

# Der Einfluß von Nachtfluglärm auf den Schlaf und die Katecholaminausscheidung

Von C. Maschke, S. Breinl, R. Grimm und H. Ising

## Zusammenfassung

An acht gesunden erwachsenen Versuchspersonen, die durch ihre Wohnsituation tagsüber Fluglärm ausgesetzt sind, wurde die Wirkung von Nachtfluglärm auf elektrobiologische Reaktionen und auf die Ausscheidung der Katecholamine (Adrenalin und Noradrenalin) untersucht sowie eine Zusammenhangsanalyse durchgeführt. Die Versuchspersonen verbrachten jeweils zehn Nächte im Schlaflabor. Die Tagesbelastungen, Persönlichkeitsmerkmale und die tägliche Befindlichkeit wurden durch Kontrollvariablen berücksichtigt. Jede Person wurde fünf Nächte lang ohne Lärmbelastung ( $L_{eq} < 32 \text{ dB(A)}$ ) und fünf Nächte lang mit Lärmbelastung ( $L_{eq} = 36 \text{ dB(A)}$  bis  $56 \text{ dB(A)}$ ) untersucht. Dabei wurden die Häufigkeit der Nachtflüge (16, 32, 64 Überflüge bei konstantem Überflugpegel  $L_{max}$  innen =  $75 \text{ dB(A)}$ ) und die Überflugpegel ( $L_{max}$  innen =  $55 \text{ dB(A)}$ ,  $65 \text{ dB(A)}$ ,  $75 \text{ dB(A)}$  bei 64 Flugereignissen) variiert. Alle Nachtflüge wurden über eine Beschallungsanlage in der dritten bis sechsten Nachtstunde dargeboten. Für Adrenalin zeigen bereits die Originaldaten eine signifikante Zunahme bei Lärmbelastung. Unter Berücksichtigung der vielfältigen täglichen Belastungen lassen sich für beide Katecholamine signifikante Mittelwertsunterschiede im 8-h-Sammelurin zwischen den belärmten und den ruhigen Nächten absichern. Außerdem nimmt der Katecholamingehalt mit dem Überflugpegel zu. Die Analyse bestätigt einen engen Zusammenhang zwischen der Adrenalinmenge im Sammelurin und den elektrobiologischen Reaktionen unter Berücksichtigung von Persönlichkeitsmerkmalen und des Alkoholkonsums am Vortag.

## Summary

The influence of night-flight noise on sleep and catecholamine secretion

The influence of noise from night flying on electro-biological reactions and on the secretion of catecholamines (adrenaline and noradrenaline) was studied in eight healthy adults whose place of residence exposes them to day-time aircraft noise. The inter-relationships were then analysed, with daytime noise exposure, personality traits and general day-to-day condition reflected in control variables. The subjects were each observed during five nights without noise exposure ( $L_{eq} = 32 \text{ dB(A)}$ ) and five nights with noise exposure ( $L_{eq} = 36$  to  $56 \text{ dB(A)}$ ), when the following factors were varied: frequency of nocturnal flights (16, 32, 64 overflights with a maximum indoor sound level of  $L_{max} = 75 \text{ dB(A)}$ ); and sound level (64 overflights at a maximum indoor level of  $L_{max} = 55, 65$  and  $75 \text{ dB(A)}$ ). All these flights were transmitted via a sound system between the third and sixth hour of the night. In the case of adrenaline, the original data already showed a significant increase with noise exposure. Taking various day-time exposures into account, significant mean value differences between noisy and peaceful nights were assessed in 8-hour collected urine for both catecholamines. Furthermore, catecholamine concentration increases with sound level. The analysis confirms a close link between the amount of adrenaline in the collected urine and electro-biological reactions, with consideration given to personality traits and alcohol consumption during the previous day.

## Einleitung

Grundlage einer »objektiven« Beurteilung der Schlafqualität ist in der Lärnwirkungsforschung das aus dem Elektroenzephalogramm (EEG) abgeleitete Schlafprofil. Es enthält die über der Schlafzeit aufgetragene Schlafstadienfolge des Schlafers. Ein besonderes Augenmerk gilt den Tiefschlaf- bzw. Traumschlafzeiten, deren Verkürzung als Verschlechterung der Schlafqualität bewertet wird. Eine langanhaltende Schlafqualitätsverschlechterung wird als gesundheitliches Risiko eingestuft. Der Beweis für eine solche Gesundheitsgefährdung erweist sich allerdings als äußerst schwierig.

