



Lebensqualität
Gesundheit
Entwicklung

NORAH

Wissen Nr. 5

Lärmwirkungsstudie NORAH

Schlafstudie: Auswirkungen
von Fluglärm auf den Schlaf

Fragestellung und Methode

NORAH

Wissen Nr. 5

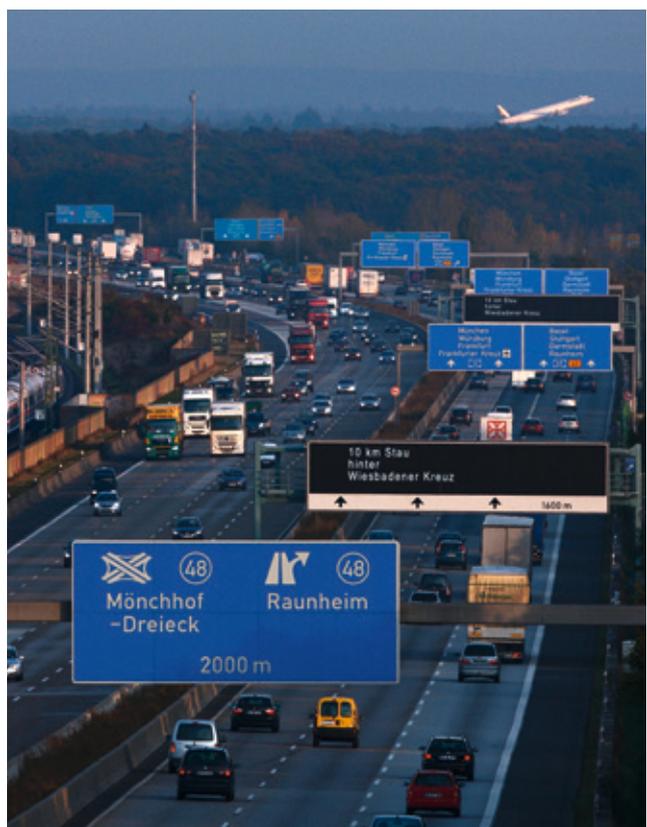
Lärmwirkungsstudie NORAH Schlafstudie: Auswirkungen von Fluglärm auf den Schlaf

Fragestellung und Methode

„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 wird. Deshalb finden Sie zu allen mit „Glossar“ gekennzeichneten Begriffen eine Erklärung im Glossar am Ende dieses Heftes.

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

Die NORAH-Studie untersucht 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 wird von neun unabhängigen wissenschaftlichen Einrichtungen aus ganz Deutschland durchgeführt. Auftraggeber ist 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 untersucht die langfristigen Wirkungen von Verkehrslärm auf Gesundheit, Lebensqualität, Schlaf und die kindliche Entwicklung im Rhein-Main-Gebiet. Initiator der Studie ist das Forum Flughafen und Region (FFR). Ein externer Wissenschaftlicher Beirat Qualitätssicherung (WBQ) berät die Wissenschaftler von Beginn an. Das unterscheidet NORAH von Vorgängerstudien. Die Studie widmet sich einigen der aktuellsten Fragen, die die internationale Lärmwirkungsforschung derzeit beschäftigt. Dabei berücksichtigt 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 knüpft an den aktuellen internationalen Forschungsstand an. In dieser Ausgabe von „NORAH Wissen“ stellen wir Ihnen die Fragestellungen und Methoden der Schlafstudie, einer der fünf Teilstudien, vor. Die Veröffentlichung der Ergebnisse dieser und aller noch ausstehenden Teilstudien ist für Herbst 2015 geplant.

Inhalt

Welche Auswirkungen hat Fluglärm auf den Schlaf?

→ Seite 2

Frühere Untersuchungen

→ Seite 2

Gesund schlafen

→ Seite 3

Fluglärm im Wandel

→ Seite 5

Zeitlicher Ablauf der Schlafstudie

→ Seite 5

Wer nahm an der Schlafstudie teil?

→ Seite 6

Die Methoden der Schlafstudie?

→ Seite 8

Ein Tag als Teilnehmer der Schlafstudie

→ Seite 10

Eine neue Methode zur Bewertung der Lärmbelastung im Schlaf

→ Seite 12

Weitere Informationen zur NORAH-Studie finden Sie im Internet unter

www.laermstudie.de.

Dort können Sie auch den Newsletter „NORAH Brief“ abonnieren.

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 norah@umwelthaus.org

Web www.laermstudie.de

WELCHE AUSWIRKUNGEN HAT FLUGLÄRM AUF DEN SCHLAF?

Ausreichend und ungestört zu schlafen, ist eine wichtige Grundlage für ein gesundes Leben. Wachen wir in der Nacht häufig auf, spüren wir das Ergebnis unter Umständen am nächsten Tag: Wir fühlen uns weniger erholt und leistungsfähig. Wird unsere Nachtruhe regelmäßig und über längere Zeiträume gestört, dann kann dies zur Entwicklung chronischer Krankheiten beitragen. Nächtliche Starts und Landungen von Flugzeugen können für Menschen, die in Flughafennähe wohnen, eine schlafraubende Lärmquelle sein. Aus diesem Grund müssen viele Flughäfen – so auch der Frankfurter Flughafen – nachts den Betrieb stark einschränken oder vollständig unterbrechen.

Aber wie stark stören die Starts und Landungen in der Nacht den Schlaf tatsächlich? Ab welcher Lautstärke steigt die Wahrscheinlichkeit, dass jemand durch den Fluglärm aufwacht? Diesen Fragen ist das Team des NORAH-Wissenschaftlers Dr. Uwe Müller am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) in Köln in der Schlafstudie nachgegangen – speziell für die Region um den Frankfurter Flughafen.

