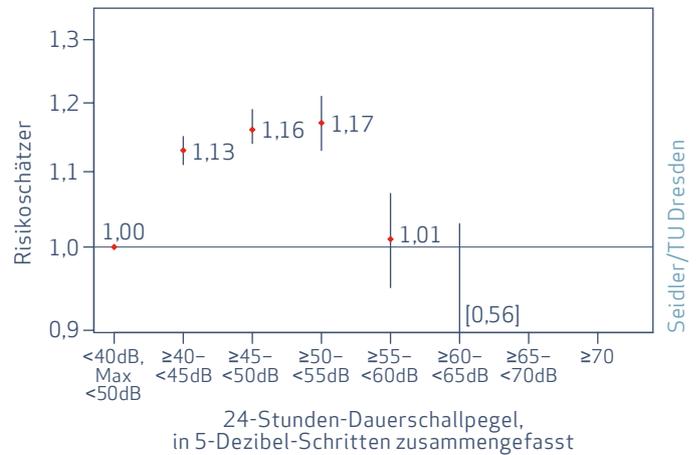
### STRASSENVERKEHRLÄRM

Die Grafik zeigt eine lineare Risikoerhöhung (violette Linie) von 4,1% pro 10 Dezibel (statistisch signifikant).

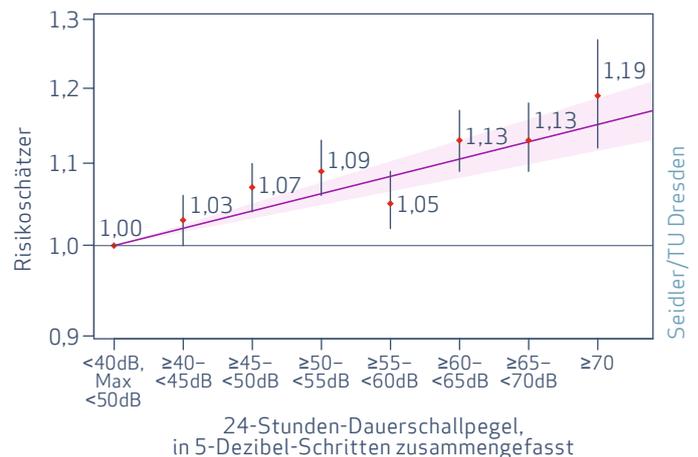
### SCHIENENVERKEHRLÄRM

Das Depressionsrisiko steigt zunächst mit steigendem Lärm, sinkt aber bei hohen Lärmbelastungen wieder. Die Grafik zeigt daher keine lineare Risikoerhöhung, sondern die mittleren Risikoschätzer, jeweils in 5-Dezibel-Schritten. Die senkrechten Striche ober- und unterhalb der Risikoschätzer geben das „Konfidenzintervall“ an, in dem der tatsächliche Wert mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit liegt (siehe auch Lesehilfe auf Seite 5). Rechnerisch ergibt sich aus den Daten eine Steigerung des Depressionsrisikos von 3,9% pro 10 Dezibel (statistisch signifikant).

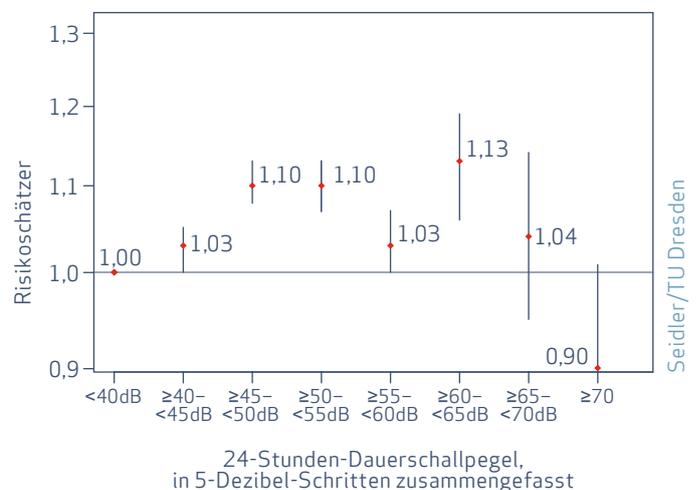
## Depression und Fluglärm



## Depression und Straßenlärm



## Depression und Schienenlärm



## KAUM ZUSAMMENHÄNGE BEI BRUSTKREBS ENTDECKT

Drei Studien hatten in der Vergangenheit nahegelegt, dass Verkehrslärm auch die Entstehung von Brustkrebs fördern könnte. Allerdings gab es für diese Annahme deutlich weniger Hinweise als bei den anderen bei NORAH untersuchten Krankheiten. Brustkrebs gehört zu den häufigsten Krebsarten in Deutschland: Bei rund 70.000 Frauen in der Bundesrepublik stellen Ärzte jedes Jahr die Tumorerkrankung fest.

