

Schlafphysiologische Bewertung nächtlicher Flugbetriebsbeschränkungen vor dem Hintergrund aktueller Urteile des Bundesverwaltungsgerichts

Mathias Basner und Alexander Samel, Köln

Zusammenfassung Nachtflugverbote haben für Konzepte zum Schutz der Bevölkerung vor den Folgen nächtlichen Fluglärms an Bedeutung gewonnen, seitdem das Bundesverwaltungsgericht im Jahre 2006 der planfeststellenden Behörde im Fall Flughafen Berlin Brandenburg International (BBI) die beantragte, bis auf wenige Ausnahmen uneingeschränkte Betriebserlaubnis in der Nacht versagt hat und im Fall Flughafen Leipzig/Halle (FLH) zwar den nächtlichen Verkehr des Express-Fracht-Kreuzes billigte, im Übrigen aber wie bei BBI eine erneute Abwägung der Zulassung nächtlichen Flugverkehrs verlangte. Das höhere passive Schallschutzniveau des DLR-Konzepts im Vergleich zu anderen Schutzkonzepten spielte im Fall Leipzig/Halle für das Bundesverwaltungsgericht keine entscheidende Rolle. Anhand subjektiver Daten zu Bettzeiten und objektiver Daten zum Schlafverhalten werden mögliche Folgen der durch das Bundesverwaltungsgericht vorgenommenen Dreiteilung der Nacht in Kernruhezeit (0:00 bis 5:00 Uhr), Nachtrandstunden (22:00 bis 0:00 Uhr und 5:00 bis 6:00 Uhr) und Tagesstunden für den Schutz des Schlafs diskutiert. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass aus schlafphysiologischer Sicht (1) die Tagesrandstunden keineswegs als unproblematisch eingestuft werden dürfen, insbesondere für die nicht erwachsene Bevölkerung und bei Flughäfen mit relevantem Verkehrsaufkommen in dieser Zeitperiode, (2) dass es deshalb bei derzeitigem Kenntnisstand unklar ist bzw. einer Einzelfallprüfung unterliegt, ob eine Kernruhezeit einem kontingentierten, aber zeitlich unbeschränkten Flugbetrieb in der Nacht tatsächlich vorzuziehen ist, und dass (3) die Gleichstellung der für BBI und FLH aufgestellten Schutzkonzepte hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung zur Abwehr unzumutbarer Belastungen durch das Bundesverwaltungsgericht wahrscheinlich dazu führen wird, dass bevorzugt das Schutzkonzept mit dem geringeren Schutzniveau Anwendung findet, was aus schlafphysiologischer Sicht nicht unbedenklich ist.

Der 4. Senat des Bundesverwaltungsgerichts hat kürzlich mit zwei Urteilen¹⁾ den planfeststellenden Behörden sowohl im Fall Flughafen Berlin Brandenburg International (BBI) als auch im Fall Flughafen Leipzig/Halle (FLH) die beantragte, bis auf wenige Ausnahmen uneingeschränkte Betriebserlaubnis in der Nacht versagt²⁾ [1; 2].

Auch wenn es nach Meinung des Bundesverwaltungsgerichts rechtlich nicht von vorneherein unzulässig sei, den Nachtschutz ausschließlich oder im Wesentlichen auf Maßnahmen des passiven Lärmschutzes zu beschränken, so habe der Planungsträger, wenn er von seiner Gestaltungsfreiheit in diesem Sinne Gebrauch macht, allerdings § 29b Abs. 1 Satz 2 LuftVG Rechnung zu tragen, nach dem auf die Nachtruhe der Bevölkerung in besonderem Maße Rücksicht zu nehmen ist (UBBI, Rn269).

Sleep physiology: Evaluation of nighttime air traffic curfews considering current decisions of the German Federal Administrative Court

Summary The relevance of bans on nocturnal air traffic has increased since the Federal Administrative Court of Germany did not permit the – apart from a few exceptions – unrestricted nocturnal air traffic that authorities applied for both, in the cases of airport Berlin Brandenburg International (BBI) and airport Leipzig/Halle (FLH), although nocturnal express freight traffic was approved in Leipzig/Halle. The higher protection standards of the DLR-concept in terms of passive sound insulation compared to other noise protection concepts did not play a decisive role for the Federal Administrative Court of Germany in the case of Leipzig/Halle. The night is divided into three parts by the Federal Administrative Court of Germany with differing protective needs against the effects of aircraft noise: a core period (0:00 to 5:00), shoulder hours (22:00 to 0:00 and 5:00 to 6:00) and daytime hours. Using subjective data on sleep time and objective data on the effects of aircraft noise on sleep structure possible consequences of this trisection are discussed from a sleep physiologist's point of view. We conclude that according to sleep physiology (1) daytime hours are by no means unproblematic, especially for the non-adult population and for airports with relevant amounts of traffic during daytime hours, (2) that based on current knowledge it is unclear or calls for an individual case analysis whether a core period without air traffic is actually the superior strategy compared to restricted air traffic during the whole night, and that (3) the equalization of the protection concepts that were developed for BBI and FLH according to their principle ability to prevent unacceptable noise strains by the Federal Administrative Court will most likely be the reason for the preferred application of the concept with the lower protection standards, which is not unproblematic from the sleep physiologist's point of view.

Die Lärmschutzinteressen der Anwohner seien auch in die Abwägung einzubeziehen, soweit es die Lärmbelastungen unterhalb der durch § 9 Abs. 2 LuftVG vorgegebenen Zumutbarkeitsschwellen betreffe (UFLH, Rn65). Laut Gericht gehören dazu „insbesondere Erwägungen über flugbetriebliche Beschränkungen“ (UFLH, Rn65). „Je gewichtiger die Lärmschutzinteressen sind, die nach den konkreten örtlichen Verhältnissen auf dem Spiel stehen, desto dringlicher muss der

¹⁾ Das Urteil im Prozess um den Ausbau des Flughafens Schönefeld zu Berlin Brandenburg International [1] wird hier mit UBBI abgekürzt, das Urteil zum Ausbau des Flughafens Leipzig/Halle [2] mit UFLH. „Rn“ bezieht sich auf die in den Urteilsbegründungen angegebenen Randnummern.

²⁾ Allerdings fand der Frachtverkehr des Express-Kreuzes am FLH vor allem in der Zeit von 0:00 bis 6:00 Uhr die Billigung des Gerichts.

Verkehrsbedarf sein, der auf dem Spiel steht, um eine Flugbetriebserlaubnis in der Nacht zu rechtfertigen“ (UBBI, Rn279).

Der 4. Senat teilt die Nacht in drei Zeitsegmente mit unterschiedlichem Schutzbedarf:

Die sog. **nächtliche Kernzeit** (0:00 bis 5:00 Uhr) wird als besonders schutzbedürftig eingestuft (UBBI, Rn280). Sie ist nach der Entscheidung des Senats grundsätzlich von Flugaktivitäten freizuhalten (UFLH, Rn73).

Auch die Durchführung eines Flugbetriebs in den **Nachtrandstunden** von 22:00 bis 24:00 Uhr und von 5:00 bis 6:00 Uhr bedarf einer besonderen Begründung (UFLH, Rn73). Die Schutzbedürftigkeit in der Zeit zwischen 22:00 und 23:00 Uhr wird im Vergleich zu den Nachtrandstunden 23:00 bis 24:00 Uhr und 5:00 bis 6:00 Uhr geringer eingestuft (UBBI, Rn288). Grundsätzlich ist dem Lärmschutz „*umso höheres Gewicht beizumessen je näher die zuzulassenden Flugbewegungen zeitlich an den Kernzeitraum von 0:00 bis 5:00 Uhr heranrücken*“ (UBBI, Rn288).

Der Zeitraum vor 22:00 Uhr und nach 6:00 Uhr wird vom Gericht als **Tagesstunden** bezeichnet. Dieser Zeitraum sei unter „*Lärmgesichtspunkten weniger problematisch*“ (UBBI, Rn287). Eine weitere Differenzierung, z. B. in Tag und Abend, findet nicht statt.

Für die Nacht Kernzeit und die Nachtrandstunden gilt gleichsam, dass sich „*lediglich plausibel nachgewiesene sachliche Gründe, weshalb ein bestimmter Verkehrsbedarf oder ein bestimmtes Verkehrssegment nicht befriedigend innerhalb der Tagesstunden abgewickelt werden kann, im Zuge der Abwägung gegen die Belange des Lärmschutzes durchsetzen können*“ (UFLH, Rn74).

Das Gericht begründet die vorgenommene Dreiteilung der Nacht mit der sog. Fluglärmsynopse [3], mit dem Umweltgutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen aus dem Jahr 2002 [4] und mit dem Flughafenkonzept der Bundesregierung vom 30. August 2000 [5] (UBBI, Rn269). Bei genauer Prüfung ist allerdings keinem der drei Dokumente die vom Gericht vorgenommene Dreiteilung der Nacht zu entnehmen.