Dr. Uwe Müller leitet die NORAH-Schlafstudie.



Müller

Frühere Untersuchungen

Viele bisherige Studien über die Auswirkung von Lärm auf den Schlaf setzten ausschließlich auf Befragungen: Die Studienteilnehmer gaben morgens selbst Auskunft darüber, wie sie geschlafen hatten. Wichtig ist neben diesem subjektiven Empfinden aber auch die objektive Messung verschiedener Körperreaktionen in der Nacht. Diese sogenannten polysomnografischen Untersuchungen ([☞ Glossar „Polysomnografie“](#)) des Schlafs sind aber viel aufwendiger – insbesondere, wenn sie nicht im Schlaflabor ([☞ Glossar](#)), sondern bei den Teilnehmern zu Hause stattfinden. Nur wenige Lärmstudien vor NORAH haben diese Methode außerhalb von Schlaflaboren genutzt. Die bisher umfangreichste Untersuchung dieser Art hat 2001 und 2002 den Schlaf von insgesamt 64 Menschen im Umfeld des Flughafens Köln/Bonn gemessen. Die Ergebnisse dieser Studie werden unter anderem im sogenannten Frankfurter Nachtindex ([☞ Glossar „Frankfurter Fluglärmindizes“](#)) berücksichtigt. Mit dessen Hilfe wird regelmäßig berechnet, an welchen Orten im Rhein-Main-Gebiet die Menschen wie häufig zwischen 22 und 6 Uhr zusätzliche, messbare Aufwachreaktionen ([☞ Glossar](#)) haben, weil in der Nähe Flugzeuge landen oder starten. Allerdings ist völlig unklar, ob sich die Situation am Köln/Bonner-Flughafen mit einem nachts fast kontinuierlich hohen Frachtflugaufkommen in den Jahren 2001/02 überhaupt auf den Frankfurter Raum mehr als zehn Jahre später übertragen lässt. Diese Frage zu klären, ist auch eine Aufgabe der NORAH-Schlafstudie.

Neue Geräuschkulisse, neues Schlafverhalten?

In den Gebieten um den Rhein-Main-Flughafen hat es seit 2011 zwei größere Veränderungen beim nächtlichen Flugaufkommen gegeben: Im Oktober 2011 wurde ein „Nachtflugverbot für geplante Flüge“ von 23 bis 5 Uhr eingeführt. Während dieser Zeit kommt der Flugverkehr fast völlig zum Erliegen. Lediglich verspätete Landungen oder Starts sind dann noch aus genau festgelegten Ausnahmegründen zugelassen. Vorher war das anders: Die bis dahin geltenden Regeln führten in Spitzenzeiten zu 50 bis 60 Flugbewegungen zwischen 23 und 5 Uhr. Außerdem ist seit Oktober 2011 die neue Landebahn Nordwest in Betrieb. Durch die veränderten Flugrouten hat sich die Lärmbelastung in einigen Regionen in Flughafennähe verändert.

Die NORAH-Schlafstudie zeigt, wie sich diese Veränderungen auf den Schlaf der Anwohner auswirken. Dazu haben die Wissenschaftler insgesamt dreimal jeweils drei bis vier Nächte lang die Schlafqualität von über 200 Menschen im Rhein-Main-Gebiet gemessen. Die Studienteilnehmer schliefen dazu in ihrem gewohnten Zuhause, aber mit mehreren Elektroden am Körper – wie in einem Schlaflabor ([Glossar](#)). Gleichzeitig zeichnete ein Schallpegelmesser alle Geräusche auf, die während der Nacht das Ohr der Schlafenden erreichten. Auch die Lautstärken registrierte das Gerät genau. Die ersten Messungen fanden im Sommer 2011 statt, also bevor das Nachtflugverbot eingeführt und die neue Landebahn eröffnet wurde. In den Sommern 2012 und 2013 folgten die weiteren Messphasen.

In dieser Ausgabe von „NORAH Wissen“ stellen wir Ihnen vor, wie die Schlafstudie aufgebaut ist, welchen Fragestellungen die Wissenschaftler nachgehen und welche Methoden sie dafür eingesetzt haben.

Die ersten Messungen fanden im Sommer 2011 statt, also bevor das Nachtflugverbot eingeführt und die neue Landebahn eröffnet wurde.

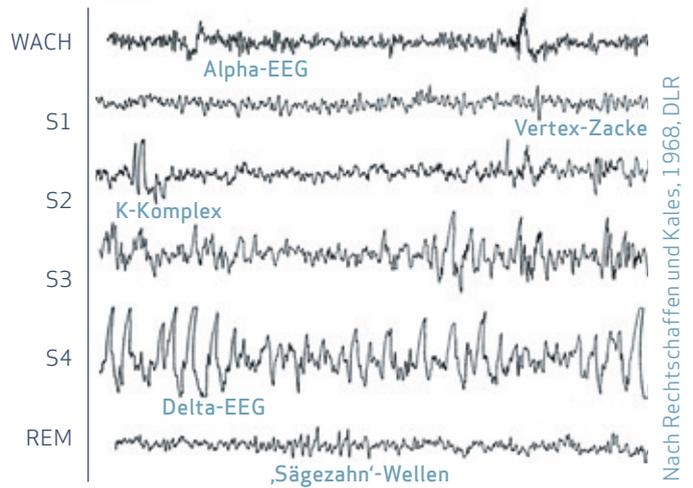
GESUND SCHLAFEN

Wer schon einmal nach wenigen Stunden Schlaf wieder aufstehen musste, hat es am eigenen Leib gespürt: Wenn wir nicht genug schlafen, sind wir weniger leistungsfähig. Auch wenn wir nicht ausreichend tief schlafen, fühlen wir uns am nächsten Tag nicht ausgeruht und weniger belastbar. Geschieht das nur selten und nur in einzelnen Nächten, gleicht der Körper den Schlafmangel problemlos aus. Regelmäßige Schlafstörungen hingegen können Spuren hinterlassen. Bei manchen Menschen erhöht sich dadurch unter anderem vermutlich das Risiko für Herz-Kreislauf-Krankheiten. Das legen wissenschaftliche Studien nahe.

