

Themenpapier Nr. 14

Positivdarstellung der Nachtflugbelastung der Bevölkerung
mit dem Ziel der Erlangung einer unbegrenzten
Nachtfluggenehmigung
am Flughafen Leipzig/Halle

Feldversuche zur Aufwachwahrscheinlichkeit am FH Köln/Bonn
und mathematische Interpretation durch den Mediziner
Dr. Mathias Basner vom DLR

Diskussion der Interpretation des DLR

Auftraggeber: Bürgerverein IG Nachtflugverbot Halle/Leipzig e.V.

Erstellt am: 26. April 2010

Erstellt durch: Dipl.-Ing. Thomas Strecker
Postfach 300122
06025 Halle an der Saale
Tel.: 01577-5361831
Email: to.strecker@t-online.de

Anlass und Aufgabenstellung

Anlass dieses Themenpapiers ist die Positivdarstellung der Lärmbelastung der Bevölkerung infolge Nachtflugverkehr durch den Mediziner Dr. Mathias Basner, der eine Feldstudie zur Aufwachwahrscheinlichkeit veröffentlicht hat. Die Feldstudie an 61 Personen war in Form ihrer mathematischen Interpretation Basis für ein Nachtschutzkonzept am Flughafen Leipzig-Halle.

Dieses Themenpapier (TP) setzt sich mit der mathematischen Darstellung der Aufwachwahrscheinlichkeit durch Dr. Mathias Basner auseinander, der Nachvollziehbarkeit und Schlüssigkeit. Die an Herrn Strecker gestellte Aufgabe lautete:

- Bilden die Feldversuche des Dr. Mathias Basner an 61 Probanden, die als Basis zur Festlegung eines Nachtschutzkonzeptes dienten, **eine statistisch ausreichende Grundlage**?
- Wird dem **von der Planfeststellungsbehörde behaupteten Schutz der Nachtruhe und der Gesundheit** der Bevölkerung ein ausreichendes Gewicht beigemessen? Ist der Schutz tatsächlich vorhanden? Wurde das DLR-Konzept **mathematisch korrekt interpretiert** und kann es einer unabhängigen Untersuchung standhalten?
- Wie ist die Urteilsbegründung des Senates des Bundesverwaltungsgerichts im Jahre 2006 nunmehr zu betrachten, welche die Argumente des Sachbeistands Dr.-Ing. Christian Maschke zurückgewiesen hat, wonach gemäß **DLR-Konzept für mehr als 60% aller Betroffenen ein regelmäßiges, fluglärmbedingtes Erwachen nicht vermieden** werde? (/9/, Rdnr. 104)
- Sind die von Dr. Mathias Basner **getroffenen Annahmen** für das Nachtschutzkriterium korrekt? (/6/, S.117)

Inhaltsverzeichnis

1.	Maximalpegel von 65 dB(A) innen sind zulässig	4
1.1	Behauptung	4
1.2	Diskussion	4
2.	Im Mittel kommt es zu weniger als einer Aufwachreaktion pro Nacht	10
2.1	Behauptung	10
2.2	Diskussion	10
3.	Ist ein Schlaf ohne regelmäßiges (erinnerbares) Erwachen auch ein erholsamer Schlaf ?	11
3.1	Behauptung	11
3.2	Diskussion	12
4.	Die Aufwachwahrscheinlichkeit p ist unabhängig von der Anzahl der Fluggeräusche	12
4.1	Behauptung	12
4.2	Diskussion	13
5.	Die vorsortierte Stichprobe	15
5.1	Behauptung	15
5.2	Diskussion	15
6.	DLR - ein gutes Nachtschutzkonzept?	16
6.1	Behauptung	16
5.2	Diskussion	16
7.	Die Widerlegung der kausalen Annahme des DLR Nachtschutz-kriteriums	19
7.1	Behauptung	19
7.2	Diskussion	19
8.	Zusammenfassung	21

1. Maximalpegel von 65 dB(A) innen sind zulässig

1.1 Behauptung

Es wird postuliert:

„Ein erinnerbares Aufwachen muss in jedem Fall ausgeschlossen sein. Deshalb hat die Planfeststellungsbehörde festgelegt, dass innen keine höheren Maximalpegel als 65 dB(A) auftreten dürfen. Das ist ebenfalls eine Empfehlung von Dr. Basner.“

/5/, S.326

"Die Planfeststellungsbehörde hat dazu die Beurteilung des Lärmmediziners Dr. Basner des Forschungsteams des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin gehört. Aus präventiv-medizinischen Gründen empfiehlt er, die fachplanungsrechtliche Zumutbarkeitsgrenze auf im Mittel weniger als eine Aufwachreaktion festzulegen. Die Wahl dieser Häufigkeit bedeutet in der praktischen Umsetzung, dass pro Nacht

- etwa ein Drittel der Bevölkerung keinmal zusätzlich aufwacht (0)
- ein weiteres Drittel ein Mal zusätzlich aufwacht (1)
- ein Fünftel zweimal (2)
- und weniger als 10% dreimal oder öfter durch Fluglärm aufwachen (3,4,5)“

/5/, S.324-325

1.2 Diskussion

Dr. Mathias Basner beschreibt den Zusammenhang zwischen Maximalpegel und mittlerer Aufwachwahrscheinlichkeit anhand der Anzahl Überflüge, die zu einer zusätzlichen Aufwachreaktion führen (Feldversuch):

Pegel am Ohr (dB(A))	Anzahl der Überflüge	Mittlere Aufwachwahrscheinlichkeit (%)	Kriterium für Erwartungswert der Aufwachwahrscheinlichkeit = 1
72	10,6	9,43	$0,0943 \times 10,6$
69	11,8	8,47	$0,0847 \times 11,8$
66	13,2	7,57	$0,0757 \times 13,2$
65	13,65	7,32	$0,0732 \times 13,65$
63	14,9	6,71	$0,0671 \times 14,9$
60	17,0	5,88	$0,0588 \times 17,0$
57	19,6	5,10	$0,0510 \times 19,6$
54	22,9	4,37	$0,0437 \times 22,9$
51	27,4	3,65	$0,0365 \times 27,4$
48	33,7	2,97	$0,0297 \times 33,7$
45	43,1	2,32	$0,0232 \times 43,1$

Tabelle 1: Anzahl von Überflügen, durch die es zu einer zusätzlichen Aufwachreaktion kommt, in Abhängigkeit vom Maximalpegel (siehe Abbildung 1)

Diese Zahlen (siehe Abbildung 1) werden auch in der öffentlichen Diskussion vom Beauftragten für Umweltschutz am Flughafen, Herr Semrau, verwendet, um die nächtlich auftretenden Lärmpegel öffentlich zu rechtfertigen (bspw. auf der Sitzung des Forums Flughafen am 23.11.09 in Leipzig).

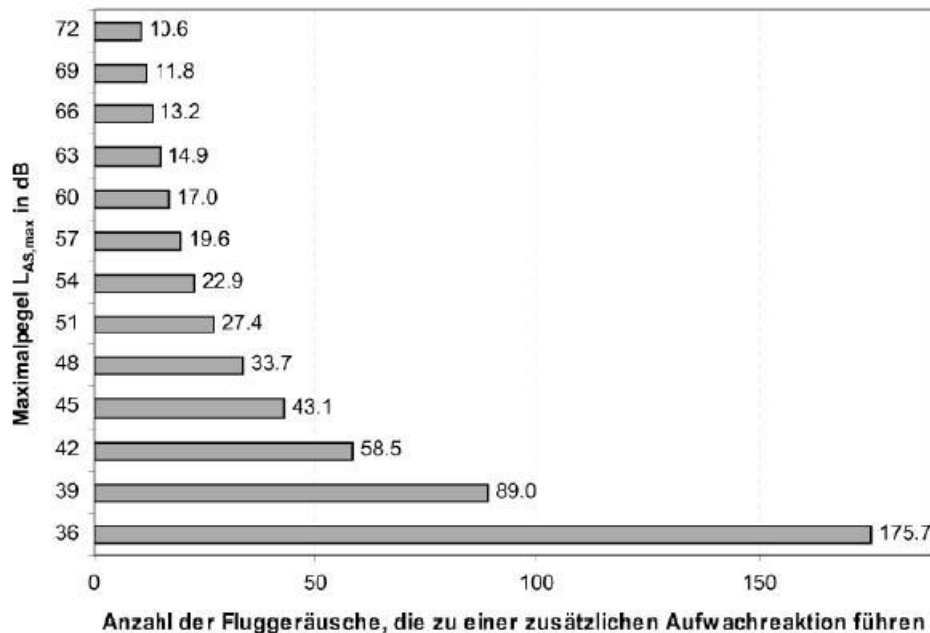


Abbildung 1: Anzahl der Fluggeräusche, die zu einer zusätzlichen Aufwachreaktion führen, in Abhängigkeit vom Maximalpegel. Quelle: /6/, S. 115

Dr. Mathias Basner /8/: "(Es) handelt sich bei der Anzahl zusätzlich durch Fluglärm hervorgerufener Aufwachreaktionen (AWR) um den Erwartungswert ($n \cdot p$) der Binomialverteilung. Es ist klar, dass mit diesem Erwartungswert eine relative Häufigkeitsverteilung der Anzahl zu erwartender AWR ($N_{AWR}=0$, $N_{AWR}=1$, $N_{AWR}=2$, $N_{AWR}=3$, etc.) verknüpft ist."