Deshalb wurden neben den Schlafqualitätsuntersuchungen seit einigen Jahren auch andere Wirkungen, z. B. Herz-

frequenz- und Fingerpulsreaktionen bei nächtlicher Lärmbelastung untersucht [1] sowie die subjektive Befindlichkeit am Morgen nach der lärmbelasteten Nacht [2].

Weitere Parameter für die Untersuchung des gesundheitsgefährdenden Potentials von Lärm während des Schlafs sind die Katecholaminausscheidungsmengen. Sie ermöglichen eine Quantifizierung der lärmbedingten körperlichen Stressreaktionen aufgrund einer gesteigerten sympathischen Aktivierung. Eine Katecholaminerhöhung stellt eine Zunahme sekundärer Risikofaktoren für Herz und Kreislauf dar. Im hierarchischen Beziehungsgefüge der verschiedenen Einflußgrößen für Funktion und Struktur des Herz-Kreislauf-Systems sind Veränderungen dieser Faktoren einer Entwicklung klassischer Ri-

sikofaktoren (z. B. Blutdruck- und Cholesterinerhöhungen) vorgeschaltet [3].

## Ziele und Hypothesen

Ziel dieser Untersuchung war es, zu klären, ob nächtlicher Fluglärm Katecholaminerhöhungen verursachen und ob individuelle Katecholaminausscheidungsmengen durch geeignete Parameter aus dem Schlafprofil vorhergesagt werden können.

Folgende Arbeitshypothesen wurden im Rahmen dieser Studie geprüft:

1. Es besteht ein Unterschied in der Katecholaminausscheidung zwischen fluglärmbelasteten und ruhigen Nächten.
2. Es besteht ein Unterschied in der Katecholaminausscheidung bei unterschiedlichen Fluglärmpegeln.

Tabelle 1: Versuchsplan.

Versuchs- paare	Versuchsnächte									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Paar	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Ruhe	A: 16 P: 75	32 75	64 75	64 65	64 55 dB(A)
2. Paar	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Ruhe	A: 32 P: 75	64 75	64 65	64 55	16 75 dB(A)
3. Paar	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Ruhe	A: 64 P: 75	64 65	64 55	16 75	32 75 dB(A)
4. Paar	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Ruhe	Ruhe	A: 64 P: 65	64 55	16 75	32 75	64 75 dB(A)

A = Anzahl der Überflüge  
P = Überflugpegel,  $L_{max}$  im Innenraum

- Es besteht ein Unterschied in der Katecholaminausscheidung bei unterschiedlichen Überflughäufigkeiten.
  - Alter
  - Wohndauer
  - Geschlecht
  - psychische Verfassung
- Die Katecholaminausscheidung kann durch geeignete Parameter aus dem Schlafprofil, den Vortagsbelastungen und Persönlichkeitsmerkmalen der Schläfer geschätzt werden.
  - Bildung
  - physische Verfassung
  - Einstellung zum Lärm
  - Tagesbeschallung
  - Persönlichkeitsmerkmale
  - Tagesbelastung

## Methode

Die Laboruntersuchung wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens »Der Einfluß von Nachtflugbetrieb auf die Schlafqualität von Flughafenwohnern« im Institut für Technische Akustik der TU Berlin durchgeführt. Die Versuchspersonen wurden durch Aushänge, Tagespresse und Rundfunk geworben. Sie mußten die folgenden Kriterien erfüllen:

Alter zwischen 18 und 40 Jahren; Wohnort in einem fluglärmbelasteten Bereich ( $L_{eq}$  außen  $> 55$  dB(A)); normalhörend, keine akuten oder chronischen Beschwerden, keine Anfallsleiden; keine regelmäßige Einnahme von Schmerz-, Schlaf- oder Beruhigungsmitteln; keine therapeutische Behandlung; Schlafbeginn werktags zwischen 20 und 24 Uhr und Schlafdauer mehr als sechs Stunden; sie mußten außerdem gewohnt sein, die Nächte mit einem Partner zu verbringen und keine Gehörschutzmittel zu benutzen.