Fünf Schlafstadien

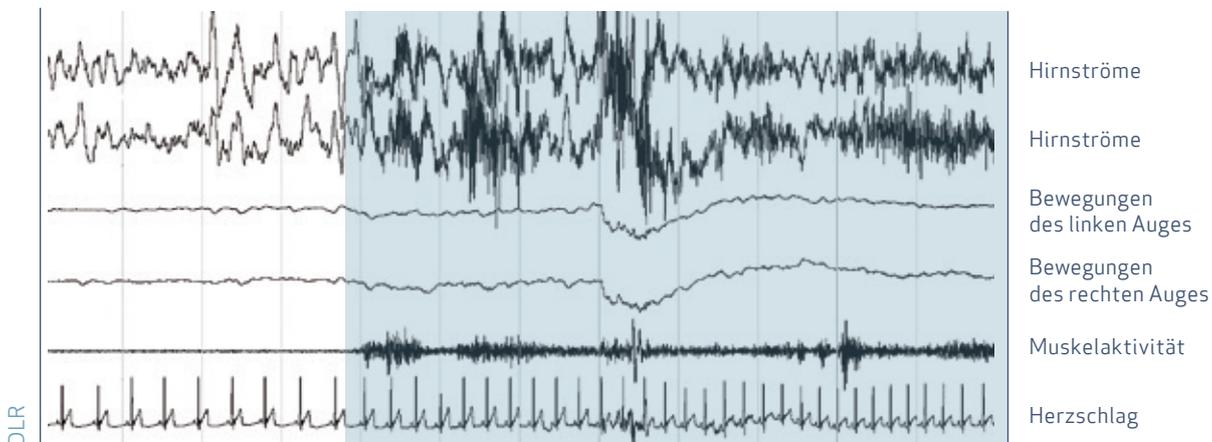
Menschen brauchen unterschiedlich viel Schlaf. Einige kommen mit sechs Stunden aus, andere brauchen acht Stunden, um sich am nächsten Tag fit zu fühlen. Die durchschnittliche Schlafdauer in Deutschland liegt bei etwa siebeneinhalb Stunden. In dieser Zeit wechseln wir immer wieder von einem Schlafstadium ins nächste. Wissenschaftler unterscheiden insgesamt fünf Schlafstadien, S1 bis S4 und REM genannt. Stadium S4 steht für den tiefsten Schlaf. Zu Beginn der Nacht sind diese tiefen Schlafphasen besonders lang und häufig. Die leichtesten Schlafstadien nennen Wissenschaftler S1 und S2. Sie häufen sich in den frühen Morgenstunden. Das ist auch der Grund, warum wir morgens leichter aufwachen als zu Beginn der Nacht. Der REM-Schlaf ist vor allem durch schnelle Augenbewegungen gekennzeichnet und tritt vor allem gegen Ende der Nacht auf. Die meisten Träume finden während des REM-Schlafs statt.

Schlafphasenqualifikation



Schlafforscher unterscheiden fünf verschiedene Schlafstadien: S1 ist das leichteste Stadium, in S4 schlafen wir am tiefsten. REM steht für „Rapid Eye Movement“, also schnelle Augenbewegungen – in diesem Stadium träumen wir am meisten.

Aufwachreaktion



Während des Schlafs zeichnen die verschiedenen Elektroden am Körper Kurven auf. Der Verlauf in diesem Bild zeigt eine sogenannte Aufwachreaktion.

Wer öfter aufwacht, schläft schlechter

Alle Menschen wachen in der Nacht mehrfach kurz auf, auch ohne äußere Einflüsse. In den meisten Fällen erinnern wir uns am nächsten Morgen nicht mehr daran. Schlafforscher sehen in der Häufigkeit der sogenannten Aufwachreaktionen (📖 [Glossar](#)) ein wichtiges Maß, um die Wirkung von Lärm zu beurteilen. Sie berechnen, wie wahrscheinlich es bei einer bestimmten Lärmbelastung ist, dass ein Mensch in der Nacht zusätzlich aufwacht.

FLUGLÄRM IM WANDEL

Für viele Menschen, die in der Nähe des Frankfurter Flughafens leben, hat sich die Fluglärmbelastung in den vergangenen Jahren verändert. Vor allem zwei Ereignisse hatten Einfluss auf die Verteilung und Intensität des Lärms: Zum einen wurde im Oktober 2011 eine neue Landebahn – die Landebahn Nordwest – in Betrieb genommen. Zum anderen gilt seit demselben Monat ein Flugverbot zwischen 23 und 5 Uhr. Die Zeitreihe zeigt: Die ersten Untersuchungen im Rahmen der NORAH-Schlafstudie fielen in die Zeit vor diesen beiden Ereignissen, die letzten fanden beinahe zwei Jahre danach statt. Dadurch werden die Wissenschaftler feststellen können, ob die veränderte Lärmbelastung einen Einfluss auf die Körperreaktionen der Studienteilnehmer im Schlaf hatte.