Stets vorausgesetzt, man wählt die Binomialverteilung zur Modellierung des Sachverhalts, soll der Zusammenhang zwischen Maximalpegel und Aufwachwahrscheinlichkeit am Beispiel des Pegels 65 dB(A) erklärt werden.

Für den Mittelwert μ einer Binomialverteilung gilt:

$$\mu = n \cdot p \quad \text{und mit den Annahmen } p = 0,0732 \quad n = 13$$

folgt

$$\mu = n \cdot p = 0,0732 \cdot 13 = 0,95$$

Aus einer mittleren Aufwachwahrscheinlichkeit von 7,32% folgert Dr. Mathias Basner, dass 13 Überflüge mit $L_{max} = 65$ dB(A) tolerabel wären, da es erst bei 13,65 Überflügen zu einer Aufwachreaktion kommen würde, weil nämlich $0,0732 \cdot 13 = 0,95$ und 0,95 kleiner als 1 ist.

Durch diesen unzutreffenden Ansatz wird verschleiert, dass es sich hier nur um einen **Mittelwert bzw. Durchschnitt** (genauer um den Erwartungswert der binomialverteilten Zufallsvariablen) handelt.

Der wahre Sachverhalt wird in Diagramm 1 gezeigt (Binomialverteilung mit $p = 7,32\%$, $n = 13$) und es müsste richtigerweise lauten:

- In 37,22 % der Fälle (ein Drittel) findet keine Aufwachreaktion statt,
- in 38,2 % (ein weiteres Drittel) findet eine Reaktion statt,
- in 18,11 % der Fälle (ca. ein Fünftel) finden sogar 2 Aufwachreaktionen statt.
- In weniger als 10 % der Fälle finden 3, 4 oder 5 Aufwachreaktionen statt.

D.h. in **62,78 % der Fälle findet mindestens eine Aufwachreaktion** statt (/1/, /2/, /3/)!!! Dies ist ganz sicher nicht mehr tolerabel.

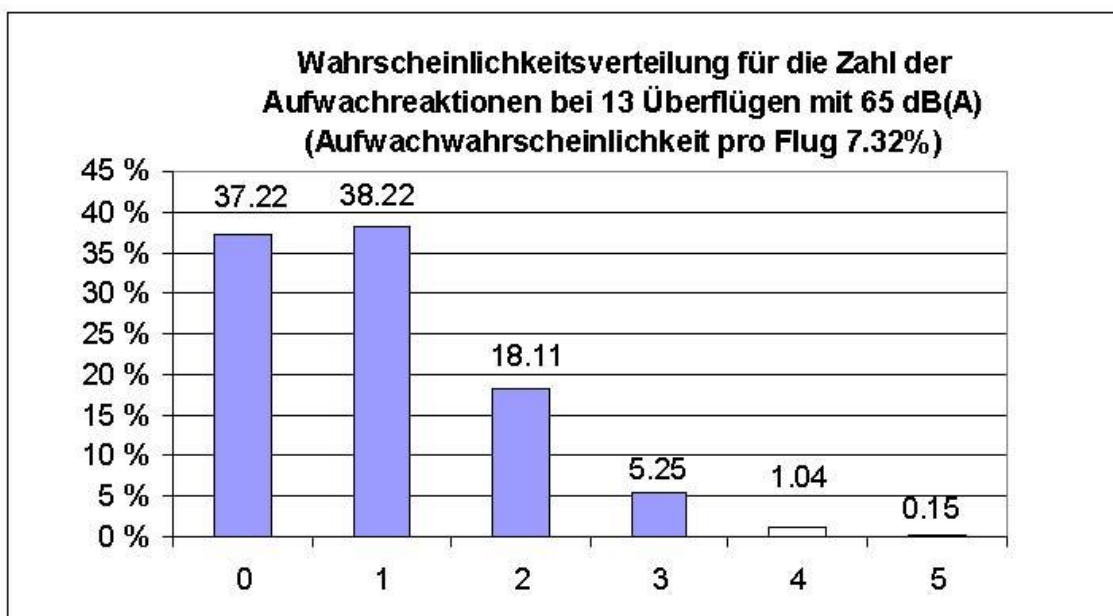


Diagramm 1: Tatsächliche Verteilung der Aufwachreaktionen, die im Mittel 0,95 AWR entsprechen

Der unzutreffende Ansatz dabei ist die bloße Angabe des (gewichteten) Mittelwertes. Dem entgegen gilt nämlich:

$$0 * 0,3722 + 1 * 0,3822 + 2 * 0,1811 + 3 * 0,0525 + 4 * 0,0104 + 5 * 0,0015 = 0,95$$

Ohne in der Abwägung für eine Vielzahl Betroffener aus dieser Kenntnis Konsequenzen¹ zu ziehen, wird von der Planfeststellungsbehörde im Planfeststellungsbeschluss /5/, S. 325, die Verteilung der

¹ Ein guter Nachtschlaf ist eine physiologische Notwendigkeit. Er dient der physischen und psychischen Erholung und soll den Organismus fit für den nächsten Tag machen. Schlafstörungen sind ein häufiger und gravierender Grund für eine erhöhte Morbidität /14/, /15/. Sie verschlechtern die Lebensqualität und verursachen darüber hinaus immense direkte und indirekte Folgekosten. In Deutschland muss von etwa 8 Millionen Patienten mit dem Symptom „nicht erholsamer Schlaf“ ausgegangen werden. Dies stellt ein erhebliches gesamtgesellschaftliches und gesundheitliches Problem dar. Schlafstörungen sollten wegen ihrer

Aufwachwahrscheinlichkeiten, die zum Mittelwert < 1 führt und **für mehr als 60 % aller Betroffenen** ein regelmäßiges, fluglärmbedingtes Erwachen bedeutet, dennoch im Text erwähnt:

"Ein Drittel der Bevölkerung wird ein Mal wach, ein Fünftel zwei Mal, weniger als 10 % der Bevölkerung werden drei Mal, vier Mal oder fünf Mal wach."

Die Planfeststellungsbehörde entnahm diese Verteilung aber offensichtlich nicht der Berechnung, sondern augenscheinlich dem folgenden Diagramm aus /6/:

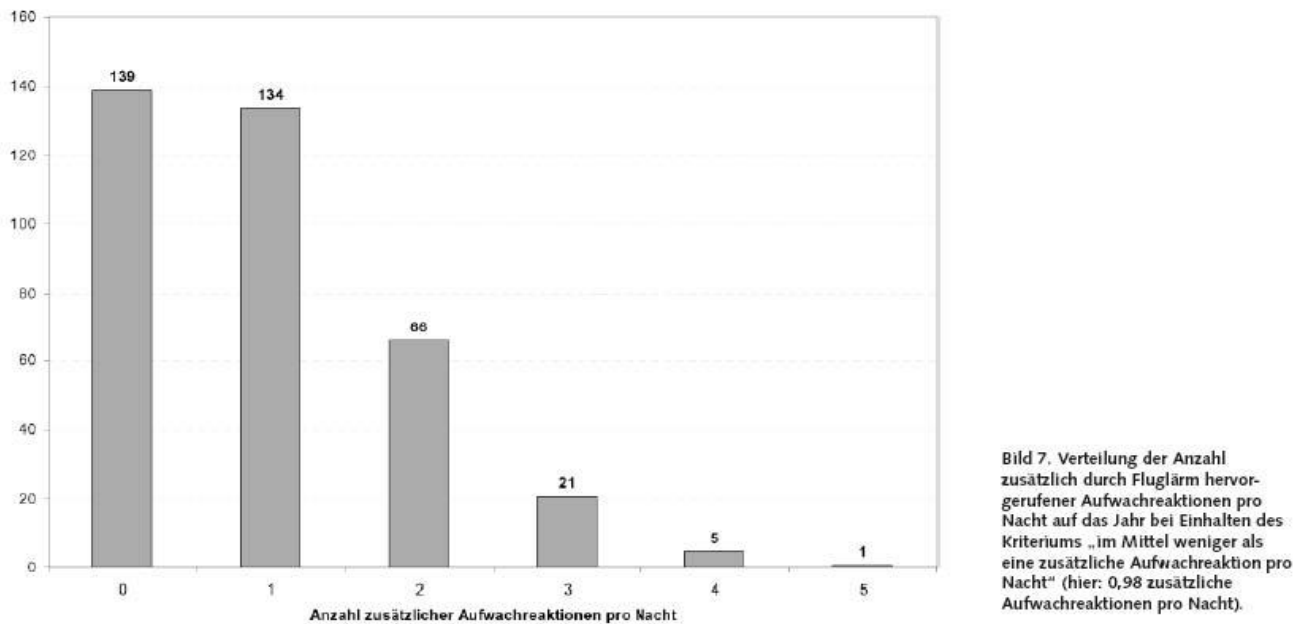


Diagramm 2: Anzahl von fluglärmbedingten Aufwachreaktionen pro Nacht, verteilt auf das Jahr, bei Einhalten des Kriteriums "im Mittel weniger als eine zusätzliche Aufwachreaktion pro Nacht" (hier für im Mittel 0,98 zusätzliche Aufwachreaktionen pro Nacht) /6/, S. 118