Da eine weitere Begründung an anderer Stelle ausbleibt, stellt sich aus wissenschaftlicher Sicht die Frage, welche Folgen die vom Bundesverwaltungsgericht vorgenommene Einteilung der Nacht für den Schutz des Schlafs impliziert. Der vorliegende Beitrag versucht, die mit der Dreiteilung der Nacht einhergehenden möglichen Konsequenzen für den Schlaf von Flughafenanwohnern anhand subjektiv und objektiv gewonnener Daten zu quantifizieren.

Neben der Anzahl der Betroffenen, die in der Umgebung eines Flughafens wohnen, spielen zwei Aspekte für das Ausmaß der Störwirkung nächtlichen Fluglärms auf den Schlaf eine wesentliche Rolle. Erstens variieren Zubettgehzeit, Aufstehzeit und Schlafdauer interindividuell erheblich. Aus Sicht des Lärmschutzes wäre es hier wünschenswert, dass durch eine Kernruhezeit ein möglichst großer Anteil der „*sich im Bett befindlichen*“ Bevölkerung erfasst wird. Dieser Anteil wird maßgeblich von Dauer und Lage der Kernruhezeit bestimmt. Für jede vorgegebene Dauer existiert eine optimale Lage der Kernruhezeit, mit der ein maximaler Anteil der Bettzeit erfasst wird. Um diese optimale Lage zu ermitteln, müssen jedoch Informationen über das Schlafverhalten der Bevölkerung vorliegen. Diese Informationen wurden uns dankenswerter Weise von *Dirk Schreckenberg* und *Markus Meis* in anonymisierter Form überlassen. Sie führten im Auftrag der IFOK GmbH und des Regionalen Dialogforums die sog. Belästigungsstudie im Umfeld des Frankfurter Flughafens [6] durch, in der eine repräsentative Bevölkerungsstichprobe im Alter von 17 bis 97 Jahren u. a. nach dem Schlafverhalten befragt wurde. Letztlich stellt sich die Frage, ob die vom Bundesverwaltungsgericht vorgegebene Kernruhezeit von 0:00 bis 5:00 Uhr tatsächlich den größten Anteil der Bettzeit erfasst.

Zweitens ist Schlaf aus physiologischer Sicht kein einheitlicher Zustand. Er kann in den Einschlafprozess und in den eigentlichen Schlafprozess unterteilt werden. Der Schlafprozess selbst kann anhand elektrophysiologisch erfasster Merkmale in verschiedene Schlafstadien eingeteilt werden. Diese zeigen zum einen eine charakteristische Abfolge im Laufe der Nacht und unterscheiden sich zum anderen in ihrer Bedeutung für die Erholbarkeit des Schlafs. Man unterscheidet Wachsein und Schlaf. Der Schlaf wird wiederum in REM-Schlaf, in dem schnelle Augenbewegungen (rapid eye movements) beobachtet werden können, und NREM-Schlaf unterteilt. Der NREM-Schlaf selbst gliedert sich in die vier Schlafstadien S1, S2, S3 und S4. Die Stadien S3 und S4 zusammen werden auch als Tiefschlaf bezeichnet. Diese Bezeichnung entstand, weil Menschen aus diesen Schlafstadien heraus besonders schwer erweckbar sind [7]. Dem Tiefschlaf wird, ähnlich wie dem REM-Schlaf, eine besonders wichtige Funktion für die regenerative Wirkung des Schlafs beigemessen [8]. Die Stadien Wach und S1 scheinen hingegen nicht bzw. nur sehr gering zur Erholungsfunktion des Schlafs beizutragen [9]. Aufwachreaktionen stellen die gravierendste umweltbedingte Störung der Schlafstruktur dar.

Der Einschlafprozess und der Schlaf am Ende der Schlafperiode sind besonders störanfällig für Lärm, also auch Fluglärm [10; 11]. Am Ende der Nacht hat durch den schon genossenen Schlaf eine weitgehende Entmüdung stattgefunden, sodass der Schläfer dann leichter aus dem Schlaf geweckt wird und schwerer wieder in ihn zurückfindet [12]. Längere Wachphasen sind die Folge, die zu einer Wiedererlangung des Wachbewusstseins führen können, am Morgen erinnert werden und damit zu einer negativen Einschätzung von Schlafqualität und-quantität beitragen. Fluggeräusche, die in den Zeiten bewussten Wachseins wahrgenommen werden, führen deshalb insbesondere während des Einschlafprozesses am Anfang der Nacht sowie während des Wiedereinschlafprozesses am Ende der Nacht zu unerwünschten Belästigungsreaktionen [13].

Sowohl der Einschlafprozess als auch das Ende der Schlafphase fallen, wiederum in Abhängigkeit von den individuellen Bettzeiten, zu unterschiedlich großen Teilen in die vom Bundesverwaltungsgericht als – im Vergleich zur Kernruhezeit – weniger schützenswert bezeichneten Nachtrandstunden bzw. Tagesstunden. Durch Verlagerungseffekte ist es zudem wahrscheinlich, dass die Einführung einer Kernruhezeit zu einer gleichzeitigen Zunahme des Verkehrsaufkommens in den Nachtrandstunden und in den Tagesstunden führt [14; 15] und Fluglärmeffekte in diesen Zeitscheiben entsprechend verstärkt. Aus schlafphysiologischer Sicht stellt sich demnach die Frage, ob mit der vom Bundesverwaltungsgericht vorgenommenen Einteilung der Nacht tatsächlich am besten das Ziel eines ungestörten und erholsamen Schlafs erreicht werden kann.

Im Vergleich zur Bewertung von Auswirkungen einer Kernruhezeit auf den Anteil der erfassten Bettzeit stellt sich die Bewertung von fluglärmbedingten Schlafstrukturänderungen in diesem Zusammenhang deutlich schwieriger dar: Neben dem individuellen Schlafverhalten und dem Einfluss eines einzelnen Fluggeräuschs auf die Schlafstruktur spielen das Verkehrsmuster selbst und durch eine Kernruhezeit induzierte Änderungen des Verkehrsmusters ebenfalls eine Rolle. In einer Forschungsarbeit wurde beispielhaft für den Frankfurter Flughafen versucht, die Folgen der Einführung eines Nachtflugverbots zwischen 23:00 und 5:00 Uhr auf die Schlafstruktur der Flughafenanwohner abzuschätzen [16]. Einige wichtige Ergebnisse und Schlussfolgerungen dieser Arbeit werden in diesem Beitrag referiert.

Methodik

Zur Bestimmung des Anteils der von einer Kernruhezeit erfassten Bettzeit wurden die in der Frankfurter Belästigungsstudie

Tabelle 1 Bettzeit in Abhängigkeit von Altersquartilen und Geschlecht. Angegeben sind jeweils Mittelwert in Minuten, (Standardabweichung) und Gruppenumfang N.

Altersbereich	Geschlecht		
	beide	männlich	weiblich
alle	469,8 (63,8) N = 2 251	460,3 (66,3) N = 1 004	477,5 (60,6) N = 1 247
17 bis 39 Jahre	458,7 (63,7) N = 592	448,2 (67,3) N = 279	468,1 (58,9) N = 313
40 bis 53 Jahre	441,8 (54,6) N = 542	432,2 (55,3) N = 232	449,0 (53,0) N = 310
54 bis 68 Jahre	475,4 (64,6) N = 599	464,0 (66,2) N = 280	485,5 (61,5) N = 319
69 bis 97 Jahre	505,3 (53,5) N = 518	501,9 (54,7) N = 213	507,7 (52,6) N = 305

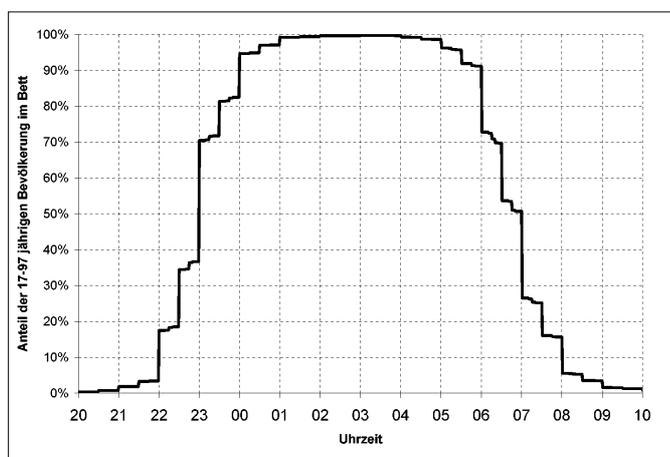


Bild 1 Anteil der 17- bis 97-Jährigen, die sich zur gegebenen Uhrzeit im Bett befinden.

erhobene Daten verwendet [6]. Eine bevölkerungsrepräsentative Stichprobe von $N = 2\,312$ Personen füllte einen mehrseitigen Fragebogen aus. Zwei Fragen zur Bettzeit wurden für die hier präsentierten Analysen verwendet: Frage 5.8.1 („Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich abends zu Bett gegangen?“) und Frage 5.8.3 („Wann sind Sie während der letzten vier Wochen gewöhnlich morgens aufgestanden?“). Die Fragen differenzierten nicht zwischen Werktagen und Wochenende, es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Werktage aufgrund ihrer zahlenmäßigen Überlegenheit ein größeres Gewicht beim Ausfüllen des Fragebogens eingeräumt bekommen haben. Eine ausführliche Beschreibung der Methodik der Belästigungsstudie findet sich im Endbericht der Studie [6].