Zeitlicher Ablauf der Schlafstudie



WER NAHM AN DER SCHLAFSTUDIE TEIL?

Eine sogenannte Feldstudie ([Glossar](#)) wie die NORAH-Schlafstudie versucht, wissenschaftliche Beobachtungen in einem möglichst natürlichen Umfeld zu machen. Deshalb untersuchten die NORAH-Wissenschaftler den Schlaf der Studienteilnehmer nicht in einem Schlaflabor ([Glossar](#)), in dem Menschen normalerweise anders schlafen als zu Hause, sondern in deren eigenem Schlafzimmer. Ehe die Messungen beginnen konnten, entschieden die Wissenschaftler allerdings erst einmal, welche Voraussetzungen die Studienteilnehmer mitbringen mussten. Anschließend suchten sie, unter anderem per Flyer, mit Zeitungsanzeigen und über das Internet, nach geeigneten Freiwilligen.

49 Frauen und Männer nahmen 2011 an der ersten Untersuchung der NORAH-Schlafstudie teil. 42 von ihnen machten auch im folgenden Jahr – nach Einführung des Nachtflugverbots und Eröffnung der Landebahn Nordwest – mit. Zusätzlich nahmen an dieser zweiten Messung 41 weitere Personen teil. Bei der dritten und letzten Messung in 2013 verwendeten die Wissenschaftler eine neue Messmethode – die Teilnehmer mussten sich vor dem Zubettgehen nur noch zwei Elektroden selbst an den Körper kleben. 187 Menschen nahmen an dieser dritten Messwelle teil, darunter auch 36 Teilnehmer aus dem Vorjahr.

Entscheidend für die Auswahl der Teilnehmer waren der Wohnort und die genaue Lage des Hauses.

Fluglärm im Schlafzimmer

Entscheidend für die Auswahl der Teilnehmer waren der Wohnort und die genaue Lage des Hauses: Im Schlafzimmer der Teilnehmer musste Fluglärm deutlich hörbar sein, daher wurden die Messorte in der Nähe der Flugpfade gewählt. Anderer Verkehrslärm hätte es hingegen erschwert, die Schlafstörungen, die durch den Fluglärm entstehen, eindeutig zuzuordnen. Aus diesem Grund wohnten die Studienteilnehmer idealerweise an Orten, an denen kaum Straßen- und Schienenlärm zu hören war.

An den Messungen 2011 und 2012 nahmen Personen aus Gräfenhausen, Klein-Gerau, Nauheim, Offenbach-Süd, Raunheim, Rüsselsheim, Worfelden und Wixhausen teil. 2013 kamen, unter anderem aufgrund der Flugpfade der neuen Landebahn, weitere Gemeinden hinzu: Einige Studienteilnehmer im dritten Jahr der Untersuchung kamen aus Flörsheim, Frankfurt-Süd, Hochheim, Mörfelden und zuvor nicht einbezogenen Stadtteilen von Offenbach.

Gesundheit und Lebensumstände der Teilnehmer

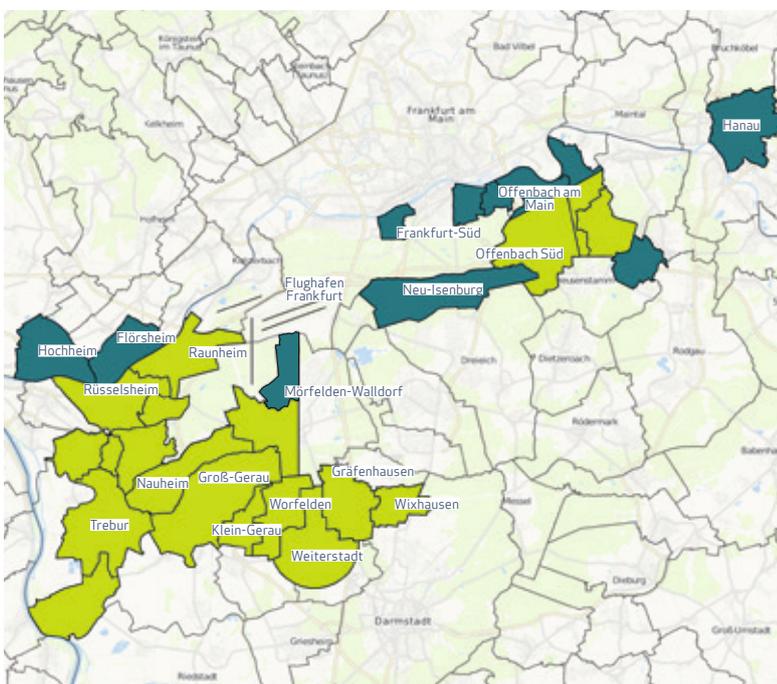
Nicht nur die Lärmbelastung am Wohnort, sondern auch Vorerkrankungen, die Lebensumstände und der Lebensstil können für die Schlafqualität eine Rolle spielen. Um mögliche Schlafprobleme eindeutig auf den Fluglärm zurückführen zu können, schlossen die Wissenschaftler zum Beispiel Menschen mit Erkrankungen aus, die das Schlafverhalten verändern können. Dazu gehörten zum Beispiel Allergiker, deren Medikamente häufig das Schlafbedürfnis erhöhen, oder Menschen, die an einer sogenannten Schlafapnoe leiden, also nachts kurze Atemstillstände haben, stark schnarchen und daher häufiger in der Nacht aufwachen. Auch Familien mit Kleinkindern unter sechs Jahren konnten nicht teilnehmen.