Nach diesem Diagramm findet in 134 Nächten des Jahres genau eine Aufwachreaktion statt und in 227 Nächten mindestenes eine Aufwachreaktion (etwa 62 % aller Nächte des Jahres).

Der von Herrn Dr. Mathias Basner gewichtete Mittelwert beträgt dagegen:

$$0 * 0.3808 + 1 * 0.3678 + 2 * 0.180 + 3 * 0.0573 + 4 * 0.0137 + 5 * 0.0027 = 0.97 < 1$$

weitreichenden Konsequenzen rechtzeitig und konsequent behandelt werden. Nicht die Schlafdauer, sondern die Schlafqualität entscheidet, ob der Schlaf subjektiv als erholsam empfunden wird. Ein wichtiges Kriterium für erholsamen Schlaf ist eine gesunde Schlafarchitektur. ...bei sehr vielen Schlafstörungen ... (ist) der Leichtschlafanteil erhöht, und (liegt ein) ein fragmentierter Schlaf vor. Daraus resultiert eine fehlende körperliche und geistige Erholung mit entsprechender Einschränkung am Tag.

Das Kriterium "im Mittel weniger als eine zusätzliche Aufwachreaktion pro Nacht" bedeutet hier: Der nackte Mittelwert² wird beschrieben und mit dem errechneten Wert in Höhe von $0,97 < 1$ somit eingehalten, obwohl sich die Realität ganz anders darstellt.

Anzahl der Tage im Jahr, an denen Aufwachreaktionen stattfinden	Wahrscheinlichkeitsverteilung	Anzahl der Aufwachreaktionen	Anteil der Bevölkerung, der wach wird
Tage	Anteil an 365 Nächten (%)		
139	38,08	0	ein Drittel
134	36,71	1	ein Drittel
66	18,0	2	ein Fünftel
21	5,73	3	weniger als 10%
5	1,37	4	
1	0,27	5	

Tabelle 2: Verteilung der Aufwachwahrscheinlichkeiten (vgl. Diagramm 2)

Anhand einer einfachen Rechnung kann man nachweisen, dass die Zahlen in Diagramm 2 (die dem "Mittelwert für 0,98 zusätzliche Aufwachreaktionen pro Nacht" entsprechen) rechnerisch und nicht unbedingt experimentell ermittelt wurden. Dazu war es lediglich erforderlich, **eine mathematische Approximation für ein Bernoulli-Zufallsexperiment** anzuwenden mit der Annahme "einer genügend kleinen Aufwachwahrscheinlichkeit p".

Bernoulli-Zufallsexperiment (kleine Versuchsanzahl n)

Für diesen Fall sind die Ergebnisse des Zufallsexperiments tabelliert (Ereignis X für n unabhängige Versuche unter identischen Bedingungen mit der Wahrscheinlichkeit $p(X)$). Man kann auch selber rechnen: X tritt in n Versuchen k-mal auf:

$$P(X_n = k) = b_n(k; p_n) = \binom{n}{k} \cdot p_n^k \cdot (1 - p_n)^{n-k}$$

Beispiel: Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit bei dreimaligem Würfeln zweimal eine 6 zu würfeln ($k=0,1,2,3$)? $p = P(6) = 1/6$, $n = 3$

Lösung: 6,94 %

k	$b_3(k; 1/6)$	P (k)
2	$\binom{3}{2} \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{1}{6}\right)^1 =$	$3 \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^2 \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^1 = 0,0694$

Bernoulli-Zufallsexperiment (für sehr große Versuchsanzahl n)

Hierfür gibt es gute Approximationsverfahren (z.B. Satz von Poisson, Satz von Moivre-Laplace).

² Prof. Krämer: „Zu einem seriösen Durchschnitt gehört auch ein Maß für die Abweichung davon. (...) Auf jeden Fall ist bei nackten Mittelwerten Vorsicht angezeigt.“

Satz von Poisson:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} b_n(k; p_n) = \left(\frac{\lambda^k}{k!} \right) \cdot e^{-\lambda}$$

Für große n (eine große Anzahl von Nächten) und bei kleinen p (geringe Wahrscheinlichkeit für eine Aufwachreaktion in einer Nacht), setzt man den Mittelwert:

$$n \cdot p = \lambda \quad \text{und} \quad b_n(k; p) = p_k(\lambda)$$

Nach Poisson ist die Wahrscheinlichkeit $p_1(0,98)$ (Mittelwert 0,98, Ereignis tritt 1-mal auf)

$$p_1(0,98) = \left(\frac{0,98^1}{1!} \right) \cdot e^{-0,98} = 0,3678$$

Lösung: Nach Poisson ist die W. 36,78 %. An $365 \cdot 0,3678 = 134,2$ Nächten des Jahres kommt es genau zu einer Aufwachreaktion.

$$p_2(0,98) = \left(\frac{0,98^2}{2!} \right) \cdot e^{-0,98} = 0,18$$

Lösung: Nach Poisson ist die W. 18,0 %. An $365 \cdot 0,18 = 65,7$ Nächten des Jahres kommt es genau zu zwei Aufwachreaktionen. Die gleiche Berechnung lässt sich jetzt wiederholen für $k = 3, 4$ und 5 Ereignisse. Damit entspricht die hier approximierte Zufallsverteilung exakt den Daten von Basner in Diagramm 2.

FAZIT:

- Eine unabhängige Überprüfung zeigt, dass eine experimentelle Basis für die Daten im Diagramm 2 nicht vorliegt. Eine aufwändige "Monte-Carlo-Markov-Chain-Simulation" zur "Bestimmung der Verteilung der Anzahl der durch Fluglärm induzierten Aufwachreaktionen auf die Nächte eines Jahres" /6/ S.118 war nicht erforderlich.
- Es war vielmehr ausreichend ein Rechenbeispiel zur Poisson-Verteilung aus einem Mathematik-Lehrbuch für Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik³ (dort für "Das Ereignis, dass ein bestimmtes von den in einer Stadt vorhandenen Autos in einen Unfall verwickelt wird" /16/, S. 47) anzupassen.
- Die Anwendung der Poisson-Verteilung zur Approximation einer Binomialverteilung ist nur dann zulässig, wenn die Eintrittswahrscheinlichkeit klein ist und die Zahl der Versuche groß (in diesem Fall die Aufwachwahrscheinlichkeit p und die Anzahl der Nächte n).

³ "Das Ereignis, dass ein bestimmtes von den in einer Stadt vorhandenen Autos in einen Unfall verwickelt wird, hat eine W. p_n , die sehr klein ist. Der Mittelwert $n \cdot p_n$ der Anzahl der an einem Tag in Unfälle verwickelten Autos ist je nach Größe der Stadt im Jahresdurchschnitt von der **Größenordnung 1**: $n \cdot p_n = \lambda = 1$. Wie hoch ist die Anzahl der Tage des Jahres, die unfallfrei sind? Lsg.: Nach Poisson $e^{-1} = 0,368$. An $365 \cdot 0,368 = 134$ Tage des Jahres bleiben unfallfrei."

- Man könnte auch sagen: Die Aufwachwahrscheinlichkeit für einen Anwohner des Flughafens Leipzig/Halle ist vernachlässigbar klein und die Verteilung der Nächte mit Aufwachwahrscheinlichkeiten auf ein Jahr erfolgt nach dem Willen der Planfeststellungsbehörde mit der Logik eines Würfelspiels.