Die Ergebnisse der Untersuchungen zum Einfluss der Einführung einer Kernruhezeit von 23:00 bis 5:00 Uhr am Frankfurter Flughafen auf die Schlafstruktur der Flughafenanrainer wurden [16] entnommen. Für eine genaue Beschreibung von Methodik und Ergebnissen und für eine detaillierte Diskussion der Ergebnisse wird auf den entsprechenden DLR-Forschungsbericht FB 2006-07 verwiesen [16]. Zusammengefasst wurde in der Arbeit ein aus sechs Zuständen (die Schlafstadien Wach, S1, S2, S3, S4 und REM) bestehendes Markov-Schlafmodell entwickelt, mit dem ca. sieben Stunden lange Schlafperioden simuliert wurden (821 30 s dauernde Schlafepochen, ohne Einschlafprozess). Die Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen den Zuständen wurden in Abhängigkeit von dem Auftreten oder Nichtauftreten eines Fluggeräuschs und der verstrichenen Schlafzeit mit autoregressiven multinomial-logistischen Regressionsmodellen berechnet. Die Regressionsmodelle basierten auf den Daten einer DLR-Schlafstudie, in der 128 Versuchspersonen für 13 aufeinanderfolgende Nächte schlafphysiologisch untersucht und mit Flug-

lärm beschallt wurden [11]. Monte-Carlo-Simulationen wurden zur Modellierung einer lärmfreien Basissnacht und für die folgenden drei Flugbetriebsszenarien durchgeführt:

- (1) planmäßiger Flugverkehr (nur Starts) am Frankfurter Flughafen am 16. August 2005,
- (2) wie (1), Flüge zwischen 23:00 und 5:00 Uhr wurden jedoch gestrichen und
- (3) wie (2), wobei Flüge, die in (1) zwischen 23:00 und 5:00 Uhr stattfanden, auf Zeiträume vor 23:00 und nach 5:00 Uhr verlegt wurden.

Die verschiedenen Betriebsszenarien wurden untereinander und mit einer lärmfreien Nacht verglichen. Hierbei wurde der Einfluss von individuell verschiedenen Einschlafzeitpunkten berücksichtigt³⁾. Endpunkte der Studie waren lärmbedingte Änderungen der Schlafstadienanteile in Minuten, Änderungen in der Anzahl der Schlaf-tiefenwechsel und Änderungen eines neu eingeführten Schlafqualitätsindex. Zudem sollten Simulationen einzelner Nächte die physiologische Schlafstruktur möglichst gut reproduzieren. Sowohl die Regressionsmodelle als auch die Simulationen wurden validiert.

Ergebnisse

Befragungsdaten

Von den 2 312 Befragten fehlten bei 25 gültige Angaben zum Zubettgeh- oder Aufstehzeitpunkt. Neun der Befragten gingen erst nach 6 Uhr morgens ins Bett und wurden deshalb nicht berücksichtigt⁴⁾, sodass insgesamt 2 278 Fragebögen zur Beurteilung der individuellen Bettzeiten zur Verfügung standen. Von weiteren 27 Personen fehlte eine Altersangabe, sodass für Analysen, die das Alter mit einbezogen, die Angaben von $N = 2\,251$ Personen zur Verfügung standen. Von diesen waren 1 004 (44,6%) männlichen und 1 247 (55,4%) weiblichen Geschlechts. Das Alter betrug im Mittel 52,8 Jahre (Standardabweichung 18,5 Jahre) und es wurde ein Altersbereich von 17 bis 97 Jahren abgedeckt (für eine genaue Beschreibung der Stichprobe siehe [6], Kap. 8, S. 56-70).

Die über alle Altersklassen gemittelte Bettzeit betrug 469,8 min (**Tabelle 1**). Die Bettzeit war in der Altersklasse der 40- bis 53-jährigen mit 441,8 min am niedrigsten und in der Altersklasse der 69- bis 97-jährigen mit 505,3 min am höchsten. Männer hatten mit im Mittel 460,3 min eine kürzere Bettzeit als Frauen mit im Mittel 477,5 min. Dieser geschlechtsspezifische Unterschied war in allen Altersklassen zu beobachten. Der früheste Zubettgeh-Zeitpunkt wurde mit 20:00 Uhr angegeben, der späteste mit 4:00 Uhr. Der früheste Aufstehzeitpunkt wurde mit 2:30 Uhr angegeben, der späteste mit 14:00 Uhr.

³⁾ Diese Einschlafzeiten wurden jedoch einer anderen Studie, nicht der Frankfurter Belästigungsstudie, entnommen [17].

⁴⁾ Vermutlich handelte es sich um Schichtarbeiter. In der Belästigungsstudie wurde in der Breitenerhebung nicht explizit nach Schichtarbeit gefragt.

Bild 1 zeigt in Abhängigkeit von der Uhrzeit den Anteil der 17- bis 97-jährigen Bevölkerung, der sich im Bett befindet. Die Sprünge in der relativen Häufigkeitsverteilung ergeben sich durch den Vorzug der Befragten, „runde“ Uhrzeiten anzugeben (z. B. 22:30 oder 23:00 Uhr). Über 90% der untersuchten erwachsenen Population befindet sich zwischen 0:00 und 6:00 Uhr im Bett. Vor 22:00 Uhr sind es maximal 3,4% und nach 8:00 Uhr maximal 5,5%.

Durch die Aufteilung der Nacht in Kernstunden, Randstunden und Tagesstunden durch das Bundesverwaltungsgericht können fünf Zeitabschnitte differenziert werden. Der von diesen Zeitabschnitten jeweils erfasste Anteil der Bettzeit ist in **Tabelle 2** wiedergegeben. 62,9% der Bettzeit werden von der Kernzeit von 0:00 bis 5:00 Uhr erfasst. 13,2% werden von den Nachtrandstunden 22:00 bis 0:00 Uhr und 12% von der Nachtrandstunde 5:00 bis 6:00 Uhr erfasst, sodass Kernzeit und Randstunden insgesamt 88% der Bettzeit abdecken. Im Zeitraum bis 22:00 Uhr werden 0,4% der Bettzeit durch Kernzeit und Nachtrandstunden nicht erfasst. Im Zeitraum nach 6:00 Uhr sind es immerhin 11,6%.

Bild 2 gibt den Anteil der von einer Kernruhezeit erfassten Bettzeit in Abhängigkeit von der Dauer und dem Startzeitpunkt der Kernruhezeit wieder. Kernruhezeiten mit einer Dauer von 5, 6, 7 und 8 h werden vergleichend dargestellt. Der optimale Startzeitpunkt der Kernruhezeit ist durch den Zeitpunkt definiert, an dem die durch die Kernruhezeit erfasste Bettzeit ihr Maximum erreicht. Dieser optimale Startzeitpunkt verschiebt sich mit länger werden der Kernruhezeit zu früheren Uhrzeiten. Selbstverständlich werden von längeren Kernruhezeiten i. d. R. auch höhere Anteile der Bettzeit erfasst. Aus der Abbildung lassen sich jedoch Beispiele konstruieren, für die das nicht zutrifft: So erfasst z. B. eine achtstündige Kernruhezeit von 21:00 bis 5:00 Uhr einen geringeren Anteil der Bettzeit als eine siebenstündige Kernruhezeit von 23:00 bis 6:00 Uhr.

Die jeweils optimale Zeitperiode in Abhängigkeit von der Dauer der Kernruhezeit ist zusammen mit der jeweils erfassten Bettzeit in **Tabelle 3** wiedergegeben. Von einer optimal positionierten achtstündigen Kernruhezeit werden erstaunliche 92,7% der Bettzeit der erwachsenen Bevölkerung erfasst. Für eine fünfstündige Kernruhezeit ergibt sich ein optimaler Zeitraum von 0:30 bis 5:30, mit dem 63,2% der Bettzeit erfasst werden. Sowohl Bild 2 als auch Tabelle 2 zeigen, dass sich der Zeitraum von 0:00 bis 5:00 Uhr mit einer erfassten Bettzeit von 62,9% nur unwesentlich vom optima-

Tabelle 2 Erfasster Anteil der Bettzeit in Abhängigkeit von der vom Bundesverwaltungsgericht vorgeschlagenen Einteilung der Nacht in Nachtrandstunden (22:00 bis 0:00 Uhr und 5:00 bis 6:00 Uhr) und Kernzeit (0:00 bis 5:00 Uhr).