Und noch ein drittes Kriterium mussten die Studienteilnehmer erfüllen: Sie sollten einen regelmäßigen Schlafrhythmus haben. Die Menschen, die 2011 an der Untersuchung teilgenommen hatten, gingen normalerweise zwischen 22 und 22.30 Uhr schlafen und standen zwischen 6 und 6.30 Uhr wieder auf. 2012 und 2013 nahmen zusätzlich auch Personen teil, deren Zubett-

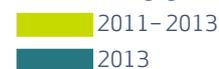
geh- und Aufstehzeiten durchschnittlich eine Stunde später lagen. Diese Schlafrythmen waren für die Wissenschaftler entscheidend, um die Schlafqualität in den sogenannten Randstunden direkt vor und nach dem Nachtflugverbot zu untersuchen: die Zeiträume abends zwischen 22 und 23 Uhr sowie morgens zwischen 5 und 6 Uhr. Sie zählen gesetzlich zur Nacht, in ihnen gilt aber das Nachtflugverbot nicht. Schichtarbeiter konnten aufgrund ihres unregelmäßigen Schlafrythmus nicht an der Schlafstudie teilnehmen.

Warum wurden Menschen, deren Schlaf ohnehin beeinträchtigt ist, bei der Studie nicht berücksichtigt? Die Antwort: Nur bei sogenannten „schlafgesunden“ Menschen mit festem Schlafrythmus können die Wissenschaftler ermitteln, in welchem Maße Fluglärm den Schlaf stört. Schläft ein Mensch beispielsweise aus gesundheitlichen Gründen besonders schlecht, lässt sich nur sehr schwer deuten, warum er in der Nacht aufgewacht ist: aufgrund des Lärms, aufgrund einer Krankheit oder einer Kombination aus beidem.

Gebiete, in denen die Schlafstudie durchgeführt wurde



Untersuchungsgebiete der NORAH-Schlafstudie



Open Street Map / UNH 2015

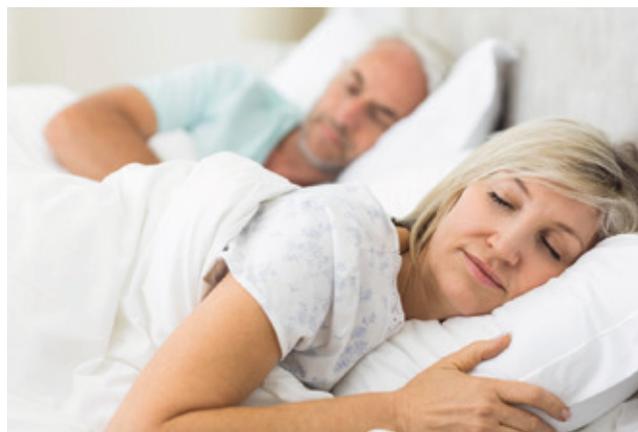
DIE METHODEN DER SCHLAFSTUDIE

Wie stark stört Fluglärm den Schlaf? Um das herauszufinden, maßen die Wissenschaftler zum einen die Schlafqualität und zum anderen die Lärmbelastung im Schlafzimmer der Studienteilnehmer.

Polysomnografie – die Vermessung des Schlafs

Insgesamt zehn Elektroden am Kopf und zwei weitere am Körper sind für eine polysomnografische Untersuchung (☞ [Glossar „Polysomnografie“](#)) nötig – so nennen Mediziner die Aufzeichnung verschiedener Körperfunktionen während des Schlafs. Dabei werden unter anderem die Herzfrequenz, die Gehirnaktivität und die Muskelspannung gemessen. Aus diesen und weiteren Informationen können Wissenschaftler folgern, wann ein Mensch im Lauf der Nacht welche Schlafstadien durchläuft. Auch in der Schlafstudie untersuchte das NORAH-Team auf diese Weise den Schlaf der Teilnehmer in den Jahren 2011 und 2012. Das war mit einigem Aufwand verbunden: Vor jedem Zubettgehen an den vier Untersuchungstagen besuchte ein Projektmitarbeiter die Teilnehmer zu Hause und befestigte die Elektroden an ihrem Körper. Eine solche „Verkabelung“ dauerte – zusammen mit dem Ausfüllen von Fragebogen und dem Starten aller Messgeräte – rund eine Stunde. Morgens waren die Projektmitarbeiter erneut vor Ort, um die Teilnehmer wieder von den vielen Kabeln zu befreien und die Messdaten zu sichern. Die Messdaten der jeweils ersten Nacht flossen allerdings nicht in die Studie ein – diese „Anpassungsnacht“ war vor allem nötig, damit sich die Teilnehmer an die Elektroden gewöhnen.

Mithilfe der Messdaten aus 2011 und 2012 gelang es dem NORAH-Team, eine neue, weniger aufwendige Methode zu entwickeln, die die relevanten körperlichen Reaktionen auf Lärm im Schlaf misst. Sie kommt mit nur zwei Elektroden aus, die die Teilnehmer sich selbst an den Körper kleben können. Das eingesetzte Messgerät erfasst die Herzfrequenz und die Körperbewegungen. Indem die Wissenschaftler diese Messwerte den Geräuschaufzeichnungen gegenüberstellen, können sie erkennen, wann Fluglärm im Lauf der Nacht den Schlaf der Studienteilnehmer gestört hat.