2. Im Mittel kommt es zu weniger als einer Aufwachreaktion pro Nacht

2.1 Behauptung

Mitteldeutsche Zeitung vom 06.11.2004: "Konzept verspricht ruhigen Schlaf"

"Studie: Neue Erkenntnisse des Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) wurden in das Konzept einbezogen. Nach Aussagen von Leipzigs Regierungspräsidenten Christian Steinbach wird der Luftfracht-Knotenpunkt nur zugelassen, wenn gleichzeitig ein ruhiger Schlaf der Anwohner sicher gestellt ist".

"(...)Das Regierungspräsidium macht zur Auflage, dass durch Fluglärm im Mittel weniger als nur eine zusätzliche Aufwachreaktion auftreten darf. Ein "erinnerbares Aufwachen" muss sogar gänzlich ausgeschlossen werden."

"Ein Lärmschutzkonzept, das Flugverkehr auch während der Nachtstunden ermöglicht, hat sich vorrangig an dem Ziel auszurichten, fluglärmbedingte Aufwachreaktionen zu vermeiden. Dieser Zweck lässt sich ... erreichen ... mit dem Konzept des DLR, das nicht an akustische Kenngrößen anknüpft, sondern auf einer Dosis-Wirkungsbeziehung aufbaut" /9/, Leitsatz 3.

2.2 Diskussion

Hierzu wurde Dr. Andreas Löhne /3/ befragt. Nach seiner Meinung ist die Interpretation des gewichteten Mittelwerts (d.h. des Erwartungswerts) entscheidend. Dieser Erwartungswert besagt, dass das Ereignis "zusätzliches Aufwachen" im Mittel 0,97 mal pro Nacht auftritt. Das kann nun alles Mögliche bedeuten, zum Beispiel könnte es bedeuten, dass

- von 1000 Menschen 999 durchschlafen und 1 Mensch 970 mal pro Nacht aufwacht. Es könnte aber auch bedeuten, dass
- von 1000 Menschen 30 Menschen durchschlafen und 970 Menschen ein Mal pro Nacht aufwachen.

Deshalb ist es völlig richtig, zusätzlich die Verteilung anzugeben, die den Sachverhalt besser beschreibt. Entscheidend ist nicht, dass der Wert kleiner als 1 ist, sondern dass er rund 1 ist. Wäre der Wert etwa 1,1, könnte das in Anlehnung an die genannten Beispiele bedeuten, dass

- von 1000 Menschen 999 durchschlafen und 1 Mensch 1100 mal pro Nacht aufwacht oder dass

- von 1000 Menschen 30 Menschen durchschlafen, 960 Menschen einmal pro Nacht aufwachen und 10 Menschen 14 mal pro Nacht aufwachen.

Das ist qualitativ kein großer Unterschied.

Will man ein zusätzliches Aufwachen "in jedem Fall" ausschließen, müsste man einen Erwartungswert Null fordern. Beim zu Grunde gelegten Modell (Binomialverteilung) würde das bedeuten, dass es gar keinen Überflug geben dürfte, denn der Erwartungswert ergibt sich aus "Anzahl der Flüge x Aufwachwahrscheinlichkeit"

FAZIT:

- Formal ist die Aussage "im Mittel weniger als nur eine zusätzliche Aufwachreaktion", richtig. Treffender wäre allerdings zu sagen: **"im Mittel kommt es zu etwa einer Aufwachreaktion pro Nacht"**. "Kleiner als 1" suggeriert "irgendwo zwischen 0 und 1" was den Sachverhalt verharmlost. Entscheidend ist, dass der Wert nahe an 1 liegt.
- Angaben zur Verteilung, wie oben dargestellt, geben mehr Aufschluss.
- Es besteht eine erhebliche Diskrepanz zwischen der Forderung, dass "in jedem Fall" ein erinnerbares Aufwachen ausgeschlossen werden muss und dem Kriterium, dass der Erwartungswert kleiner als 1 sein soll.

3. Ist ein Schlaf ohne regelmäßiges (erinnerbares) Erwachen auch ein erholsamer Schlaf ?

3.1 Behauptung

Mitteldeutsche Zeitung vom 06.11.2004: "Konzept verspricht ruhigen Schlaf"

"(...)Das Regierungspräsidium macht zur Auflage, dass durch Fluglärm im Mittel weniger als nur eine zusätzliche Aufwachreaktion auftreten darf. **Ein "erinnerbares Aufwachen" muss sogar gänzlich ausgeschlossen werden."**

Dr. Mathias Basner: "Da Aufwachreaktionen mit vegetativen Aktivierungsreaktionen (Herzfrequenzbeschleunigung, Blutdruckerhöhung) einhergehen, ist eine Beeinträchtigung des Herz-Kreislauf-Systems im Sinne einer Gesundheitsgefährdung bei langfristigem und wiederholtem Auftreten aber zumindest biologisch plausibel [15]. Es ist zum jetzigen Zeitpunkt allerdings unklar, wie viele zusätzliche durch (Flug-)Lärm induzierte Aufwachreaktionen tolerabel sind, ohne dass es zu mittel- und langfristigen Einschränkungen des Wohlbefindens und der Gesundheit kommt." /6/, S.119

3.2 Diskussion

Es wird einerseits Wert darauf gelegt "erinnerbare Aufwachreaktionen (AWR)" zu vermeiden. Untersucht werden aber spontane AWR, von denen es angeblich auch ohne Fluglärm bereits 24 pro Nacht gibt, was eine zusätzliche AWR pro Nacht zunächst als zumutbar erscheinen lässt. /6/, S. 114, Bild 3

Jedoch kann Lärm selbst ohne Erwachen zu einer Störung in den Schlafphasen führen und ein Schlaf ohne regelmäßiges (erinnerbares) Erwachen ist nicht zwangsläufig ein erholsamer Schlaf: Der bekannte Lärmwirkungsforscher Dr. Christian Maschke vom Forschungs- und Beratungsbüro Maschke referiert am 20.8.09 im Landesumweltamt in Halle und zeigt "Schlafphasen bei einem ungestörten Schlaf und im Vergleich dazu den deutlich fragmentierten Schlaf-Verlauf bei nächtlichem Fluglärm. Ein Aufwachen ist nicht erforderlich" /13/, S.20.

Dr. Christian Maschke: "Die Nacht ist für die meisten Menschen die entscheidende Erholungsphase im Tagesgang. Hier regeneriert sich der Organismus und seine „Energiereserven“ werden ergänzt. Durch nächtlichen Verkehrslärm kann diese Regeneration erschwert bzw. gestört werden. Im Gegensatz zum wachen Menschen ist im Schlaf ein Bewusstseinsverlust zu verzeichnen. Über „Wächterpunkte“ steht der Mensch aber auch im Schlaf ständig mit der Außenwelt in Verbindung. Ein Beispiel ist der „Ammenschlaf“, bei dem eine Bezugsperson bei leisen Geräuschen eines Säuglings erwacht, während sie z. B. bei Gewitterdonnern weiterschläft. Verkehrslärm signalisiert Gefahr. Daher kann der natürliche Schlafablauf sehr leicht durch Verkehrslärm gestört werden. Damit wird die nächtliche Erholung vermindert und auf lange Sicht ist von einem erhöhten Gesundheitsrisiko auszugehen." /13/, S. 18-20

4. Die Aufwachwahrscheinlichkeit p ist unabhängig von der Anzahl der Fluggeräusche

4.1 Behauptung

Die „Anzahl der Fluggeräusche, die zu einer zusätzlichen Aufwachreaktion führen, in Abhängigkeit vom Maximalpegel“ (siehe Tabelle 1) wird von Dr. Mathias Basner wortgemäß so interpretiert /8/:

"Beim Schutzkonzept für den Flughafen Leipzig/Halle wird davon ausgegangen, dass bei einem Maximalpegel von 72 dB(A) im Schlafrum mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 9,4% eine zusätzliche Aufwachreaktion durch den Fluglärm hervorgerufen wird. Im Mittel mit einer zusätzlichen Aufwachwahrscheinlichkeit (AWR) pro Nacht (nicht in einer Stunde) müsste man entsprechend bei ca. 10,6 (voneinander unabhängigen⁴) Fluggeräuschen mit Maximalpegeln von 72 dB(A) pro Nacht im Schlafrum rechnen."

⁴ "In Bild 4... ist in Abhängigkeit von Maximalpegel die Anzahl der Anzahl der Fluggeräusche dargestellt, die genau eine zusätzliche Aufwachreaktion hervorruft, wobei vereinfachend angenommen wurde, dass es sich bei den Fluggeräuschen um voneinander unabhängige Ereignisse handelt" /6/, S.115

Für den Mittelwert μ einer Binomialverteilung gilt nämlich

$$\mu = n \cdot p$$

und mit der Annahme $p = \text{konstant} = 0,0943$ ergibt sich genau 1 zusätzliche AWR.