	Erfasster Anteil der Bettzeit in %
bis 21:59 Uhr	0,4
22:00 bis 23:59 Uhr	13,2
0:00 bis 4:59 Uhr	62,9
5:00 bis 5:59 Uhr	12,0
ab 6:00 Uhr	11,6

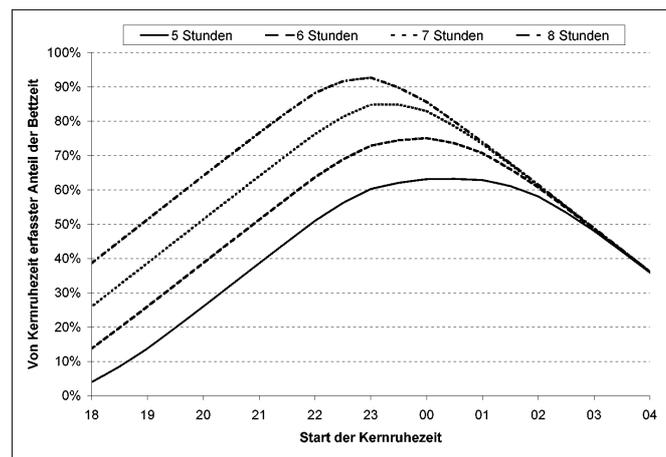


Bild 2 Anteil der von einer Kernruhezeit erfassten Bettzeit in Abhängigkeit von der Startzeit der Kernruhezeit bei verschiedenen Kernruhezeitdauern.

len Zeitraum unterscheidet. Das Bundesverwaltungsgericht hat hier für eine fünfstündige Kernruhezeit und bezüglich der erfassten Bettzeit der erwachsenen Bevölkerung einen nahezu optimalen Zeitraum gewählt.

Für das von der Fraport AG im Rahmen des Ausbaurvorhabens am Flughafen Frankfurt beantragte Nachtflugverbot von 23:00 bis 5:00 Uhr gilt ähnliches (**Tabelle 4**). Mit 72,9% unterscheidet sich der erfasste Anteil der Bettzeit kaum von den 75,1% der Bettzeit, die von der optimalen sechsstündigen Kernzeit von 0:00 bis 6:00 Uhr

Dauer Kernruhezeit in h	Optimaler Zeitraum	Bettzeit abgedeckt in %
5	0:30 bis 5:30 Uhr	63,2
6	0:00 bis 6:00 Uhr	75,1
7	23:15 bis 6:15 Uhr	84,8
8	23:00 bis 7:00 Uhr	92,7

Tabelle 3 Optimaler Zeitbereich für Kernruhezeiten mit einer Dauer von 5, 6, 7 und 8 h in Bezug auf den Anteil der erfassten Bettzeit.

	6 Stunden Kernruhezeit		8 Stunden Kernruhezeit	
	Kernruhezeit 23 bis 5 Uhr (Frankfurt beantragt) in %	Kernruhezeit 0 bis 6 Uhr (optimal) in %	Kernruhezeit 22 bis 6 Uhr (Fluglärmgesetz) in %	Kernruhezeit 23 bis 7 Uhr (optimal) in %
Vor der Kernruhezeit nicht erfasst	3,8	13,6	0,4	3,8
Während der Kernruhezeit erfasst	72,9	75,1	88,2	92,7
Nach der Kernruhezeit nicht erfasst	23,3	11,4	11,4	3,5

Tabelle 4 Erfasste bzw. nicht erfasste Anteile der Bettzeit vor, während und nach einer achtstündigen Kernruhezeit von 22:00 bis 6:00 Uhr bzw. von 23:00 bis 7:00 Uhr und einer sechsstündigen Kernruhezeit von 23:00 bis 5:00 Uhr bzw. von 0:00 bis 6:00 Uhr.

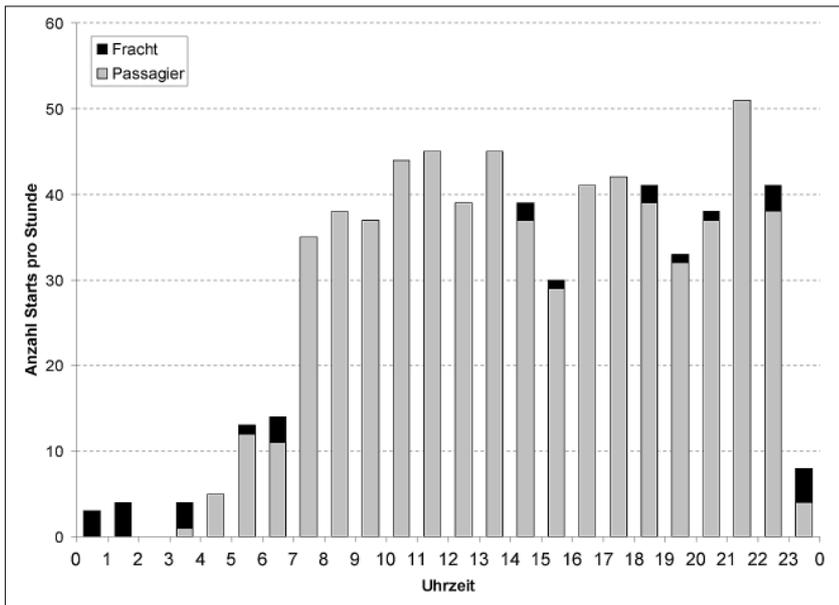


Bild 3 Anzahl der Starts für den Flughafen Frankfurt (laut Flugplan für den 16. August 2005), getrennt nach Passagier- und Frachtverkehr.

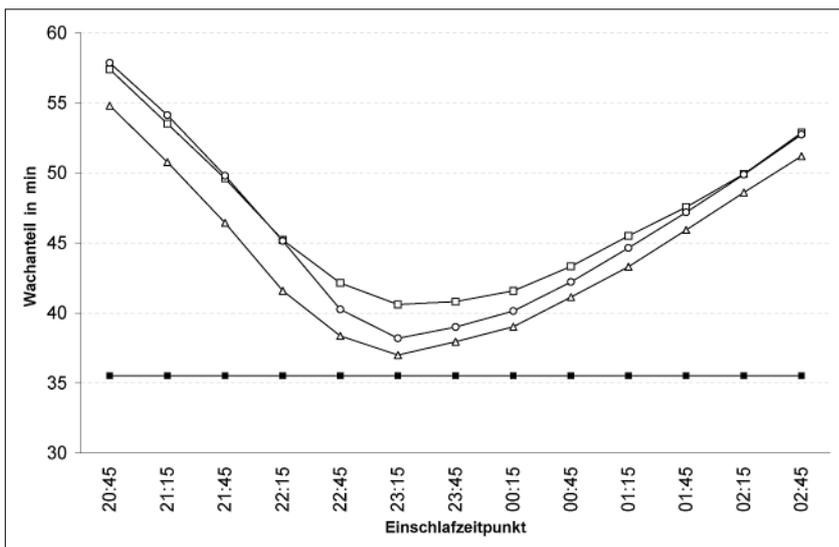


Bild 4 Wachanteil in Abhängigkeit vom Einschlafzeitpunkt bei verschiedenen Szenarien.

- ungestörter Schlaf
- unveränderter Flugplan
- △ Streichung aller Flüge zwischen 23:00 und 5:00 Uhr
- Streichung aller Flüge zwischen 23:00 und 5:00 Uhr und Umverteilung auf die Zeiträume vor 23:00 und nach 5:00 Uhr

erfasst werden. Deutlichere Unterschiede ergeben sich jedoch bei Betrachtung der nicht von den Kernzeiten erfassten Bettzeiten. Während bei der optimalen Kernruhezeit relativ symmetrisch 13,6 % der Bettzeit vor und 11,4 % der Bettzeit nach der Kernruhezeit nicht erfasst werden, sind es bei der von der Fraport AG beantragten Kernruhezeit nur 3,8 % der Bettzeit vor und immerhin 23,3 % der Bettzeit nach der Kernruhezeit.

Vergleichbares gilt für das am 14. Dezember 2006 vom Deutschen Bundestag beschlossene Gesetz zur Verbesserung des Schutzes vor Fluglärm in der Umgebung von Flugplätzen und den dort für die Nachtschutzzonen festgeschriebenen Berechnungszeitraum von 22:00 bis 6:00 Uhr (Tabelle 4). Hierbei handelt es sich

nicht um eine Kernruhezeit, aber die im Gesetz vorgesehenen Nachtschutzzonen werden ausschließlich aufgrund des in dieser Zeitscheibe auftretenden Verkehrs berechnet. Mit 88,2% unterscheidet sich der erfasste Anteil der Bettzeit nur wenig von den 92,7 % der Bettzeit, die von der optimalen achtstündigen Periode von 23:00 bis 7:00 Uhr erfasst werden. Auch hier ergeben sich für die nicht erfassten Anteile der Bettzeit ähnliche Befunde wie für die in Frankfurt beantragte sechsstündige Kernzeit, nur dass absolut gesehen geringere Anteile der Bettzeit der Erwachsenen nicht erfasst werden.