Zusätzlich wurde eine Abhängigkeit der Katecholamine von folgenden Einflüssen durch Kontrollvariable berücksichtigt:

Alle Versuchspersonen schliefen während zwei aufeinanderfolgenden Versuchswochen jeweils fünf Versuchsnächte im Schlaflabor. In den ersten fünf Nächten wurde kein Fluglärm simuliert (Kontrollnächte). In den folgenden fünf Nächten wurden die Versuchspersonen mit unterschiedlichen Überflugpegeln bzw. Flugdichten beschallt. Das Untersuchungsdesign ist in Tabelle 1 dargestellt.

Aus dem Morgenurin wurde die gesamte Ausscheidungs menge der Katecholamine (Adrenalin und Noradrenalin) in der Nachtzeit (konstanter Zeitraum für die Urinsammlung) bestimmt (Methode [4]). Die Schlafprofile wurden nach den Kriterien von Rechtschaffen und Kales [5] aus dem Elektroenzephalogramm (EEG), dem Elektrookulogramm (EOG) und dem Elektromyogramm (EMG) der Schläfer abgeleitet. Die Auswertung wurde visuell durch dieselbe Person ausgeführt. Die Abfolge der Auswertung erfolgte alternierend zwischen den ruhigen und belärmten Versuchswochen. Die mittels multipler Regression von den Kontrollvariablen bereinigten Adrenalin- und Noradrenalin-Werte (Residuen) wurden ebenso wie die Ori-

ginaldaten einem T-Test für abhängige Meßwerte unterzogen, um die erste Arbeitshypothese zu beantworten. Zur Beantwortung der verbleibenden Arbeitshypothesen wurden über das ALM (Allgemeine Lineare System) eine Varianzanalyse und eine Trendanalyse gerechnet. Die Interpretation der Ergebnisse ist schwierig, da die untersuchten Effekte nicht unabhängig voneinander sind.

## Ergebnisse

### Erste Arbeitshypothese

»Es besteht ein Unterschied in der Ausscheidungsmenge von Adrenalin und Noradrenalin zwischen den beschallten und den unbeschallten Versuchsnächten«.

Diese Hypothese wird in den Originaldaten nur für Adrenalin bestätigt (Abb. 1). Im Gruppenmittel war die Adrenalin-ausscheidung in den belärmten Nächten fast doppelt so hoch wie in den unbelärmten Nächten. Für Noradrenalin lag nur eine Tendenz eines relativ schwachen Anstiegs bei Lärm vor. Bei den Residuen kann ein Unterschied sowohl für Adrenalin als auch für Noradrenalin abgesichert werden (Tab. 2).

### Zweite Arbeitshypothese

»Es besteht ein Unterschied für Adrenalin und Noradrenalin bei unterschiedlichen Überflugpegeln«.

Diese Hypothese wird in den Originaldaten und den Residuen sowohl für Adrenalin als auch für Noradrenalin bestätigt (Irrtumswahrscheinlichkeiten in allen Fällen zwischen  $p = 0,02$  und  $p = 0,03$ ).

Adrenalinindifferenzen

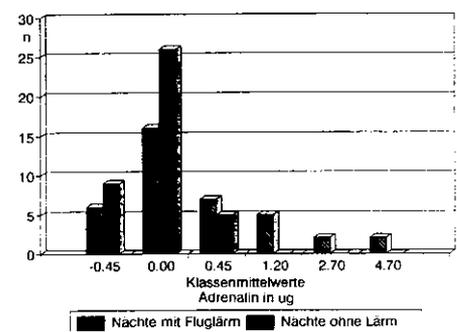


Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung der nächtlichen individuellen Adrenalinausscheidungen bezogen auf den individuellen Mittelwert in der Woche ohne Lärm.

Tabelle 2: Mittelwerte der Adrenalin- und Noradrenalinausscheidungsmengen in ruhigen Nächten und Mittelwertdifferenzen in lärmbelasteten Nächten.

Variable	Mittelwerte	Mittelwertdifferenzen	Irrtumswahrscheinlichkeit
Adrenalin	0,52 µg	0,47 µg	0,03*
Noradrenalin	6,4 µg	0,9 µg	0,13
RES. Adrenalin	0,52 µg	0,31 µg	0,05*
RES. Noradrenalin	6,4 µg	1,06 µg	0,05*

\* = signifikant

Dritte Arbeitshypothese

»Es besteht ein Unterschied für Adrenalin und Noradrenalin bei unterschiedlichen Überflughäufigkeiten«.