4.2 Diskussion

Dr. Dominik Wied /1/ von der TU Dortmund kann dem nicht folgen:

"Vor allem die **Annahme der Unabhängigkeit ist kritisch zu sehen**. Gegeben die Tatsache, dass ein Mensch beim ersten Flugzeug nicht aufwacht, kann die Wahrscheinlichkeit p für ein Aufwachen beim nächsten Flugzeug durchaus anders sein. Sie kann entweder größer sein, wenn man annimmt, dass ein Mensch beim ersten Flugzeug nur "gerade eben" nicht aufgewacht ist. Sie kann aber auch kleiner sein, wenn man annimmt, dass jemand, der beim ersten Flugzeug nicht aufgewacht ist, robuster gegenüber Lärmbelastungen ist. "

Der von Dr. Dominik Wied angesprochene Sachverhalt wird auch aus folgendem Szenario deutlich:

Serie von Überflügen

1 Überflug mit 72 dB(A)	mit $p(72 \text{ dB(A)}) = \text{konstant} = 0,0943$
4 Überflüge mit 65 dB(A)	mit $p(65 \text{ dB(A)}) = \text{konstant} = 0,0732$
15 Überflüge mit 45 dB(A)	mit $p(45 \text{ dB(A)}) = \text{konstant} = 0,0232$
22 Überflüge mit 39 dB(A)	mit $p(39 \text{ dB(A)}) = \text{konstant} = 0,011$

Nach der Formel für die Aufwachwahrscheinlichkeit (Basner)

$$N_{AWR} = \int_0^{\infty} p(L_{ASmax}) \cdot n(L_{ASmax})$$

wird berechnet, dass die mittlere Aufwachwahrscheinlichkeit < 1 beträgt:

$$N_{AWR} = 4 \cdot 0,0732 + 1 \cdot 0,0943 + 15 \cdot 0,0232 + 22 \cdot 0,011 = 0,85$$

Der beschriebene Lärmmix wird in einem ersten Szenario in einem Zeitfenster 4:00 bis 5:30 Uhr abgewickelt. In einem 2. Szenario findet der nächtliche Flugverkehr fast gleichmäßig verteilt im gesamten Nachtzeitraum 02.00 - 5:30 Uhr statt, ohne hohe Richtungsspitzen.

Beide Szenarien führen jedoch -nach der dem DLR-Schutzkonzept zugrundeliegenden AWR-Rechenformel- zu einer identischen Aufwachwahrscheinlichkeit, nämlich < 1 .

Nr.	Uhrzeit	dB(A)	Nr.	Uhrzeit	dB(A)		Uhrzeit	dB(A)	Nr.	Uhrzeit	
1	04:02	39	11	04:22	45	21	04:42	65	31	05:02	39
2	04:04	39	12	04:24	45	22	04:44	65	32	05:04	39
3	04:06	39	13	04:26	45	23	04:46	65	33	05:06	39
4	04:08	39	14	04:28	45	24	04:48	65	34	05:08	39
5	04:10	39	15	04:30	45	25	04:50	71	35	05:10	39
6	04:12	45	16	04:32	45	26	04:52	39	36	05:12	39
7	04:14	45	17	04:34	45	27	04:54	39	37	05:14	39
8	04:16	45	18	04:36	45	28	04:56	39	38	05:16	39
9	04:18	45	19	04:38	45	29	04:58	39	39	05:18	39
10	04:20	45	20	04:40	45	30	05:00	39	40	05:20	39
									41	05:22	39
									42	05:24	39

Tabelle 3: Szenario einer "Verdichtung" lauter Flüge" in anderthalb Stunden und Serie besonders lauter Flüge in der 2. Nachthälfte (4 - 5:30Uhr)

Nr.	Uhrzeit	dB(A)	Nr.	Uhrzeit	dB(A)		Uhrzeit	dB(A)	Nr.	Uhrzeit	
1	02:07	65	11	02:57	65	21	03:47	65	31	04:37	72
2	02:12	39	12	03:02	39	22	03:52	39	32	04:42	45
3	02:17	39	13	03:07	39	23	03:57	39	33	04:47	45
4	02:22	39	14	03:12	39	24	04:02	39	34	04:52	45
5	02:27	39	15	03:17	39	25	04:07	39	35	04:57	45
6	02:32	65	16	03:22	39	26	04:12	39	36	05:02	45
7	02:37	39	17	03:27	39	27	04:17	45	37	05:07	45
8	02:42	39	18	03:32	39	28	04:22	45	38	05:12	45
9	02:47	39	19	03:37	39	29	04:27	45	39	05:17	45
10	02:52	39	20	03:42	39	30	04:32	45	40	05:22	45
									41	05:27	45
									42	05:32	45

Tabelle 4: Szenario einer "gleichmäßigen" Verteilung von 2 - 5:30 Uhr

Während im ersten Szenario innerhalb von 10 min in der 2. Nachthälfte viele laute Schallereignisse stattfinden und ein **Aufwachen regelrecht erzwingen**, sind im Szenario 2 die fünf lauten Ereignisse auf etwa dreieinhalb Stunden verteilt.

Von einem zeitlich unabhängigen und pegelunabhängigen Verhältnis der Schallereignisse zueinander kann somit nicht ausgegangen werden, wie es Dr. Mathias Basner in seiner Feldstudie aber vereinfachend vorausgesetzt hat.

"Die Wahrscheinlichkeit von Aufwachreaktionen nimmt mit zunehmender Schlaftiefe ab, dagegen steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Veränderungen der Schlaftiefe eintreten. **Da Tiefschlafstufen in**

der zweiten Nachthälfte seltener erreicht werden, ist die Anfälligkeit für Störungen in diesem Zeitraum durchschnittlich größer.

Mit zunehmenden Alter sind Schlafstiefenveränderungen wahrscheinlicher. Welche Unterschiede in den Reaktionen von Frauen und Männern bestehen, ist noch nicht eindeutig geklärt. Geräusche mit hohem Informationsgehalt (z. B. ungewohnte Geräusche) und mit hoher subjektiver Bedeutung (z. B. Geräusche der Kinder, der eigene Name) führen schon bei sehr niedrigen Pegeln zum Aufwecken. Schlafstörungen können, insbesondere bei seltenen und regelmäßigen Geräuschen, dadurch kompensiert werden, dass in ungestörten Zeiten die Tiefschlafstufen häufiger und schneller erreicht bzw. die Tiefschlafzeiten gegenüber ungestörten Nächten zum Morgen hin verschoben sind." /17/, S. 12.

Insbesondere wird der Zeitpunkt der Nachtflüge (erste oder zweite Nachthälfte) in der Formel nach Basner überhaupt nicht berücksichtigt. Ein willkürlich angenommener Lärmalus von 1,4 dB(A) auf jedes Fluggeräusch in der 2. Nachthälfte hat mathematisch für die Berechnung der Aufwachwahrscheinlichkeit effektiv nur wenig Einfluss, wie hier am Beispiel gezeigt:

Pegel am Ohr (dB(A))	Anzahl der Überflüge	Mittlere Aufwachwahrscheinlichkeit (%)	Kriterium für Erwartungswert der Aufwachwahrscheinlichkeit = 1
60	17,0	5,88	$0,0588 \times 17,0$
57	19,6	5,10	$0,0510 \times 19,6$

Es ist im Prinzip egal, ob die Aufwachwahrscheinlichkeit von 57, 58,6 oder 60 dB(A) genommen wird - im ersten Fall sind 17 Flugzeuge zulässig, im letzten Fall 19,6. Mit kleineren Pegeln wird der Unterschied noch geringer.

5. Die vorsortierte Stichprobe

5.1 Behauptung

"Die Nachtflugwirkungen sind durch das DLR ausreichend untersucht worden." (...) "In der Felduntersuchung des DLR am Flughafen Köln-Bonn wurden 64 Bewohner untersucht. Damit liegt erstmals eine breite Felduntersuchung vor, **die eine ausreichende statistische Grundlage** zur Beurteilung des Nachtflugverkehrs auf den Schlaf erlaubt."

Planfeststellungsbeschuß v. 4.11.04, S.318

5.2 Diskussion

In seiner Stellungnahme gibt Prof. Dr. Eberhard Greiser von der Epi.Consult GmbH hierzu folgendes an:

"Die Ergebnisse über Aufwachwahrscheinlichkeiten beruhen auf der sogenannten Feldstudie der DLR-Schlafstudie. Diese Feldstudie sollte ursprünglich mit 64 Probanden im Alter zwischen 18 und 64 Jahren durchgeführt werden. Da die Daten von 3 Probanden nicht auswertbar waren, verblieben 61 Probanden im Alter zwischen 19 und 61 Jahren. Diese 61 Probanden waren Freiwillige, die ihre

Wohnung im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn hatten und daraufhin **ausgesucht** worden waren, dass sie **keine Schlafstörungen aufweisen, obgleich sie im Fluglärmbereich** des Köln-Bonner Flughafens **wohnten**. Das bedeutet, dass man sich - sogenannte "schlafgesunde" - Personen ausgewählt hatte, die durch Fluglärm gerade wenig oder gar nicht im Schlaf gestört wurden⁵. Damit ist eine Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse dieser Studie überhaupt nicht gegeben."