Auf electrophysiologischen Daten beruhende Modelle

Bild 3 gibt zunächst eine Übersicht über die dem offiziellen Flugplan entnommene Anzahl der Starts am Stichtag 16. August 2005, getrennt für Passagier- und Frachtverkehr. Hohe Verkehrsaufkommen (mehr als 30 Starts pro h) ergeben sich für den Zeitraum von 7:00 bis 23:00 Uhr. Dies schließt die vom Bundesverwaltungsgericht definierte Nachtrandstunde von 22:00 bis 23:00 mit ein, in der planmäßig 41 Starts stattfanden. Das Verkehrsaufkommen ist zwischen 5:00 und 7:00 Uhr mäßig und zwischen 23:00 und 5:00 Uhr schwach.

Für die Gestörtheit des Schlafs ist von entscheidender Bedeutung, in wie weit es zu einer zeitlichen Überdeckung der Schlafperiode mit Zeiten mäßigen und insbesondere starken Verkehrsaufkommens kommt. Schläft eine Person z. B. um 23:00 Uhr ein, wird sie kaum durch Fluglärm belastet. Schläft eine Person aber z. B. bereits um 20:00 Uhr ein, wird sich der erste Teil der Schlafperiode mit dem Zeitraum hohen Verkehrsaufkommens von 20:00 bis 23:00 Uhr überdecken. Umgekehrt wird sich der letzte Teil der Schlafperiode mit dem Zeitraum hohen Verkehrsaufkommens von 5:00 bis 9:00 Uhr überdecken, wenn eine Person z. B. erst um 2:00 Uhr einschläft.

Der aufgrund der Simulationsrechnungen erwartete Wachanteil in Abhängigkeit vom Lärmszenario und vom Einschlafzeitpunkt ist in **Bild 4** dargestellt (der Einschlafprozess selbst wurde nicht untersucht). Die gerade Linie mit ausgefüllten Quadraten stellt den Erwartungswert des Wachanteils im Schlaf während einer ruhigen, durch Fluglärm ungestörten Nacht dar. Dieser ist unabhängig vom Einschlafzeitpunkt und beträgt 35,5 min. Für jedes im Methodikteil beschriebene Flugbetriebszenario ist eine weitere Linie dargestellt. Die größte Störung, d. h. der höchste Wachanteil, wird für Szenario 1 (offene Quadrate, unveränderter Flugplan, s. a. Bild 3) prognostiziert. Die geringste Störung wird für Szenario 2 (offene Dreiecke, Streichung aller Flüge zwischen 23:00 und 5:00 Uhr) vorhergesagt. Szenario 3 (offene Kreise, Streichung aller Flüge zwischen 23:00 und 5:00 Uhr und Umverteilung auf die Zeiträume vor 23:00 und nach 5:00 Uhr) fällt mit seiner Störwirkung zwischen die beiden anderen Szenarien. Für Einschlafzeiten um oder vor

21:45 Uhr übersteigt der prognostizierte Wachanteil von Szenario 3, bedingt durch die Umverteilung, sogar den von Szenario 1.

Es bleibt festzuhalten, dass selbst bei einer Umverteilung aller Fluggeräusche auf Zeitscheiben vor 23:00 und nach 5:00 Uhr mit einem positiven Effekt einer Kernruhezeit zu rechnen ist. Die absoluten Unterschiede zwischen den drei Szenarien fallen mit maximal 3,8 min Unterschied im Wachanteil jedoch relativ gering aus (Szenario 1 minus Szenario 2, Einschlafzeitpunkt 22:45 Uhr), also selbst wenn keinerlei Umverteilung von Flügen auf die vor und nach der Kernruhezeit gelegenen Stunden erfolgen würde. Der naheliegendste Grund hierfür ist in dem ohnehin geringen Verkehrsaufkommen in der Zeit von 23:00 bis 5:00 Uhr zu finden, sodass durch die Streichung dieser Flüge auch nur geringe Effekte erwartet werden können⁵⁾. Diese und andere Erklärungen werden ausführlich in [16] diskutiert.

Bild 4 macht auch auf ein anderes Phänomen aufmerksam. Im Vergleich zum Unterschied zwischen den drei Betriebsszenarien, der oben mit maximal 3,8 min beziffert wurde, ist der Einfluss des Einschlafzeitpunkts auf den Wachanteil deutlich stärker ausgeprägt. Die maximale Differenz beträgt hier zwischen dem Einschlafzeitpunkt 20:45 Uhr (Wachanteil 57,9 min) und dem Einschlafzeitpunkt 23:15 Uhr (Wachanteil 38,2 min) für Szenario 3 fast 20 min. Im Vergleich zu einer ruhigen Nacht ergibt sich eine Differenz von 22,3 min, was aus schlafphysiologischer Sicht als kritisch eingestuft werden müsste⁶⁾. Vergleichbares gilt für Einschlafzeitpunkte deutlich nach 23:15 Uhr.

Ein ähnliches, allerdings unsymmetrisches Bild liefert **Bild 5** für den Tiefschlaf, der für die Erholbarkeit des Schlafs von besonderer Bedeutung ist und vorwiegend in der ersten Nachthälfte stattfindet. Auch hier sind die Unterschiede zwischen den Lärmszenarien relativ gering. Eine maximale Differenz ergibt sich mit 5,6 min ebenfalls zwischen Szenario 1 und 2 für einen Einschlafzeitpunkt um 22:45 Uhr. Der Einfluss des Einschlafzeitpunkts selbst ist wiederum deutlich stärker ausgeprägt. Einschlafzeitpunkte vor 23:15 Uhr gehen mit einer zunehmenden Reduktion des Tiefschlafanteils einher. Die maximale Differenz beträgt hier für Szenario 3 zwischen dem Einschlafzeitpunkt 23:15 Uhr (Tiefschlafanteil 68,1 min) und dem Einschlafzeitpunkt 20:45 Uhr (Tiefschlafanteil 42,2 min) 25,9 min. Im Vergleich zu einer ruhigen Nacht ergibt sich eine Differenz von 26,8 min.

Diskussion

Im vorliegenden Beitrag wurde analysiert, wie viel Prozent der 17- bis 97-jährigen Bevölkerung sich in Abhängigkeit von der Uhrzeit im Bett befindet. Hierbei gilt zu beachten, dass es sich um Selbsteinschätzungen der befragten Personen handelte, von denen bekannt ist, dass Schlafzeiten eher überschätzt werden [18]. Die Angaben stimmen jedoch recht gut sowohl mit der Zeitbudgeterhebung 1991/92 als auch mit anderen Untersuchungen überein [18; 19].

Anhand dieser Daten wurde ermittelt, wie hoch der Anteil der Bettzeit ist, der von verschiedenen langen Kernruhezeiten erfasst wird. Auch wenn der vom Bundesverwaltungsgericht angegebene Zeitraum von 0:00 bis 5:00 Uhr für eine fünfstündige Kernruhezeit

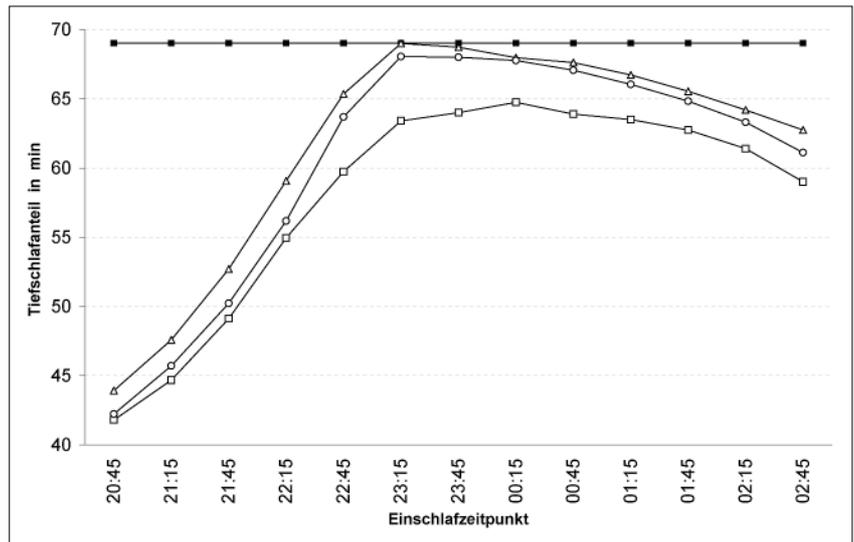


Bild 5 Tiefschlafanteil in Abhängigkeit vom Einschlafzeitpunkt bei verschiedenen Szenarien.

- ungestörter Schlaf
- unveränderter Flugplan
- △ Streichung aller Flüge zwischen 23:00 und 5:00 Uhr
- Streichung aller Flüge zwischen 23:00 und 5:00 Uhr und Umverteilung auf die Zeiträume vor 23:00 und nach 5:00 Uhr

nicht optimal gewählt ist, so sind die Unterschiede zur günstigsten Zeitscheibe 0:30 bis 5:30 Uhr vernachlässigbar (Tabelle 3). Durch die Kernzeit werden ca. 62,9 %, durch Kernzeit plus Nachtrandstunden sogar 88 % der Bettzeit erfasst. Unter 17-jährige wurden mit der Befragung jedoch nicht erfasst [6].