### Kaum Hinweise auf Zusammenhang des Brust- krebsrisikos mit Verkehrslärm

---

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler konnten keinen Zusammenhang zwischen dem 24-Stunden-Dauerschallpegel ([📖 Glossar](#)) und dem Brustkrebsrisiko finden. Auch die Art der Verkehrsmittel, die den Lärm verursachen – Flugzeuge, Autos oder Züge –, spielt für die Entstehung der Krankheit so gut wie keine Rolle.

### Einzigste Ausnahme bei lautem Fluglärm in der Nacht

---

Lediglich für einen sehr kleinen Teil der Versicherten konnte das NORAH-Team einen statistisch signifikanten ([📖 Glossar](#)) Zusammenhang zwischen Lärm und Brustkrebs beobachten: Frauen, an deren Wohnorten der Dauerschallpegel zwischen 23 und 5 Uhr zwischen 55 und 60 Dezibel ([📖 Glossar](#)) lag, hatten ein knapp dreimal so hohes Brustkrebsrisiko wie alle übrigen Frauen. Allerdings weisen die Autoren darauf hin, dass unter den Versicherten insgesamt nur 145 Frauen waren, an deren Wohnorten die Fluglärmbelastung so hoch war. Bei sechs von ihnen war Brustkrebs diagnostiziert worden. Seit 2011 besteht in Frankfurt ein Verbot für planmäßige Flüge zwischen 23 und 5 Uhr, deshalb ist der Dauerschallpegel in dieser Zeit inzwischen deutlich reduziert.

**Die Wissenschaftlerinnen  
und Wissenschaftler konnten  
keinen Zusammenhang  
zwischen dem 24-Stunden-  
Dauerschallpegel und dem  
Brustkrebsrisiko finden.**

## INTERVIEW MIT STUDIENLEITER PROF. DR. ANDREAS SEIDLER: „LÄRM KÖNNTE AUCH DEN VERLAUF VON KRANK- HEITEN BEEINFLUSSEN“

Prof. Dr. med. Andreas Seidler, Institutsdirektor an der Technischen Universität Dresden, leitet die Studie zu Krankheitsrisiken. Im Interview erzählt der Epidemiologe (📖 Glossar) und Arbeitsmediziner, wie er die Ergebnisse deutet und welche ihn am meisten überrascht haben.



Stephan Wiegand

Prof. Dr. med. Andreas Seidler von der Technischen Universität Dresden (Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin) leitet die Studie zu Krankheitsrisiken.

### **NORAH Wissen: Welche Ergebnisse haben Sie überrascht?**

Andreas Seidler: Mehrere! Ich hatte zum Beispiel nicht erwartet, dass wir beim Herzinfarkt deutliche Unterschiede zwischen der Gesamtgruppe und der Teilgruppe der Verstorbenen finden würden: Das Risiko für einen tödlich verlaufenden Herzinfarkt war bei allen drei Lärmarten höher als das Risiko für einen neu aufgetretenen Herzinfarkt insgesamt. Das führt zu der Frage, ob Verkehrslärm nicht nur Bedeutung für die Krankheitsentstehung hat, sondern auch für den Krankheitsverlauf.

Bemerkenswert finde ich außerdem, dass wir bei der Erkrankung mit den meisten Fällen, der Herzinsuffizienz, für alle drei Lärmarten ähnliche, statistisch signifikante Expositions-Risiko-Beziehungen gefunden haben.

Drittens haben mich die durchgängig höheren Krankheitsrisiken überrascht, die wir für die Innenpegel gefunden haben. Dabei lässt sich der Lärm im Inneren der Wohnungen – sozusagen am Ohr des Schlafenden – nur sehr grob schätzen. Diese Unsicherheiten der Lärmbestimmung müssten eigentlich die Risiken eher verwischen. Dass wir trotzdem erhöhte Risiken gefunden haben, spricht für eine ursächliche Bedeutung des Verkehrslärms.

### **Sie haben zusätzlich zur Analyse der Krankenkassendaten bei einem Teil der Versicherten eine vertiefende Befragung durchgeführt. Wie tragen die Antworten zu Ihren Ergebnissen bei?**

Durch die vertiefende Befragung wollten wir am Beispiel Herzinsuffizienz feststellen, ob sich die Ergebnisse aus den Krankenkassendaten bestätigen oder ob bekannte Risikofaktoren wie der Sozialstatus, Rauchen oder sportliche Aktivitäten die Ergebnisse verzerrt haben. Wenn wir diese sogenannten Störfaktoren berücksichtigen, bleiben unsere Ergebnisse aber nahezu unverändert. Das spricht dafür, dass die Ergebnisse, die wir aus den Krankenkassendaten abgeleitet haben, sehr aussagekräftig sind.