Diese Hypothese kann aufgrund der Interkorrelation der Parameter »Überflugpegel« und »Anzahl der Flüge« anhand der vorliegenden Daten nicht bestätigt werden.

Vierte Arbeitshypothese

»Die Katecholaminmenge im Morgenurin kann durch geeignete Parameter aus dem Schlafprofil, den Vorbelastungen und der Grundbefindlichkeit der Schläfer geschätzt werden«.

Die individuellen Adrenalinwerte lassen sich signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0.0005$ ) durch eine Linearkombination aus den in den einzelnen Schlafstadien verbrachten Schlafzeiten, den Movements und Persönlichkeitsmerkmalen der Einzelperson vorhersagen. Adrenalin und die gesamte Schlafstadienverteilung ist signifikant korreliert ( $R = 0.60$ ). Die Einbeziehung der Persönlichkeitsmerkmale präzisiert die Vorhersage auf  $R = 0.83$ . Von den Vortagsbelastungen spielt nur der Alkoholkonsum eine Rolle. In Abbildung 2 werden die experimentellen und berechneten Adrenalinwerte verglichen.

Die Noradrenalinwerte lassen sich signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0.0005$ ) durch eine Linearkombination aus den Movements und den Persönlichkeitsmerkmalen vorhersagen. Die Vorhersage ist bei einem multiplen Korrelationskoeffizienten von  $R = 0.77$  weniger genau als bei den Adrenalinwerten. Der größte Teil der Unter-

schiedlichkeit wird hier durch die Persönlichkeitsmerkmale erklärt. Die individuellen Noradrenalinwerte können nur aus den Persönlichkeitsmerkmalen sinnvoll geschätzt werden. Von den Parametern des Schlafprofils erweist sich lediglich die Häufigkeit der Movements als geeigneter Prädiktor.

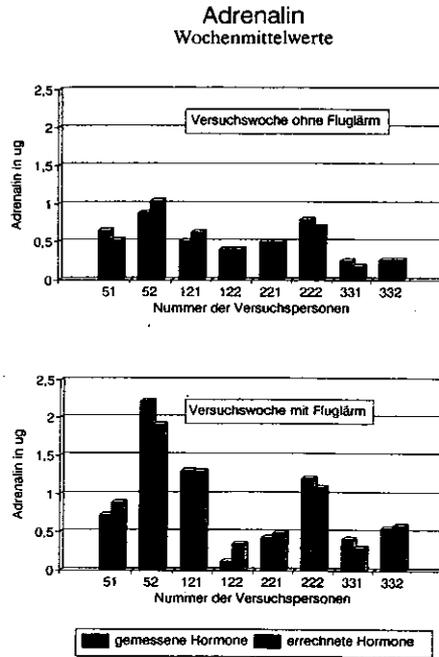


Abbildung 2: Individuelle Wochenmittelwerte der Adrenalinausscheidungen ohne und mit Lärmbelastung, gemessen und aus Schlaf- und Persönlichkeitsmerkmalen berechnet.

Diskussion

Der im Versuch eingespielte nächtliche Lärm wirkte als Stressor, wie die erhöhte Katecholaminausscheidung zeigt. Vor allem war die Adrenalinausscheidung durch Lärm erhöht.

Die Vorhersage der Adrenalinwerte aus den Parametern der Schlafprofile und den Persönlichkeitsmerkmalen ist unter Beachtung der meßtechnisch bedingten Streuung als gut zu bezeichnen. Das Ergebnis unterstützt die Modellannahme, daß die Adrenalinwerte einen Summenbelastungsindikator darstellen. Die unerwartete Tatsache, daß die Tagesbelastungen die Vorhersage nicht verbessern, bedeutet nicht, daß ihr Einfluß generell unbedeutend ist. Vielmehr ist zu beachten, daß die Tagesbelastungen im untersuchten Kollektiv als relativ homogen betrachtet werden können. Die

Persönlichkeitsmerkmale und die Beachtung des Alkoholkonsums präzisieren die Vorhersage. Sie liefern einen spezifischen Beitrag. Da beiden Daten die gleichen Persönlichkeitsmerkmale zugrunde liegen, müssen die Merkmale als Moderatoren interpretiert werden. Sie beeinflussen die hormonelle und die elektrobiologische Reaktion in unterschiedlicher Weise.