Auch das für den Ausbau des Frankfurter Flughafens gewählte Nachtflugverbot von 23:00 bis 5:00 Uhr unterscheidet sich im Anteil der erfassten Bettzeit kaum von der optimalen Periode von 0:00 bis 6:00 Uhr (Tabelle 4). Nach 5:00 Uhr werden allerdings 23,3 % der Bettzeit nicht erfasst, sodass für diesen Zeitraum sowohl Beeinträchtigungen des Schlafs als auch Belästigungsreaktionen zu erwarten sind.

Ergebnisse von Untersuchungen [16] zum Einfluss der Einführung eines Nachtflugverbots auf die Schlafstruktur wurden beispielhaft in den Bildern 4 und 5 dargestellt. Auch wenn die Effektivität eines Flugverbots grundsätzlich selbst bei Umverteilung aller Flüge gezeigt wurde, fielen diese Effekte relativ gering aus⁷⁾. Es wurde ebenfalls gezeigt, dass ein hohes Verkehrsaufkommen in den Randstunden des Tages zu starken, wenn nicht unzumutbaren Belastungen für diejenigen führen kann, die deutlich vor bzw. nach 23:00 Uhr zu Bett gehen (müssen). Auch die am Frankfurter Flughafen durchgeführte Belästigungsstudie betont die Bedeutung der Tagesrandstunden [6].

⁵⁾ Außerplanmäßige sowie militärische Flüge wurden nicht berücksichtigt. Eine Zunahme der Verkehrsdichte zwischen 23:00 und 5:00 Uhr würde die positiven Effekte der Einführung eines Flugverbots in diesem Zeitraum vermutlich erhöhen.

⁶⁾ Aus mehreren Gründen werden die Fluglärmefekte in den Simulationen eher überschätzt, sodass die absoluten Veränderungen der Schlafstadienanteile mit Vorsicht bewertet werden müssen. Ein genauere Diskussion findet im FB 2006-07 auf den Seiten 125-128 statt [16].

⁷⁾ Es ist möglich, dass eine lärmfreie Zeit mit positiven psychologischen Effekten einhergeht, die wiederum positiv auf den Schlaf wirken können. Diese Effekte konnten naturgemäß in der Untersuchung von *Basner* [16] nicht berücksichtigt werden.

Das Regierungspräsidium Leipzig ist den Empfehlungen des lärmmedizinischen Gutachtens, das vom Flughafen Leipzig/Halle vorgelegt wurde, nicht gefolgt, sondern hat sich für ein neuartiges, auf den Ergebnissen der DLR-Studie beruhendes Konzept zum Schutz des Nachtschlafs entschieden [10; 20]. Hierbei handelt es sich um ein wirkungsbezogenes Schutzkonzept. Im Vergleich zu bisher üblichen Konzepten, die Fluglärm durch NAT- und/oder L_{eq} -Werte in der Erwartung begrenzen, unzumutbare Wirkungen indirekt zu vermeiden, orientiert sich das DLR-Konzept direkt an der Wirkung nächtlichen Fluglärms. Grundlage dieses Konzepts ist die in der DLR-Feldstudie empirisch ermittelte Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen dem Maximalpegel eines Fluggeräuschs und der Wahrscheinlichkeit, durch dieses geweckt zu werden [21]. Vor dem Hintergrund von 24 spontanen Aufwachreaktionen pro Nacht garantiert das Schutzkonzept, dass im Mittel weniger als eine Aufwachreaktion zusätzlich durch Fluglärm hervorgerufen wird. Jedes Fluggeräusch mit Maximalpegel über 32,7 dB trägt zu der Wahrscheinlichkeit, zusätzlich durch Fluglärm zu erwachen, entsprechend der anhand der Dosis-Wirkungsbeziehung ermittelten Aufwachwahrscheinlichkeit bei.

Möchte der Flughafen die Anzahl der Flüge in der Nacht erhöhen, ohne das Kriterium „im Mittel weniger als eine zusätzliche Aufwachreaktion“ zu verletzen, bleibt ihm nur, entweder leiseres Fluggerät einzusetzen oder den passiven Schallschutz der Anwohner zu verbessern, sodass die Maximalpegel der einzelnen Fluggeräusche im Schlafraum sinken. Vor diesem Hintergrund sah sich das Regierungspräsidium Leipzig nicht veranlasst, weitgehende Betriebsbeschränkungen in der Nacht anzuordnen. Das Schutzziel „im Mittel weniger als eine zusätzliche Aufwachreaktion“ wird in jedem Fall gewährleistet⁸⁾. Ob viele leise oder wenige laute Fluggeräusche zu weniger als einer zusätzlichen Aufwachreaktion führen, ist im Rahmen dieses Schutzkonzepts unerheblich⁹⁾. Deshalb wurde auch Verkehren, deren öffentliches Interesse im Vergleich zum Expressfrachtverkehr weniger hoch eingeschätzt wird, keine Betriebsbeschränkung auferlegt.

Das Schutzkonzept selbst findet die Zustimmung des Bundesverwaltungsgerichts, denn letzteres weist jegliche von klägerischer Seite geäußerte Kritik zurück (UFLH, Rn90–107). Das Bundesverwaltungsgericht kommt jedoch zu dem Schluss: „Entgegen der Auffassung des Beklagten und der Beigeladenen trägt der Planfeststellungsbeschluss dem Gebot des § 29b Abs. 1 Satz 2 LuftVG nicht schon dadurch abwägungsfehlerfrei Rechnung, dass er den Lärmbetroffenen – wie noch dargelegt wird – großzügig dimensionierten passiven Schallschutz zuteilwerden lässt. Die Kläger haben in der mündlichen Verhandlung vor dem Senat zutreffend darauf hingewiesen, dass Schutzgegenstand des § 29b Abs. 1 Satz 2 LuftVG nicht der Nachtschlaf, sondern die Nachtruhe ist. Der Begriff der Nachtruhe indiziert, dass der durch die übliche Geschäftigkeit verursachte Taglärm verstummen und sich durch eine Lärmpause die Nacht vom Tag unterscheiden soll“ (UFLH, Rn 75).

Es ist allerdings fraglich, ob sich das Schutzziel „Nachtschlaf“ tatsächlich gravierend vom Schutzziel „Nachtruhe“ unterscheidet, wenn sich in der laut Bundesverwaltungsgericht besonders schützenswerten Zeit zwischen 22:00 und 6:00 Uhr 88 % der erwachsenen Bevölkerung zum Zweck des Schlafens im Bett befinden. Es lässt sich zudem nur schwer begründen, warum andere Tätigkeiten als das Schlafen in der Nacht einen höheren Schutz genießen sollten als z. B. am Abend.

Das Gericht erläutert weiter: „Der passive Schallschutz, den der Planfeststellungsbeschluss vorsieht, verhindert nicht, dass die auftretenden

Fluggeräusche akustisch noch wahrgenommen werden können. Deshalb bedeutet jeder zusätzliche Flug eine zusätzliche Belastung, jeder Flug, der unterbleibt, eine Entlastung“ (UFLH, Rn76). Das stimmt so nicht uneingeschränkt: Denn wird die Anzahl der Fluggeräusche durch Betriebsbeschränkungen reduziert, dürfen die verbleibenden Geräusche lauter sein, ohne zu einer Verletzung des Schutzziels zu führen. Zumindest im Schlafraum erhöht sich hierdurch die Wahrnehmbarkeit (der Maximalpegel) der einzelnen Geräusche.

Das Bundesverwaltungsgericht besteht aus den o. g. Gründen darauf, dass sich nur „plausibel nachgewiesene sachliche Gründe, weshalb ein bestimmter Verkehrsbedarf oder ein bestimmtes Verkehrssegment nicht befriedigend innerhalb der Tagesstunden abgewickelt werden kann, im Zuge der Abwägung gegen die Belange des Lärmschutzes durchsetzen können“ (UFLH, Rn74). In UFLH, Rn72 heißt es zudem: „Die Absicht, den Verkehren, vor allem dem Charter- und dem Touristikverkehr, optimale Entfaltungsmöglichkeiten zu bieten, rechtfertigt es nicht, die Lärmschutzbelange der Anwohner hintanzustellen. Jeder Flughafenbetreiber, dessen Anlagen noch über freie Kapazitäten verfügen, wird ein wirtschaftliches Interesse daran haben, mit Hilfe zusätzlichen Verkehrs die Auslastung des Flughafens zu erhöhen. Ebenso wird mancher Fluggesellschaft daran gelegen sein, durch zusätzliche Umläufe in der Nacht den Einsatz ihres Fluggeräts effektiver zu gestalten. Daran ist nichts Besonderes. Könnte allein mit diesen Belangen das Gebot des § 29b Abs. 1 Satz 2 LuftVG, auf die Nachtruhe der Bevölkerung in besonderem Maße Rücksicht zu nehmen, überspielt werden, so wäre schwer vorstellbar, mit welcher Begründung denjenigen Flughafenbetreibern eine uneingeschränkte Nachtfluggenehmigung versagt werden könnte, die gleichfalls nicht auf einen wirklich gewichtigen nächtlichen Verkehrsbedarf verweisen können und sich bislang mit mehr oder weniger strengen Nachtflugverboten abfinden müssen“.