### **Beim Schlaganfall sieht es so aus, als würde das Krankheitsrisiko mit steigendem Fluglärmpegel sinken. Wie erklären Sie sich das?**

Man sollte zwei Punkte bedenken: Zum einen sehen wir beim Schlaganfall besonders deutlich, dass auch der Maximalpegel (📖 Glossar) von Bedeutung ist. Wir haben ja die Gruppe von Personen gesondert untersucht, bei denen der Dauerschallpegel (📖 Glossar) unter 40 Dezibel (📖 Glossar) lag, der Maximalschallpegel aber über 50 Dezibel. In dieser Gruppe finden wir statistisch signifikant erhöhte Risiken. Offensichtlich reicht beim Fluglärm der Dauerschallpegel nicht aus, um die Fluglärmwirkung zu beschreiben – wir müssen auch die Maximalschallpegel betrachten.

Ein zweiter Grund könnte sein, dass bei keinem der Versicherten der Fluglärmpegel über 65 Dezibel lag – anders als der Straßen- und Schienenlärmpegel. Und wenn wir den Bereich über 55 Dezibel Dauerschallpegel betrachten, so lag nur bei etwa zwei Prozent der einbezogenen Bevölkerung der Fluglärm-Dauerschallpegel höher. Beim Schienenlärm hingegen lagen sieben Prozent darüber, beim Straßenverkehrslärm 26 Prozent. Wenn höhere Pegelwerte beim Fluglärm also kaum vorkommen oder sogar fehlen, werden die gesamten Verlaufskurven unsicherer.

### **Bei der Depression steigt das Risiko bei Flug- und Schienenlärm zunächst an, sinkt dann in lauterer Regionen aber wieder. Woran könnte das liegen?**

Beim Fluglärm und auch beim Schienenlärm waren relativ wenige Personen höheren Lärmpegeln ausgesetzt – viel weniger als beim Straßenlärm. Das macht die Ergebnisse unsicherer. Als Erklärung reicht das aber noch nicht aus. Zukünftige Studien sollten untersuchen, ob Umzüge eine Rolle spielen. Wir haben uns die Depressionsrisiken für diejenigen angeschaut, von denen wir wussten, dass sie in den letzten fünf Jahren nicht umgezogen waren: In dieser Gruppe fanden wir bei der höchsten Fluglärmbelastung statistisch signifikant erhöhte Depressionsrisiken.

**Herr Professor Seidler, vielen Dank für das Gespräch!**

# ZUKÜNFTIGER FORSCHUNGSBEDARF

Wie jede wissenschaftliche Untersuchung hat die Studie zu Krankheitsrisiken nicht nur Fragen beantwortet, sondern auch neue Fragen aufgeworfen. Vor allem bei fünf Themen sehen die Autorinnen und Autoren der Studie weiteren Forschungsbedarf.

## 1 Welche Rolle spielt der Maximalschallpegel?

Lärmwirkungsstudien verwenden vor allem den Dauerschallpegel (📖 [Glossar](#)) – einen Mittelwert aus Anzahl und Lautstärke von „Schallereignissen“. Die Studie zu Krankheitsrisiken hat Hinweise darauf gefunden, dass auch der Maximalschallpegel (📖 [Glossar](#)) – also die maximale Lautstärke einzelner Geräusche – einen Einfluss auf die Krankheitsrisiken hat, insbesondere bei Flug-, daneben auch beim Schienenlärm. Künftige Verkehrslärmstudien sollten sich mit der Frage beschäftigen, wie beide Maße genutzt werden können, um die Wirkung von Verkehrslärm besser zu beschreiben.

## 2 Mehr Forschung zu Verkehrslärm und Depression nötig

Der deutliche Zusammenhang zwischen Verkehrslärm und Depression, aber auch das wieder sinkende Risiko bei höherem Fluglärm oder Schienenlärm geben Anlass zu weiterer Forschung. Zukünftige Studien sollten sich zum Beispiel damit beschäftigen, ob Lärmbelästigte häufiger in eine ruhigere Wohngegend umziehen und ob eine depressive Erkrankung das Umzugsverhalten beeinflusst.

## 3 Beeinflusst Verkehrslärm den Verlauf von Krankheiten?

Zukünftige Studien sollten der Frage nachgehen, welchen Einfluss Verkehrslärm nicht nur auf die Krankheitsentstehung, sondern auch auf den Krankheitsverlauf hat.

## 4 Nach wie viel Zeit erhöht Verkehrslärm das Krankheitsrisiko?

Die Studie zu Krankheitsrisiken hat nach Möglichkeit auch vergangene Lärmbelastungen einbezogen. Berücksichtigt man die Dauer der Lärmbelastung, finden sich teilweise höhere Erkrankungsrisiken. Aber nach wie vielen Jahren welche Wirkung eintritt, ist noch nicht abschließend geklärt.