Wavebreakmedia/Shutterstock

Lärmmessungen am Ohr der Schlafenden

Fliegt ein Flugzeug über ein Wohnhaus, dann ist der Lärm, abhängig von der Geschwindigkeit und der Entfernung des Flugzeugs, im Schlafzimmer selten länger als eine Minute zu hören. Frühere Studien haben gezeigt, dass für das Aufwachen vorwiegend der sogenannte Maximalschallpegel (☞ [Glossar](#)) des Überflugs, also die höchste Lautstärke, und der Anstieg der Lautstärke pro Zeit verantwortlich sind. Um unter anderem diese Werte bestimmen zu können, zeichnete ein Schallpegelmesser im Schlafzimmer während der Nacht sekundengenau alle Geräusche mitsamt ihrem Schalldruckpegel (☞ [Glossar](#)) auf. Zusammen mit den Schlafdaten können die Wissenschaftler so exakt bestimmen, welches Geräusch zu welcher Uhrzeit die Schlafenden geweckt hat. Denn natürlich können auch andere Geräusche zum Aufwachen führen: eine Polizeisirene oder frühes Vogelgezwitscher zum Beispiel. Solche Messungen wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Zusätzlich erfassten die Wissenschaftler auch, ob die Studienteilnehmer in der jeweiligen Messnacht bei offenem oder geschlossenem Fenster schliefen. Welche Fensterstellung die Teilnehmer wählten, stand ihnen völlig frei – sie durften allerdings die am Abend gewählte Stellung nicht während der Nacht verändern.

Die Fragebogen

Schlaf ist eine höchst individuelle Angelegenheit. Der eine Mensch braucht viel Schlaf, andere kommen mit wenig aus. Bei manchen setzt die Müdigkeit schon früh am Abend ein, andere Menschen fühlen sich auch spätabends noch fit und würden morgens gern lange schlafen (☞ **Glossar** „Chronotyp“). Persönliche Eigenschaften wie diese sind für das Schlafverhalten wichtig, lassen sich aber nicht mit Geräten messen. Deshalb setzten die Wissenschaftler verschiedene Fragebogen in ihrer Untersuchung ein.

An allen vier Untersuchungstagen mussten die Teilnehmer morgens nach dem Aufstehen ihre Schlafqualität und ihre Belästigung durch Fluglärm in Bezug auf die vorausgegangene Nacht aus ihrer eigenen Sicht bewerten. Weitere Fragebogen folgten am Ende der Studie. Sie befassten sich mit verschiedenen persönlichen, sozialen und an die Wohnsituation gebundenen Faktoren, die einen Einfluss darauf haben könnten, wie die Teilnehmer ihren Schlaf und ihre Belästigung durch den Fluglärm bewerten. Alle Fragebogen sind wissenschaftlich geprüft und kamen bereits bei vielen anderen Studien zum Einsatz.

Eine Übersicht über die erfassten Faktoren in den Fragebogen:

Persönliche Einflussfaktoren

- ▶ allgemeine Belästigung durch Fluglärm vor der Studie
- ▶ Lärmempfindlichkeit
- ▶ subjektive Gewöhnung an Fluglärm
- ▶ Beteiligung an Aktivitäten gegen Fluglärm
- ▶ Ermittlung des Chronotyps

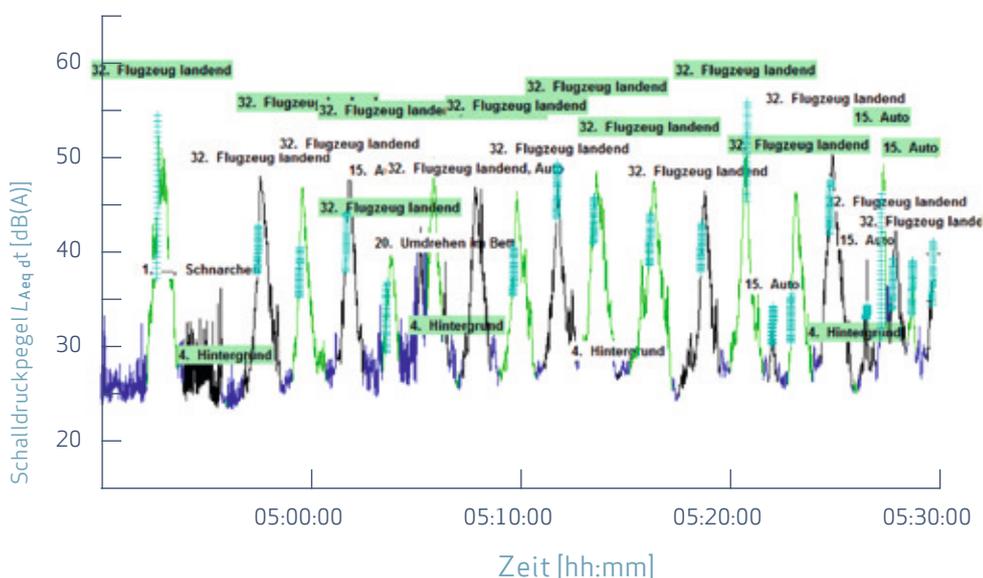
Soziale Einflussfaktoren

- ▶ generelle Einstellung gegenüber dem Flugverkehr
- ▶ Glaube daran, dass sich die Fluglärmbelastung erfolgreich verringern lässt

An die Situation gebundene Einflussfaktoren

- ▶ allgemeines Lautstärkeempfinden in der eigenen Wohngegend (nicht nur auf Fluglärm bezogen)
- ▶ Zufriedenheit mit der Lautstärke des Flugverkehrs in der eigenen Wohngegend