Diese Befürchtung ist nachvollziehbar. De Witt [22] bemerkt zum Schönfelder Urteil jedoch zutreffend: „Allerdings zieht das Gericht noch nicht alle Folgerungen aus § 29b Abs. 1 Satz 2 LuftVG. Eine Rechtfertigung ist neben der tatsächlichen Grundlage in der Regel (nur) eine Frage geschickter Argumentation. Damit ist für den Nachtlärmschutz noch nichts gewonnen.“

Aus schlafmedizinischer Sicht darf das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts nicht dazu führen, dass das tatsächliche Schutzniveau der Betroffenen, trotz entgegengesetzter Intentionen, sinkt:

Wie die o. a. Analysen zeigen, sind die Abendstunden und die frühen Morgenstunden aus schlafphysiologischer Sicht keinesfalls unproblematisch (s. Bilder 4 und 5). Gerade an Flughäfen mit nicht unerheblichem Verkehrsaufkommen in diesen Zeitperioden kommt es zu einer starken, wenn nicht unzumutbaren Belastung derjenigen, die deutlich vor oder nach 23:00 Uhr ins Bett gehen (müssen), z. B. Schichtarbeiter. Auch wenn die Daten der Belästigungsstudie darauf hindeuten, dass es sich hierbei nur um einen vergleichsweise geringen Anteil der erwachsenen Bevölkerung handelt, darf nicht vergessen werden, dass ein Großteil der unter 17-jährigen Bevölkerung, der aus entwicklungsphysiologischer Sicht als besonders empfindlich einzustufen ist, deutlich vor 23:00 Uhr ins Bett geht.

⁸⁾ Durch jährliche Überprüfungen der tatsächlichen Belastungssituation wird die Gewährleistung der Einhaltung des Kriteriums vom Prognoseflugplan entkoppelt und auch für die Zukunft gesichert.

⁹⁾ Bei sehr wenigen Flügen greift zusätzlich das $1x65 \text{ dB(A)}_{\text{innen}}$ NAT-Kriterium des DLR-Schutzkonzepts.

Die Dreiteilung der Nacht hinsichtlich der Schutzbedürftigkeit führt zudem dazu, dass zumindest ein Teil der Verkehre aufgrund der angenommenen geringeren öffentlichen Rechtfertigung von der Kernzeit in die Nachtrandstunden und von den Nachtrandstunden in die Tagesstunden verdrängt wird. Die Belastung in den Randstunden des Tages nimmt durch eine solche Regelung demnach zu. Gleichzeitig sinkt die Anzahl der Flüge im Berechnungszeitraum von 22:00 bis 6:00 Uhr, wodurch die Ausdehnung der Schutzzonen um den Flughafen ebenfalls abnimmt. Auch das trägt zu einer höheren Belastung der Betroffenen in Zeiten vor 22:00 Uhr und nach 6:00 Uhr bei. Insofern ist es fraglich, ob eine Verlagerung von Flugverkehr aus der nächtlichen Kernzeit in die Nachtrand- und Tagesstunden tatsächlich zu einem weniger gestörten Schlaf führt.

Für den Ausbau der Flughäfen Berlin Brandenburg International und Leipzig/Halle liegen zwei unterschiedliche Nachtschutzkonzepte vor, über deren Eignung das Bundesverwaltungsgericht auch zu entscheiden hatte. Das Gericht sieht sowohl qualitative als auch quantitative Unterschiede zwischen den Konzepten. So heißt es in UFLH, Rn107: „Trotzdem bedarf es nicht des von den Klägern erstrebten Risikozuschlags für den möglichen Fall neuerer wissenschaftlicher Erkenntnisse; denn es ist nicht ernstlich zweifelhaft, dass die DLR-Studie die Grundlage für ein Lärmschutzkonzept geliefert hat, das schon jetzt anspruchsvoller ist als die Konzepte, die bislang entwickelt worden sind. Indiziert wird die besondere Anwohnerfreundlichkeit des planfestgestellten Lärmschutzkonzepts durch die Größe des festgesetzten Nachtschutzgebiets. Während das Gebiet eine Fläche von 129 km² umfasst hätte, wenn es entsprechend dem Antrag der Beigeladenen nach dem von namhaften Wissenschaftlern entwickelten Maximalpegel-Häufigkeitskriterium 13 X 53 dB(A)_{innen} in Verbindung mit dem Dauerschallpegelkriterium von 35 dB(A) konturiert worden wäre, ist es jetzt 212 km² groß.“

Für das für BBI erstellte Konzept konstatiert das Bundesverwaltungsgericht: „Es bleibt [der Planfeststellungsbehörde] anheim gestellt, ob sie in ihren neuerlichen Erwägungen aktuellen Entwicklungstendenzen Rechnung trägt (vgl. den Entwurf eines Gesetzes zur Verbesserung des Schutzes vor Fluglärm in der Umgebung von Flugplätzen einerseits und den im April 2004 abgeschlossenen Forschungsbericht des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt über Nachtfluglärmwirkungen andererseits) oder an dem von ihr ins Auge gefassten, aber textlich missglückten Schutzkonzept festhält. Die im Planfeststellungsbeschluss mit 55 dB(A) festgesetzte Lärmgrenze dürfte sich – auch im Gewande eines NAT-Kriteriums – als ein zur Erreichung des mit ihr verfolgten Schutzziels geeignetes Mittel erweisen. Jedenfalls ist sie bisher in der Rechtsprechung nicht grundsätzlich in Frage gestellt worden“ (UBBI, Rn297).

Das Schutzkonzept für BBI wird somit als „geeignetes Mittel“ (UBBI, Rn297) und damit als ausreichend dargestellt, das Schutzkonzept für FLH hingegen wird als „anspruchsvoll“ (UFLH, Rn107) und „großzügig dimensioniert“ (UFLH, Rn75) beschrieben. Hier wird der Eindruck vermittelt, dass das Regierungspräsidium Leipzig über das Ziel hinausgeschossen ist. In dem anstehenden Planergänzungsverfahren muss sich die Behörde deshalb ernsthaft fragen, ob sie dem Flughafen weiterhin das hohe Schutzniveau des DLR-Nachtschutzkonzepts zumuten will, wo es doch andere Konzepte gibt, die laut Bundesverwaltungsgericht ebenfalls ausreichend schützen, und wo auch das höhere Schutzniveau des DLR-Konzepts im Fall Leipzig nicht zu einer andersartigen Einschätzung des Bundesverwaltungsgerichts hinsichtlich der in der Nacht zulässigen Verkehre geführt hat. Ein solches Vorgehen würde jedoch entgegen den Intentionen des Bundesverwaltungsgerichts entsprechend

stärkere Störungen des Nachtschlafs durch den bereits genehmigten Expressfrachtverkehr zur Folge haben, und ist deshalb aus schlafphysiologischer Sicht nicht unbedenklich.

Auch das am 14. Dezember 2006 vom Deutschen Bundestag beschlossene Gesetz zur Verbesserung des Schutzes vor Fluglärm in der Umgebung von Flugplätzen bleibt bezüglich des Schutzniveaus hinter dem DLR-Konzept zurück, selbst wenn die ab 2011 für neue oder wesentlich baulich erweiterte zivile Flugplätze geltenden Grenzwerte zugrunde gelegt werden. Dr. Georg Nüßlein von der CDU/CSU-Fraktion wies in der Bundestagssitzung am 14. Dezember 2006 jedoch ausdrücklich darauf hin, dass mit dem Gesetz Mindeststandards geschaffen worden seien, über die man hinausgehen könne. Denjenigen, die Bau- bzw. Ausbaumaßnahmen durchführen, sei geraten, über diese Mindeststandards hinauszugehen¹⁰⁾.

Das Bundesverwaltungsgericht traut dem DLR-Nachtschutzkonzept bezüglich seiner Steuerungswirkungen nur wenig zu. Es ist jedoch offensichtlich, dass das hohe Schutzniveau des DLR-Konzepts, das von den DLR-Wissenschaftlern nach derzeitigem Erkenntnisstand als angemessen betrachtet wird, entsprechend hohe Kosten beim Flughafen bezüglich des passiven Schallschutzes verursacht. Ein wirtschaftlicher Betrieb des Flughafens und eine relevante Anzahl von Nachtflügen sind deshalb nur in schwach besiedelten Gebieten miteinander zu vereinbaren. Das vom Bundesverwaltungsgericht aufgeworfene Szenario von quasi unbeschränktem Nachtflug an allen deutschen Flughäfen erscheint vor diesem Hintergrund nicht wahrscheinlich. Viel wahrscheinlicher ist, dass es bei bundesweiter Anwendung des DLR-Schutzkonzeptes wenige Flughäfen mit schwacher Besiedelung und relevantem Nachtfluganteil (wie in Leipzig) geben würde, der Großteil der stark besiedelten Flughäfen jedoch nur wenige Flüge mit besonders hohem öffentlichen Interesse in der Nacht abfertigen würde. Ein nahezu ungestörter Schlaf wäre durch das DLR-Schutzkriterium in beiden Fällen gewährleistet. Dieses Bild stimmt mit dem vom Bundesverwaltungsgericht angestrebten Zustand weitgehend überein.