## 5 Zusammenhang zwischen Fluglärm und Brustkrebs?

Die Ergebnisse deuten nur auf einen möglichen Einfluss hoher nächtlicher Fluglärmbelastungen auf das Brustkrebsrisiko hin. Ob tatsächlich ein Zusammenhang besteht, sollten zukünftige Studien klären.

# Glossar

---

Weitere Erläuterungen finden Sie auch im Glossar auf [www.laermstudie.de](http://www.laermstudie.de).

## Dauerschallpegel

Der äquivalente Dauerschallpegel (kurz:  $L_{pAeq}$ ) ist ein Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung in einem bestimmten Zeitraum, bei dem Häufigkeit, Dauer und Höhe des Schallpegels der einzelnen Schallereignisse berücksichtigt werden. Der  $L_{pAeq}$  ist die Basis für die Festlegung von Lärmschutzbereichen nach dem Fluglärmschutzgesetz – getrennt nach Tag (6 – 22 Uhr) und Nacht (22 – 6 Uhr). Der  $L_{pAeq}$  wird in Dezibel (dB) angegeben.

---

## Dezibel

Dezibel, abgekürzt als dB bzw. dB(A), ist die Maßeinheit, mit der der Schalldruckpegel – und damit auch die Lautstärke – angegeben wird. Die Dezibelskala von 0 bis 120 dB(A) spiegelt die Spanne von der Hörschwelle bis zum Schmerzbereich wider. Die Skala ist nicht linear. Eine Erhöhung um zehn Dezibel nehmen wir in etwa als eine Verdopplung der Lautstärke wahr, im unteren Pegelbereich genauso wie im oberen.

---

## Epidemiologie

Die Epidemiologie erforscht die Verteilung von Risikofaktoren und Krankheiten in Bevölkerungen. Ihre Erkenntnisse tragen dazu bei, die Ursachen von Krankheiten besser zu verstehen. Die Epidemiologie entwickelt Maßnahmen, um Krankheiten zu verhüten bzw. um zu verhindern, dass sie sich ausbreiten. Außerdem trägt sie dazu bei, Strategien für die Behandlung von Krankheiten zu entwickeln.

---

## Expositions-Wirkungs-Beziehung

Die Ergebnisse von Lärmwirkungsstudien wie NORAH lassen sich häufig in Expositions-Wirkungs-Beziehungen ausdrücken. Das heißt, die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen beziffern so genau wie möglich, bei welcher Verkehrslärmbelastung das Risiko für eine bestimmte Krankheit wie stark ansteigt.

---

## Maximalschallpegel

Die physikalische Größe, die am besten beschreibt, wie stark nächtlicher Fluglärm auf den Schlaf wirkt, ist der Maximalschallpegel. Er zeigt, wie stark sich beispielsweise ein Flugzeuggeräusch aus den vorhandenen Hintergrundgeräuschen heraushebt. Die Störwirkung insgesamt ist abhängig von der Höhe und der Häufigkeit auftretender Maximalschallpegel.

---

## Pseudonym

Mit „Pseudonym“ bezeichnet man im allgemeinen Sprachgebrauch einen erfundenen Namen, einen Künstler- oder Decknamen. Das Pseudonym macht es unmöglich, die Äußerungen dem Autor persönlich zuzurechnen. Das Bundesdatenschutzgesetz definiert Pseudonymisieren als „das Ersetzen des Namens und anderer Identifikationsmerkmale durch ein Kennzeichen zu dem Zweck, die Bestimmung des Betroffenen auszuschließen oder wesentlich zu erschweren“. Mit anderen Worten: Beim Pseudonymisieren werden Merkmale, die einzelne Personen identifizieren können – etwa der Name –, durch ein Kennzeichen ersetzt, zum Beispiel eine zufällig gewählte Nummer. Dabei müssen alle persönlichen Merkmale ersetzt werden, so – dass es nicht mehr möglich ist, die Person zu identifizieren.

---

## Statistische Signifikanz

Man spricht in der Statistik vereinfacht ausgedrückt von einem signifikanten Ergebnis, wenn es sich mit einer nur sehr geringen Wahrscheinlichkeit (meist unter fünf Prozent) um einen zufälligen Effekt handelt. Die statistische Signifikanz kann durch Berechnungen überprüft werden.

---

### **Impressum**

Gemeinnützige Umwelthaus GmbH  
Rüsselsheimer Str. 100  
65451 Kelsterbach

**Tel** 06107 98868-0

**Fax** 06107 98868-19

**E-Mail** [norah@umwelthaus.org](mailto:norah@umwelthaus.org)

### **Konzept, Text und Gestaltung**

Mann beißt Hund – Agentur für Kommunikation GmbH  
[www.mann-beisst-hund.de](http://www.mann-beisst-hund.de)

### **Stand**

November 2015