Akustikauswertung



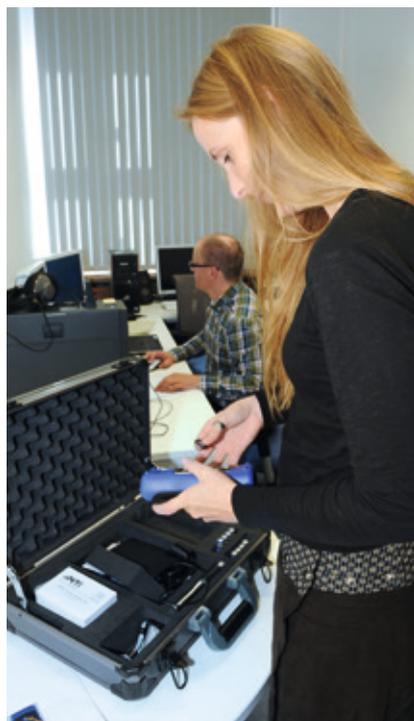
Ein Schallpegelmesser hat während der Nacht alle Geräusche im Schlafzimmer aufgezeichnet. Für die Auswertung ist ein menschliches Ohr nötig: Projektmitarbeiter hören sich jedes Geräusch an und geben am Computer ein, ob es sich zum Beispiel um Fluglärm oder Schnarchen handelt.

EIN TAG ALS TEILNEHMER DER SCHLAFSTUDIE

Wie liefen die Messungen der NORAH-Schlafstudie ab? Die Bilder zeigen, wie Projektmitarbeiter der Schlafstudie zwei Studienteilnehmer im Jahr 2012 auf eine polysomnografische Schlafmessung ([☞ Glossar „Polysomnografie“](#)) vorbereiten.

19.30 Uhr

Vorbereitung auf den Hausbesuch: Eine NORAH-Mitarbeiterin packt im Umwelt- und Nachbarschaftshaus in Kelsterbach den Koffer mit den Messgeräten.



Knost, DLR

Knost, DLR



21.00 Uhr

Ankunft am Haus der Studienteilnehmer. Dass hier regelmäßig lauter Fluglärm im Schlafzimmer ankommt, hat das NORAH-Team bereits vorab bei einer nächtlichen Testmessung im Haus festgestellt. Nun gilt es herauszufinden, wie der Fluglärm den Schlaf der Bewohner beeinträchtigt.

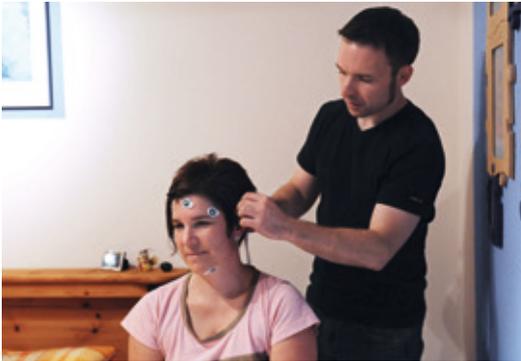
Knost, DLR



21.15 Uhr

Die Messinstrumente liegen bereit. Bei allen Teilnehmern im ersten und im zweiten Jahr der Studie haben die Wissenschaftler eine polysomnografische Messung durchgeführt – dafür sind eine ganze Menge Kabel und Elektroden nötig.

Knost, DLR



21.20 Uhr

Ein Projektmitarbeiter klebt Elektroden am Kopf einer Studienteilnehmerin fest. Insgesamt zehn Elektroden am Kopf sind nötig, um Hirnaktivität und Augenbewegungen zu messen.

21.55 Uhr

Das Anbringen der Elektroden ist fast erledigt. Auch am Körper kleben nun zwei Elektroden. Sie messen den Herzschlag.

Knost, DLR



Knost, DLR



22.00 Uhr

Ein Schallpegelmessgerät wird für die Nacht neben dem Kopfende des Bettes aufgestellt. Er zeichnet den Schalldruckpegel ([Glossar](#)) und alle Geräusche im Lauf der Nacht auf.

22.10 Uhr

Zeit, schlafen zu gehen. Sobald alles für die Messungen bereit ist, verabschieden sich die Projektmitarbeiter. Am Morgen werden sie wiederkommen und den Studienteilnehmern dabei helfen, die Elektroden zu entfernen.

Knost, DLR



EINE NEUE METHODE ZUR BEWERTUNG DER LÄRM-BELASTUNG IM SCHLAF

Augen zu und schlummern: Der Zustand, in den Menschen allnächtlich fallen, zeigt sich nicht nur dadurch, dass das Bewusstsein „abgeschaltet“ ist. Von der Atmung über die Gehirntätigkeit bis hin zum Herzschlag verändert der Körper während des Schlafs viele seiner Aktivitäten. Diese lassen sich messen; die Ergebnisse geben Auskunft über Tiefe, Verlauf und Qualität des Schlafs. An den Aufzeichnungen einer polysomnografischen Untersuchung (☞ [Glossar „Polysomnografie“](#)) können Schlaf Forscher zum Beispiel ablesen, wann jemand besonders tief geschlafen hat und wann er von einem Schlafstadium ins andere gewechselt ist.