Eine Stellschraube stellt hier das Schutzniveau dar, das für den Flughafen Leipzig/Halle mit einer zusätzlichen Aufwachreaktion angegeben wurde. Ein noch höheres Schutzniveau würde eine relevante Anzahl von Nachtflügen in dicht besiedelten Gebieten immer unwahrscheinlicher werden lassen, wobei das Kriterium „eine Aufwachreaktion“ von Seiten der Flughäfen bereits als Einzelfall gesehen wird, der nicht auf alle deutschen Flughäfen verallgemeinert werden könne [23]. Den Betroffenen zufolge dürften jedoch höchstens 0,5 zusätzliche Aufwachreaktionen gestattet sein (UFLH, Rn100).

Schlussfolgerungen

Entgegen der Auffassung des Bundesverwaltungsgerichts sind die „Tagesrandstunden“ vor 22:00 Uhr bzw. nach 6:00 Uhr aus schlafphysiologischer Sicht keinesfalls als weniger problematisch einzustufen, insbesondere da ein Großteil der nicht erwachsenen Bevölkerung vor 22:00 Uhr zu Bett geht. Zumindest bei Flughäfen mit relevantem Verkehrsaufkommen in den Abend- und Morgenstunden sollten diese Stunden im Rahmen eines Fluglärmschutzkonzepts berücksichtigt werden.

Die Wirksamkeit einer Kernruhezeit hängt neben Dauer und Lage der lärmfreien Zeit auch vom Verkehrsaufkommen ab, das ansonsten in dieser Zeit abgewickelt worden wäre. Ver-

¹⁰⁾ s. S. 7296 des Plenarprotokolls 16/73 des Deutschen Bundestages vom 14. Dezember 2006.

lagerungseffekte können sich wiederum nachteilig für diejenigen auswirken, die relativ früh oder spät zu Bett gehen (müssen). Aus schlafphysiologischer Sicht wäre im Einzelfall zu prüfen, ob eine Kernruhezeit einem kontingentierten, aber zeitlich unbeschränkten Flugbetrieb mit entsprechendem passiven Schallschutz in der Nacht tatsächlich vorzuziehen ist. Entsprechende Instrumente werden gerade entwickelt [12; 16].

Danksagungen

Wir danken *Dirk Schreckenberger* und *Markus Meis* für die Bereitsstellung der in der Frankfurter Belästigungsstudie erhobenen Daten. Wir danken außerdem *RA Siegfried de Witt* für die kritische Durchsicht des Manuskripts. Unser Dank gilt weiterhin *Uwe Siebert* für die wissenschaftliche Begleitung der Arbeit „Markov State Transition Models for the Prediction of Changes in Sleep Structure Induced by Aircraft Noise“. Teile der Arbeiten wurden im Rahmen des virtuellen Instituts „Transportation Noise – Effects on Sleep and Performance“ der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) durchgeführt (Fördernummer VH-VI-111).

Die Gleichstellung der für den Flughafen Berlin Brandenburg International und für den Flughafen Leipzig/Halle entwickelten Schutzkonzepte hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung zur Abwehr von unzumutbaren Belastungen durch das Bundesverwaltungsgericht wird wahrscheinlich dazu führen, dass sich planfeststellende Behörden in Zukunft eher für das weniger teure Konzept entscheiden werden, das jedoch auch weniger schützt. Aus schlafphysiologischer Sicht ist das nicht unbedenklich.



Dr. med. **Mathias Basner**, M. Sc. und Dr. rer. nat. **Alexander Samel**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin, Köln.

Literatur

- [1] BVerwG 4 A 1075.04. 2006.
- [2] BVerwG 4 A 2001.06. 2006.
- [3] *Griefahn, B.; Jansen, G.; Scheuch, K.; Spreng, M.*: Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept bei wesentlichen Änderungen oder Neuanlagen von Flughäfen/Flugplätzen. Z. Lärmbekämpf. 49 (2002) Nr. 5, S. 171-175.
- [4] Umweltgutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen. Deutscher Bundestag, Drucksache 14/8792, 2002.
- [5] Flughafenkonzept der Bundesregierung. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen 2000.
- [6] *Schreckenberger, D.; Meis, M.*: Belästigung durch Fluglärm im Umfeld des Frankfurter Flughafens. Endbericht 2006.
- [7] *Williams, H. L.; Hammack, J. T.; Daly, R. L.; Dement, W. C.; Lubin, A.*: Responses to auditory stimulation, sleep loss and the EEG stages of sleep. *Electroencephalogr. Clinic. Neurophys.* 16 (1964), S. 269-279.
- [8] *Bonnet, M. H.*: Performance and sleepiness following moderate sleep disruption and slow wave sleep deprivation. *Physiol. Behav.* 37 (1986) Nr. 6, S. 915-918.
- [9] *Wesensten, N. J.; Balkin, T. J.; Belenky, G.*: Does sleep fragmentation impact recuperation? A review and reanalysis. *J. Sleep Res.* 8 (1999) Nr. 4, S. 237-245.
- [10] *Basner, M.; Isermann, U.; Samel, A.*: Aircraft noise effects on sleep: Application of the results of a large polysomnographic field study. *J. Acoust.Soc.Am.* 119 (2006) Nr. 5, S. 2772- 2784.
- [11] *Basner, M.; Samel, A.*: Effects of nocturnal aircraft noise on sleep structure. *Somnol.* 9 (2005) Nr. 2, S. 84-95.
- [12] *Basner, M.; Siebert, U.*: Markov-Prozesse zur Vorhersage fluglärmbedingter Schlafstörungen. *Somnologie* 10(2006) Nr. 4, S. 176-191.
- [13] *Quehl, J.; Basner, M.*: Annoyance from nocturnal aircraft noise exposure: Laboratory and field-specific dose-response curves. *J. Env. Psychol.* 26 (2006) Nr. 2, S. 127-140.
- [14] *Fränkle, A.; Flunkert, J.*: Praxisorientiertes Umsetzungs-konzept zur Verlagerung der Flugbewegungen in den Zeiten des geplanten Nachtflugverbotes am Flughafen Frankfurt. 2004.
- [15] *Jünemann, R.*: Verkehrliche Auswirkungen und mögliche Maßnahmen bei Einführung eines Nachtflugverbotes am Flughafen Frankfurt/Main. 2001.
- [16] *Basner, M.*: Markov state transition models for the prediction of changes in sleep structure induced by aircraft noise. Forschungsbericht Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln, FB 2006-07, 2006.
- [17] *Griefahn, B.*: Gestörte Schlafprofile. In: *Bartels, K. H.; Ising, H.* (Hrsg.): *Nachtfluglärmproblematik*, S. 70-74. Berlin: Eigenverlag Verein WaBoLu 2001.
- [18] *Meier, U.*: Das Schlafverhalten der deutschen Bevölkerung – eine repräsentative Studie. *Somnol.* 8 (2004) Nr. 3, S. 87-94.
- [19] *Ohayon, M. M.; Zulley, J.*: Correlates of global sleep dissatisfaction in the German population. *Sleep* 24 (2001) Nr. 7, S. 780-787.
- [20] *Basner, M.; Isermann, U.; Samel, A.*: Die Umsetzung der DLR-Studie in einer lärmmedizinischen Beurteilung für ein Nachtschutzkonzept. *Z. Lärmbekämpf.* 52 (2005) Nr. 4, S. 109-123.
- [21] *Basner, M.; Buess, H.; Elmenhorst, D.; Gerlich, A.; Luks, N.; Maaß, H.; Mawet, L.; Müller, E. W.; Müller, U.; Plath, G.; Quehl, J.; Samel, A.; Schulze, M.; Vejvoda, M.; Wenzel, J.*: *Nachtfluglärmwirkungen*. Bd. 1. Zusammenfassung. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln, FB2004-07/D, 2004.
- [22] *de Witt, S.*: Die Urteile des Bundesverwaltungsgerichts zum Ausbau des Flughafens Berlin-Schönefeld. *Bundesverwaltungsblatt* 12 (2006) Nr. 21, S. 1373-1382.
- [23] Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV): Kurzdarstellung der Ergebnisse der DLR-Studie Nachtfluglärm vom 16. Februar 2006. www.adv-net.org/download/presse/Stellungnahme_der_ADV_zur_DLR-Studie_Nachtfluglaerm.pdf