In der Statistik wird der von Prof. Greiser kritisierte Sachverhalt beschrieben als **"Die vorsortierte Stichprobe"**. Aus dem Buch von Prof. Walter Krämer ("So lügt man mit Statistik") soll zur Veranschaulichung ein entsprechendes Beispiel zitiert werden⁶:

"Während einer Gastprofessur in Kanada habe ich einmal zu meiner großen Verwunderung festgestellt, dass ausländische Studenten, vor allem aus China und Hongkong, oft besser waren als die kanadischen; in meinen Kursen fiel kein einziger von ihnen durch, verglichen mit einem Drittel der Einheimischen. Eine Weile spielte ich daher mit der Theorie, dass Asiaten vielleicht begabter für Statistik sind, dann fiel mir auf, dass hier der gleiche Mechanismus wirkt: Eine Familie in Hongkong schickt ihren Sohn oder Tochter doch nur bei einem sicheren Erfolg zum Studium nach Kanada (d.h., nur die wirklich Cleveren werden nach Übersee geschickt), verglichen mit weitaus bescheideneren Standards in Kanada. Vermutlich gibt es dort genauso viele Dummköpfe und Genies wie überall, nur war die Auswahl, die mir auf der Universität begegnete, eine andere als bei den Studenten aus Hongkong."

6. DLR - ein gutes Nachtschutzkonzept?

6.1 Behauptung

"Ziel des Nachtschutzkonzepts muß es sein, die betroffene Bevölkerung vor den negativen Folgen nächtlichen Fluglärms zu schützen." /9/ S.117

"Als Kriterium für eine Schlafstörung wurde die Aufwachreaktion definiert, nicht zu verwechseln mit erinnerbarem Aufwachen."

5.2 Diskussion

Anhand der folgenden Zahlen werden die von Basner berechneten Aufwachreaktionen (AWR) den gängigen NAT-Kriterien gegenübergestellt.

	Einzelw. p	Häufigkeit n	AWR n. Basner n x p	NAT
AWR für 60 dB(A) :	0.058824	6	0,353	Janssen 6 * 75 aussen

⁵ Es seien umfangreiche Ausschlusskriterien bei den Probanden herangezogen worden, sowohl aufgrund bestehender Erkrankungen (z. B. Schlafstörungen, Schwerhörigkeit, Herz-Rhythmusstörungen und Suchterkrankungen), dem Nichtbestehen psychologischer Tests, der Einnahme bestimmter Medikamente als auch aufgrund persönlicher Lebensumstände (z. B. Nacht- und Schichtarbeit). Aufgrund dessen wären selbst bei einer Zufallsstichprobe aus der Allgemeinbevölkerung mehr als 80% der deutschen Wohnbevölkerung von der Teilnahme an der Studie ausgeschlossen gewesen. Auch sei keine unterschiedliche Beurteilung von weiblichen und männlichen Probanden vorgenommen worden.

⁶ Prof. Walter Krämer leitet das Institut für Wirtschafts- und Sozialstatistik an der Technischen Universität Dortmund

AWR für 57 dB(A) :	0.05102	6	0,31	FlugISchG
AWR für 55 dB(A) :	0.045662	6	0,274	6 * 55 innen
AWR für 53 dB(A) :	0.041152	13	0,535	13 * 68 aussen (Synopse)
AWR für 53 dB(A) :	0.041152	6	0,247	BMU-Vorschlag 25.5.05
AWR für 52 dB(A) :	0.038911	6	0,233	Forderung AK Flugverkehr

Aus dem Vergleich folgt, dass es für jemanden, der in einer Abflugschneise lebt (viele laute Abflüge) völlig egal ist, ob das DLR-Konzept auch leise Flüge berücksichtigt (bspw. bewirken nach Basner erst 175 Flüge mit 36 dB(A) eine AWR). **Vielmehr führt die Anwendung der DLR-Formel auf das Kriterium 13 * 68 dB(A) nur zu 0,53 AWR. Der Betroffene hätte also keinen Anspruch auf Schallschutz.**

Laut Dr. Mathias Basner /6/, S.115, "liegen aktuelle Vorschläge für NAT-Werte mit 52 oder 53 dB(A) deutlich oberhalb der von ihm ermittelten Aufwachschwelle von 33 dB(A)". "Somit würden Reaktionen durch Fluggeräusche unterhalb dieser Schwelle nicht berücksichtigt". "Außerdem wäre das NAT-Kriterium 4 * 52 dB(A) genauso unverletzt durch 4 Flüge mit 52 dB(A) wie von 4 Flügen mit 73 dB(A)".

Zunächst einmal ist eine Aufwachwahrscheinlichkeit für jemanden, der von vier Überflügen mit 73 dB(A) betroffen ist (also 4 * 88 dB(A) außen), von Basner nicht untersucht. Wahrscheinlich ist derjenige sofort wach. Ein solcher Lärmpegel ist nur im unmittelbaren Nahbereich der Start- u. Landebahn zu erwarten.

Er empfiehlt andererseits in seinem Schutzkonzept ausdrücklich einen "Maximalpegel von 65 dB(A), um ein erinnerbares Aufwachen in jedem Fall auszuschließen." /5/, S.326

Für eine unzumutbare Lautstärke von 65 dB(A) (55 dB(A) werden i. A. als absolute Zumutbarkeitsgrenze angesehen /7/) berechnet er aber lediglich eine Aufwachreaktion von $4 * 0,0732 = 0,293$ AWR. Für den Fall, es würden zusätzlich noch weniger laute Flüge stattfinden, dann wären noch 20 "weniger laute" Flüge mit 50 dB(A) erlaubt oder 30 Flüge mit 45 dB(A), ohne dass eine AWR zu besorgen wäre:

	p	n	n * p
AWR für 65 dB(A) :	0.0732	4	0,293
AWR für 50 dB(A) :	0.036496	20,8	0,707
AWR für 45 dB(A) :	0.023202	30,4	0,707

Andersherum, für den Fall 55 dB(A) innen, besorgt Dr. Mathias Basner zusätzlichen Schallschutz erst bei einem Kriterium von 21 * 55 dB(A) - ein Freibrief für jeden Flughafenbetreiber.

	p	n	n * p
AWR für 55 dB(A) :	0.045662	21	0,959

Vergleich der DLR-Studie mit dem NAT-Kriterium lt. FlugIG:

Auch im Vergleich mit dem NAT-Kriterium des Fluglärmgesetzes ($6 * 57 \text{ dB(A)}$) wären nach DLR-Studie zusätzlich noch weitere 20 Flüge mit 50 dB(A) zulässig:

	p	n	AWR n. Basner n x p
57 dB(A) :	0.05102	6	0,306
50 dB(A) :	0,0339	20	0,678

$$6 * 0.05102 + 20 * 0.033898 = 0,98$$

Vergleich der DLR-Studie mit dem NAT-Kriterium $13 * 68 \text{ dB(A)}$:

Das NAT Kriteriums $13 * 68 \text{ dB(A)}$ wird von Prof. Manfred Spreng⁷ am FH Frankfurt Hahn wie folgt interpretiert:

Spreng: "Da das Bewegungsaufkommen im *Prognosenullfall* im Nachtzeitraum zu gering ist, treten weniger als 13 Bewegungen auf (im Mittel ca. 11 Flüge = 4000 Fb/a) und somit ist das Kriterium $13 * 68 \text{ dB(A)}$ hier nicht zu ermitteln."

"- Prognose Nullfall: ca. 56.000 Fb/a [ca. 4.000 Fb/a Nachtfracht]

- Planungsfall: ca. 73.000 Fb/a [ca. 20.000 Fb/a Nachtfracht]."

A) Wie viele Flüge mit 68 dB(A) wären gerade noch zulässig nach DLR mit $\text{AWR} = 1$:

Bei einer Einzelaufwachwahrscheinlichkeit von 4,1152 % sind das 24,3 Flüge, ab denen Aufwendungen für Schallschutz entstünden. ($24,3 * 0,041152 = 1$)

B) Um wie viel vergrößert sich das Nachtschutzgebiet, wenn 55 statt 24 Flüge stattfinden?

Spreng: "Im *Planungsfall* [im Mittel ca. 55 Flüge = 20000 Fb/a] liegen allerdings beachtlich vergrößerte Konturen und damit umschlossene Gebiete vor. Die Flächen nehmen um ca. den Faktor 4 bis 7 zu."