Aber diese Art der Untersuchung ist aufwendig. Und nicht für jede Art von Schlafstudie sind alle gewonnenen Informationen notwendig. Geht es um nächtliche Störungen, die durch Lärm entstehen, sind einige körperliche Reaktionen des Schlafenden besonders aussagekräftig – neben dem Aufwachen vor allem die Beschleunigung des Herzschlags und die Körperbewegungen. Im Rahmen der NORAH-Schlafstudie haben die Wissenschaftler eine Methode entwickelt, die diese beiden Reaktionen erfasst. Dafür müssen sich die Studienteilnehmer lediglich zwei Elektroden an den Körper kleben.

Das eingesetzte Messgerät zeichnet den Herzschlag und die Bewegungen des Schlafenden auf. Selbst während heftiger Träume bleibt unsere Muskulatur in der Regel entspannt. Bei Aufwachreaktionen hingegen schlägt das Herz in der Regel schneller, und der Schlafende bewegt sich. Die Wissenschaftler haben gezeigt, dass diese beiden Messwerte zusammen ausreichen, um zu erkennen, ob die „Schlafruhe“ eines Menschen unterbrochen wird. Das NORAH-Team nennt das neue Verfahren „Vegetativ-motorische Methode“, kurz VMM.

Schmidt, DLR



Wann wacht ein Mensch nachts auf? Mit der neuen Messmethode reichen zwei Elektroden am Oberkörper aus, um diese Frage zu beantworten.

Die Vorteile der neuen Methode

Auch wenn die VMM nicht ganz so viele Informationen liefert wie die Polysomnografie, hat sie für die Wissenschaft zwei große Vorzüge. Zum einen ist es damit möglich, viel mehr Menschen zu untersuchen, weil der technische Aufwand erheblich geringer ist. Zum anderen ist die Auswertung der Daten einfacher: Für die Analyse einer polysomnografischen Untersuchung ist die Erfahrung eines Schlafexperten nötig, die Daten der vereinfachten Messmethode kann auch ein Computer auswerten.

Diese Vorteile möchten auch andere Schlaf Forscher nutzen: Seit 2011 kooperieren die Wissenschaftler der NORAH-Schlafstudie am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt mit einem US-Wissenschaftlerteam an der University of Pennsylvania. Die neue Methode ist ihre gemeinsame Entwicklung. Die amerikanischen Forscher nutzen die VMM seit 2014 – bei den Schlafmessungen für die NORAH Studie kam sie schon im Sommer 2013 zum Einsatz. Das US-Team untersucht damit die Körperreaktionen von Anwohnern des Flughafens von Philadelphia auf nächtlichen Fluglärm.

Glossar

Weitere Erläuterungen finden Sie auch im Glossar auf www.laermstudie.de.

Aufwachreaktion

Wechselt ein Schlafender von einem tieferen ins leichteste Schlafstadium oder wacht vollständig auf, sprechen die Schlafforscher des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) von einer Aufwachreaktion. Auch in ruhiger Umgebung erleben Schlafende etwa 20- bis 30-mal in der Nacht eine solche Aufwachreaktion. Meistens erinnern sie sich am nächsten Morgen nicht daran.

Chronotyp

Der Chronotyp gibt an, wie die innere Uhr eines Menschen tickt. Der Volksmund spricht von „Lerchen“ – Frühaufstehern, die abends früh müde werden – und „Eulen“, die abends lange fit sind und morgens gern länger schlafen. Biologen unterscheiden, abhängig von den bevorzugten Schlafenszeiten, insgesamt sieben verschiedene Chronotypen.

Feldstudie

Eine Feldstudie untersucht wissenschaftliche Fragestellungen in einem natürlichen Umfeld. Das hat den Vorteil, dass die Ergebnisse die Realität besonders gut beschreiben. Ein Beispiel: Da Menschen in einem fremden Bett und bei ungewohnten Umgebungsgeräuschen anders schlafen als zu Hause, haben die Ergebnisse einer Feldstudie zur Schlafqualität eine höhere Aussagekraft als die Ergebnisse einer Studie im Schlaflabor.

Frankfurter Fluglärmindizes

Die vom Forum Flughafen und Region (FFR) entwickelten Frankfurter Fluglärmindizes errechnen die Fluglärmbelastung tagsüber und nachts im Gebiet rund um den Frankfurter Flughafen. Sie berücksichtigen die gesamte An- und Abflugsituation auf der Grundlage der sechs verkehrsreichsten Monate. Die Frankfurter Fluglärmindizes basieren auf Dosis-Wirkungs-Beziehungen, die im Rahmen von Studien im Rhein-Main-Gebiet und am Flughafen Köln-Bonn ermittelt wurden.

Maximalschallpegel

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

Polysomnografie

Eine polysomnografische Untersuchung erfasst mehrere körperliche Messwerte während des Schlafs, unter anderem die Hirnstromwellen und Augenbewegungen, den Herzschlag und den Atemrhythmus. Diese Informationen helfen Ärzten zum Beispiel dabei, die Ursachen für Schlafstörungen zu finden.

Schalldruckpegel

Der Schalldruckpegel wird in Dezibel – abgekürzt als „dB(A)“ – angegeben und ist ein Maß für die Lautstärke. 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.

Schlaflabor

In Schlaflaboren messen und beobachten Wissenschaftler, wie der Schlaf eines Menschen verläuft und wann er von einem Schlafstadium in ein anderes wechselt.

Impressum

Gemeinnützige Umwelthaus GmbH
Rüsselsheimer Str. 100
65451 Kelsterbach

Tel 06107 98868-0

Fax 06107 98868-19

E-Mail norah@umwelthaus.org

Konzept, Text und Gestaltung

Mann beißt Hund – Agentur für Kommunikation GmbH
www.mann-beisst-hund.de

Stand

September 2015