Bei einer Einzelaufwachwahrscheinlichkeit von 4,1152 % (68 dB(A)) nach Basner und mit 55 Flügen wird die AWR berechnet zu 2,26 (vorher 24,3 Flüge: $\text{AWR} = 1$).

⁷ aus "Lärmmedizinische Beurteilung zur Erweiterung des Flughafens Frankfurt-Hahn", Nachtbelastung gemäß Maximalpegelkriterien, S.155

Ein Flughafenbetreiber, der DLR anwendet, könnte jetzt je 24 Flüge in 2 verschiedenen Abflugschneisen (z.B. West und Nord) führen und die restlichen 7 Flüge bspw. auf einer anderen Startbahn. So wäre der finanzielle Aufwand für Schallschutz minimal, da das Kriterium "AWR < 1 im Mittel" eingehalten ist. Eine Vergrößerung des Nachtschutzgebietes wäre theoretisch nicht erforderlich.

7. Die Widerlegung der kausalen Annahme des DLR Nachtschutzkriteriums

7.1 Behauptung

Basner /6/ , S. 117:

"Es wird kontrovers diskutiert, ob eine wiederholte lärmbedingte Störung des Nachtschlafs langfristig zu anderen als den o. g. Gesundheitsstörungen führen kann, z. B. zu einer Erhöhung des Herzinfarkttrisikos [24 bis 26).. ... Diese Gesundheitsstörungen wären gesellschafts- und gesundheitspolitisch von erheblicher Bedeutung. Es (stellt) sich allerdings als ausgesprochen schwierig dar, kausale Zusammenhänge zwischen Verkehrslärm und Gesundheitsstörungen nachzuweisen. **Eine Studie, die dieses für nächtlichen Fluglärm zeigen würde, existiert bislang nicht** [23]. Um dieses Dilemma zu überwinden, beruht das vorgestellte Nachtschutzkriterium auf zwei Annahmen:

(1) Aufgrund der vorhandenen biologischen Plausibilität wird die Hypothese aufgestellt, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen primär gestörtem Schlaf und langfristigen Gesundheitsstörungen besteht. **Im Umkehrschluss ist mit langfristigen Gesundheitsstörungen** dann mit hoher Wahrscheinlichkeit **nicht** mehr **zu rechnen**, wenn es gelingt, primäre Schlafstörungen zu **minimieren**.

(2)

7.2 Diskussion

Der Mathematiker Dr. Andreas Löhne /3/ nimmt hierzu wie folgt Stellung:

"Es wird von der Hypothese ausgegangen, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen primär gestörtem Schlaf und langfristigen Gesundheitsstörungen besteht. Das kann eigentlich nur so verstanden werden, dass primär gestörter Schlaf (mit hoher Wahrscheinlichkeit) langfristige Gesundheitsstörungen verursacht.

Es wird aber behauptet, dass andere Ursachen für langfristige Gesundheitsstörungen nicht ausgeschlossen sind. Es fehlt also der Nachweis, dass Schlafstörungen anderer Art ("nicht-primäre") ebenfalls keine langfristigen Gesundheitsstörungen verursachen."

Ein Beispiel würde sich so lesen:

"Aufgrund von Erfahrungen wird die Hypothese aufgestellt, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen dem Ereignis Regen und nassen Straßen besteht. Im Umkehrschluss ist mit nassen Straßen dann nicht mehr zu rechnen, wenn es nicht regnet.

Straßen können aber offensichtlich auch nass sein, wenn es nicht regnet."

Die erste Annahme enthält also einen logisch falschen "Umkehrschluss".

Der Fluglärm-Mediziner Eberhard Greiser hat jetzt einen direkten Zusammenhang zwischen Nachtfluglärm und Herz-Kreislauf- sowie psychischen Erkrankungen nachgewiesen. Grundlage für die Studie waren Untersuchungen im Umfeld des Flughafens Köln/Bonn. Auch das Brustkrebsrisiko steigt. /11/, /12/

Damit sind kausale Zusammenhänge zwischen Verkehrslärm und Gesundheitsstörungen nicht mehr zu leugnen.

Umweltbundesamt, Presse-Information 009/2010: "Fluglärm macht krank"

Studie am Flughafen Köln/Bonn zeigt erhöhtes Risiko für Kreislauferkrankungen durch Nachtfluglärm. Rund ein Drittel der Bevölkerung klagt über Fluglärm - das zeigen repräsentative Umfragen des Umweltbundesamtes (UBA). Hochgradig belastigt fühlen sich fünf Millionen Bürgerinnen und Bürger. Die Klagen der Bevölkerung sind begründet, wie auch die neue UBA-Studie „Risikofaktor nächtlicher Fluglärm“ von Prof. Greiser zeigt. Für Herz- und Kreislauferkrankungen ist nachgewiesen: Im Vergleich zu Personen, die keinem Fluglärm ausgesetzt sind, steigt das Erkrankungsrisiko betroffener Personen mit zunehmender Fluglärmbelastung. Auch bei psychischen Erkrankungen findet sich ein relevanter Befund: Bei Frauen sind die Erkrankungsrisiken für Depressionen signifikant erhöht.

Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit der vorausgegangenen „Arzneimittelstudie“ des UBA, die höhere Medikamentenverschreibungen bei Personen nachwies, die nächtlichem Fluglärm ausgesetzt sind. Eine große Studie im Umfeld verschiedener europäischer Flughäfen (HYENA-Studie) aus dem Jahr 2008 stellte ebenfalls fluglärmbedingte Gesundheitsrisiken fest: Personen, die verstärkt vom Nachtfluglärm betroffen sind, weisen häufig höhere Blutdruckwerte auf, als Menschen in ruhigeren Wohngebieten. „Die aktuellen Ergebnisse zeigen, dass wir mehr tun müssen, um Bürgerinnen und Bürger vor Lärm zu schützen. Wir sollten im Sinne einer nachhaltigen Mobilität, kritisch darüber nachdenken, welche Nachtflüge wirklich notwendig sind“, sagte UBA-Präsident Jochen Flasbarth.

Vom Flughafen Köln/Bonn werden freiwillige Schallschutzmaßnahmen angeboten. Diese reduzieren zwar die Lärmrisiken, können jedoch die gesundheitlichen Fluglärmwirkungen nicht vollständig verhindern. Bedingt durch die Besonderheiten des Flugbetriebs - der Flughafen Köln/Bonn hat einen relativ hohen Nachtfluganteil - sollten weitere Analysen folgen. Bisher gibt es beispielsweise noch keine Antwort auf die Frage, ob eine direkte Übertragung der Studienergebnisse zum Risiko durch nächtlichen Fluglärm auf andere Flughäfen möglich ist.

8. Zusammenfassung

Das DLR-Schutzkonzept mutet den Betroffenen im Schlafraum Maximalpegel von 65 dB(A) zu.

Damit lässt das Konzept Lärmpegel weit über der "einfachrechtlichen Zumutbarkeitsgrenze von 55 dB(A) am Ohr des Schläfers zu, ab der mögliche Schlafstörungen nicht mehr auszuschließen sind" /7/, S.120.

Gleichzeitig ist der Planfeststellungsbehörde bewusst, dass "es unklar ist, wie viele durch Fluglärm induzierte Aufwachreaktionen tolerabel sind, ohne dass es zu Einschränkungen der Gesundheit kommt." Das heißt im Umkehrschluss nichts anderes, als dass Leipzig/Halle ein Langzeit-Feldversuch ist.

Die Bezeichnung der Richter, allein wegen seiner Größe handele es sich um ein „besonders anwohnerfreundliches Schutzkonzept“, geht somit, in Verkennung der tatsächlichen Belastung, vollkommen fehl.

Die stattgefundene Abwägung ist als fehlerhaft zu rügen, weil sie aus den oben dargelegten Gründen auf unzutreffenden mathematischen Ansätzen und Schlussfolgerungen im zu Grunde gelegten Gutachten basiert.

In der Rechtsprechung wird zum rein passiven Lärmschutz ausgeführt: "Der Preis für den Schutz der Nachtruhe ist, dass jeglicher Kontakt zur Geräuschkulisse der Außenwelt abgeschnitten wird. Verhindert wird nicht bloß, dass unerwünschter Fluglärm ins Gebäudeinnere dringt. Von der Abschirmwirkung werden unterschiedslos auch Geräusche erfasst, die als angenehm empfunden werden." /7/, S. 121

Indem die Planfeststellungsbehörde das Kriterium für einen gesunden Schlaf vordergründig auf einen Mittelwert abstellt, ohne die "Durchschnittshäufigkeit" und deren Verteilung zu erläutern (**wie viele Aufwachreaktionen finden tatsächlich statt?**), wird der Bevölkerung und den Gerichten suggeriert, dass fluglärmbedingte Aufwachreaktionen gänzlich ausgeschlossen sind und die Planfeststellungsbehörde der Lärmvorsorge, zu der sie im Rahmen ihrer Daseinsvorsorge per Gesetz verpflichtet ist, mehr als ausreichend nachgekommen ist.

Wie oben bewiesen, sind in dem in Rede stehenden Gutachten unzutreffende mathematische Ansätze zur Auswertung des Feldversuches angewandt worden. In der Folge dienten den Gerichten mathematisch fehlerhafte Gutachten als Grundlage der ergangenen Urteile. Dies ist aus den genannten Gründen hier zu korrigieren und in der anstehenden Entscheidungsfindung neu zu bewerten.

Die Aussagen des Mediziners Dr. Mathias Basner stützen sich immer auf die mathematische Beschreibung medizinischer Sachverhalte, ein Mathematiker wurde dagegen nie zu seinen Ableitungen gehört.

In diesem Themenpapier wurde im Einzelnen konkret folgendes nachgewiesen:

- Nach dem DLR-Konzept wird für mehr als 60% aller Betroffenen ein regelmäßiges, fluglärmbedingtes Erwachen nicht vermieden. Das widerspricht dem von der Planfeststellungsbehörde festgelegten Schutzziel ganz klar („Ein erinnerbares Aufwachen muss in jedem Fall ausgeschlossen sein.“)
- Dass das Ereignis "zusätzliches Aufwachen" im Mittel 0,97 mal pro Nacht auftritt, kann alles Mögliche bedeuten. Treffender wäre es daher zu sagen: "im Mittel kommt es zu etwa einer Aufwachreaktion pro Nacht". "Weniger als 1" suggeriert "irgendwo zwischen 0 und 1" was den Sachverhalt verharmlost. Entscheidend ist, dass der Wert nahe an 1 liegt. Es besteht somit eine erhebliche Diskrepanz zwischen der Forderung, dass "in jedem Fall" ein erinnerbares Aufwachen ausgeschlossen werden muss und dem Kriterium, dass der Erwartungswert kleiner als 1 sein soll.
- Eine Nachprüfung der von Dr. Mathias Basner veröffentlichten Zahlenverteilung für ein Jahr, die dem "Mittelwert für 0,98 zusätzliche Aufwachreaktionen pro Nacht" entsprechen, ergab, dass der Aufwand für die Ermittlung dieser Zahlenverteilung lediglich darin bestand, eine mathematische Approximation für ein Bernoulli-Zufallsexperiment anzuwenden (mit Annahme einer genügend kleinen Wahrscheinlichkeit für das Aufwachen p und eine unendlich große Versuchszahl n). Damit ist die Datenbasis für die angenommene Verteilung jedenfalls nicht experimentell.
- Das Auswahlverfahren der Probanden für die Erstellung der Schlafstudie stellt keine statistisch ausreichende Grundlage dar, da die Teilnehmer vorselektiert waren.
- Es ist nicht ersichtlich, dass die von dem Mediziner Dr. Mathias Basner zugrunde gelegte **Annahme der Unabhängigkeit zutrifft**. Unter Annahme des Umstandes, dass ein Mensch beim ersten Flugzeug nicht aufwacht, kann die Wahrscheinlichkeit p für ein Aufwachen beim nächsten Flugzeug durchaus anders sein.
- Für den konkreten Fall der Berechnung eines Gebietes mit der Kontur $13 * 68 \text{ dB(A)}$ am Flughafen Frankfurt Hahn (Prof. Manfred Spreng) z.B. für 13 Flüge, weist das DLR-Konzept im Vergleich lediglich 0,53 Aufwachreaktionen aus. Damit besteht ein **Lärmpolster von weiteren elf Flügen** (bei Ausweisung eines Gebietes mit 1 Aufwachreaktion).
- Bei Anwendung des DLR-Konzeptes auf gängige NAT-Kriterien ergeben sich **durchweg Aufwachreaktionen $< 0,53$** , in den meisten Fällen sogar $< 0,35$. Eine Verbesserung des Schutzlevels durch das neue DLR Konzept liegt also nicht vor, auch bei Berücksichtigung leiserer Lärmereignisse durch das DLR-Konzept (die mathematisch wegen ihrer von Basner definierten geringen Einzelaufwachwahrscheinlichkeit aber nur geringen Einfluss haben).
- Für den Fall eines Lärmpegels an der einfachrechtlichen Zumutbarkeitsgrenze von 55 dB(A) /7/ , der laut Dr.-Ing Christian Maschke bei sechs Fluggeräuschen die Schwelle der Aufweckwahrscheinlichkeit markiert $/9/$, lässt die DLR-Studie noch 20 Fluggeräuschen zu.

- Die Nacht ist für die meisten Menschen die entscheidende Erholungsphase im Tagesgang. Hier regeneriert sich der Organismus und seine „Energiereserven“ werden regeneriert. Verkehrslärm signalisiert Gefahr und erschwert bzw. stört diese Regeneration. Damit wird die nächtliche Erholung vermindert und auf lange Sicht ist von einem erhöhten Gesundheitsrisiko auszugehen. Ein Schlaf ohne regelmäßiges (erinnerbares) Erwachen ist nicht zwangsläufig ein erholsamer Schlaf./13/
- *Letztlich enthält die grundlegende Basis des Nachtschutzkriteriums von Dr. Mathias Basner einen logisch falschen "Umkehrschluss".*
Die neue UBA-Studie „Risikofaktor nächtlicher Fluglärm“ von Prof. Greiser zeigt: Für Herz- und Kreislauferkrankungen ist nachgewiesen: Im Vergleich zu Personen, die keinem Fluglärm ausgesetzt sind, steigt das Erkrankungsrisiko betroffener Personen mit zunehmender Fluglärmbelastung.
Die Annahme von Dr. Mathias Basner, dass es ausreicht, primäre Schlafstörungen nur zu minimieren aufgrund des fehlenden Beweises für Gesundheitsstörungen, ist damit grundsätzlich in Frage gestellt.

Quellen:

- /1/ Dr. Dominik Wied (promovierter Mathematiker) Institut für Wirtschafts- und Sozialstatistik Fakultät Statistik, Technische Universität Dortmund, Stellungnahme vom 31.03.2010
- /2/ Dr. Manfred Neumüller (promovierter Mathematiker), BUND, Stellungnahme vom 07. April 2010
- /3/ Dr. Andreas Löhne (promovierter Mathematiker), Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Stellungnahme vom 02. April 2010
- /4/ Prof. Dr. med. Eberhard Greiser, Epi.Consult GmbH, Stellungnahme vom 30. März 2010
- /5/ Planfeststellungsbeschluss vom 4.11.2004
- /6/ Die Umsetzung der DLR-Studie in einer lärmmedizinischen Beurteilung für ein Nachtschutzkonzept (Zeitschrift f. Lärmbekämpfung 52 (2005), Nr. 4 Juli)
- /7/ BVerwG 4 A 1075.04
- /8/ Dr. Mathias Basner, Stellungnahme vom 7.12.09
- /9/ BVerwG, 09.11.2006 - 4 A 2001.06
- /10/ Nachtflygwirkungen, Band 1, Zusammenfassung, Basner et al, April 2004
- /11/ Prof. Dr. Eberhard Greiser, Dipl.-Ing. Claudia Greiser: "Risikofaktor nächtlicher Fluglärm - Abschlussbericht über eine Fall-Kontroll-Studie zu kardiovaskulären und psychischen Erkrankungen im Umfeld des Flughafens Köln-Bonn", 21.11.2009
- /12/ Prof. Dr. Eberhard Greiser, Dipl.-Ing. Claudia Greiser: "Bösartige Neubildungen und Fluglärm Abschlussbericht über eine Fall-Kontroll-Studie im Umkreis des Flughafens Köln-Bonn", 21.12.2009
- /13/ Dr.-ing. Christian Maschke, " Unerwünschte Wirkungen von (Verkehrs)Lärm" 20.8.09 in Halle, <http://www.uglr-info.de/media/documents/1207396597.pdf>
- 14/ www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II-na/063-001.htm
- /15/ Hajak G, Rüther E. Schlafstörungen. In: Psychiatrie & Psychotherapie. 2. Auflage [Hrsg.: Möller HJ, Laux G, Kapfhammer HP], Springer 2002; 1493-1518
- /16/ Dr. Günter Mühlbach: "Repetitorium der Ingenieur-Mathematik, Teil 3, Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik"
- /17/ Jens Ortscheid, Heidemarie Wende: "Fluglärmwirkungen", Berlin, 2000