Die Vorhersage der Noradrenalinwerte wird von den Persönlichkeitsmerkmalen getragen. Ein spezifischer Beitrag zur Vorhersage wird lediglich von der Häufigkeit der Movements geliefert. Die Noradrenalinwerte scheinen von den Persönlichkeitsmerkmalen bestimmt und von der Fluglärmbelastung moderiert zu werden. (Erst in den von den Persönlichkeitsmerkmalen bereinigten Noradrenalinwerten konnte ein mittlerer Anstieg der Noradrenalinwerte statistisch abgesichert werden.)

In der Arbeit wird belegt, daß Nachtfluglärm ab einem maximalen Innenraumpegel von 55 dB ( $L_{eq} = 36$  dB) zu einer erhöhten Ausscheidung von Adrenalin im Morgenurin als Ausdruck einer gesteigerten sympathiko-adrenergen Stimulation während der Schlafphase führt.

Bekannt sind die vielfältigen Wirkungen erhöhter Katecholaminkonzentrationen auf das Herz-Kreislauf-System. Sie können unter anderem tierexperimentell zur Herzhypertrophie [6] und über freie Radikale zu Herzzellnekrosen [7, 8] führen. Die bekannte Wirkung des Adrenalin auf die Lipolyse bewirkt einen Anstieg der freien Fettsäuren. Dieser Parameter gilt als Stoffwechselindikator für psychoemotionale Belastung [9, 10] und zählt zu den bekannten Risikofaktoren für die Entstehung einer vorzeitigen allgemeinen Angiosklerose.

In einer experimentellen Studie zeigten Blankestijn et al. [11], daß nach sechsständiger Adrenalininfusion der Blutdruck mindestens 18 Stunden lang erhöht war, was als Unterstützung der Adrenalin-Hypothese für die Genese der Hypertonie gewertet wird. Da davon ausgegangen werden kann, daß eine erhöhte Katecholaminkonzentration die Empfindlichkeit gegenüber zusätzlichen Belastungen erhöht [12], ist hier die Auswirkung auf Reaktionen bei Lebensereignissen (life events stress) gewiß beachtenswert.

Mit der vorgelegten Laborstudie wird ein neues Forschungsgebiet eröffnet: die Untersuchung von durch Nachtfluglärm verursachten biochemischen Stressreaktionen. In Zukunft sollten diese gesundheitsrelevanten Auswirkungen nächtlicher Lärmbelastungen in einer Feldstudie weiter untersucht werden.

## Literatur:

- [1] Muzet, A., Ehrhart, J., Eschenbauer, R., and Linhard, J. P.: Habituation and age differences of cardiovascular responses to noise during sleep. Sleep, 5th European Congress on Sleep Res., Amsterdam 1980, 212-215.
- [2] Öhrström, E., Björkman, M., and Rylander, R.: Primary and after-effects of noise during sleep with reference to noise sensitivity and habituation: studies in laboratory and field. In: Berglund, B., Lindvall, T.: Noise as a Public Health Problem. Swedish Council for Building Res., Stockholm, 1990.
- [3] Ising, H., Curio, I., Otten, H., Rebentisch, E., und Schulte, W.: Gesundheitliche Wirkungen des Tieffluglärms, Hauptstudie, Forschungsbericht 91-10501116, Umweltbundesamt, Berlin 1991.
- [4] Ising, H., Günther, T., Havestadt, C., Krause, Ch., Markert, B., Melchert, H. U., Schoknecht, G., Thefeld, W., und Tietze, K. W.: Blutdrucksteigerung durch Lärm am Arbeitsplatz. Forschungsbericht der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung, Dortmund. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag 1980.
- [5] Rechtschaffen, A., Kales, A.: A manual of standardised terminology, techniques and scoring systems for sleep stages of human subjects. U.S. Dept. of Health, Bethesda, Maryland, 1968.
- [6] Adams, M., and Hirst, A.: Myocardial Hypertrophy, Cardiac and Urinary Catecholamines During Severe Ethanol Intoxication and Withdrawal. Life Sci 33: 547-554 (1983).
- [7] Häggendal et al.: Catecholamine-induced free radicals in myocardial cell necrosis on experimental stress in pigs. Acta Physiol Scand 13 (1988) 447-452.
- [8] Cruickshank, J. M., et al.: Reduction of Stress/Catecholamine-Induced Cardiac Necrosis by Beta-Selective Blockade. Lancet: 585-589 (1987).
- [9] Schwaberg, G.: Heart rate, metabolic and hormonal responses to maximal psycho-emotional and physical stress in motor car racing drivers. Int. Arch. Environ. Health 59 (1988) 579-604.
- [10] Scheuch, K., und Schreinnicke, G.: Stress, Gedanken, Theorien, Probleme. Berlin: VEB Verlag Volk und Gesundheit 1986.
- [11] Blankestijn, P., et al.: Support for adrenaline-hypertension hypothesis: 18 h pressor effect after 6 h adrenaline infusion. The Lancet, Die. 17 (1988) 1386-1389.
- [12] Adell, A., Garcia-Marquez, C., Armario, A., and Galpi, C.: Chronic Stress Increases Serotonin and Noradrenalin in Rat Brain and Sensitizes Their Responses to a Further Acute Stress. Journal of Neurochemistry 50 (1988) 1678-1681.

## Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. C. Maschke und S. Breinl, Technische Universität Berlin, Institut für Technische Akustik, Einsteinufer 25, 1000 Berlin 10; Dr. R. Grimm und Dir. u. Prof. Dr. H. Ising, Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des BGA, Corrensplatz 1, 1000 Berlin 33

# Stress und vegetatives Nervensystem

Von A. W. von Eiff

Stress ist eine von emotionalen Reaktionen begleitete Körperreaktion. Die Art der Reaktion hängt davon ab, wie die Reaktionen im Hypothalamus, einem Teil des Zwischenhirns, ablaufen. Sie können einmal zu einer Aktivierung eines Teils des vegetativen Nervensystems, nämlich des Sympathikus, führen und zum anderen zu einer Aktivierung des hormonalen Systems im Hypothalamus-Vorderlappen der Hirnanhangdrüse. Die Art der Reaktion hängt von der subjektiven Verarbeitung der Belastungssituation ab. Eine Sympathikusreaktion tritt bei emotionalen Reaktionen auf, wie sie bei Tieren in einer Verteidigungssituation mit Angriff und Flucht gegeben sind, eine hormonale Reaktion des Hypothalamus-Vorderlappens der Hirnanhangdrüse erfolgt in einer Niederlagesituation. Es handelt sich hier also um stammesgeschichtlich vorgegebene körperliche Mechanismen, die natürlich beim Menschen andere emotionale Züge tragen als beim Tier.

Beim Menschen läuft der Stress im allgemeinen mit der Verteidigungsreaktion ab, wobei die Aktivitätssteigerung des Sympathikus zu einem Anstieg der mus-

kulären Spannungen in den Extremitäten, zu einer Erhöhung des Energieumsatzes, zu einem Anstieg des Blutdrucks, der Herzfrequenz, der Blutausschüttung des Herzens, zu einer Erhöhung des Gefäßwiderstandes und zu einer Aktivierung der Hormone des Nebennierenmarks Adrenalin und Noradrenalin führt. Eine Niederlagesituation mit Anstieg des Nebennierenrindenhormons Kortisol im Blut findet man bei reaktiven Depressionen, zum Beispiel beim Verlust eines nahen Angehörigen. Die Stressreaktionen des vegetativen Nervensystems beim Menschen wurden in systematischen Studien von 1949 bis 1956 geklärt [1]. Dieser Grundlagenforschung folgten klinische und epidemiologische Studien. Hierbei wurde u. a. geprüft, welche Bedeutung Stressreaktionen für die Ätiologie und Pathogenese von Erkrankungen, speziell des Bluthochdrucks, haben. So wurde auch eine geschlechtsspezifische Kreislaufreaktion im Stress gefunden, die u. a. für das unterschiedliche Lebensalter von Männern und Frauen verantwortlich ist [2-5]. Zu den Belastungssituationen, die Verteidigungsreaktionen auslösen, gehören auch der Fluglärm [6] und der

Straßenlärm [7]. Bezüglich des Tiefflugs hatten wir die Arbeitshypothese aufgestellt, daß hier auch Reaktionen der Niederlagesituation auftreten. Diese Hypothese erwies sich als richtig, wie meine Mitarbeiter Schulte und Otten gezeigt haben [8] (vgl. auch den Beitrag von Curio und Michalak auf S. 142).

Sieht man von Hörschäden ab, die durch die Quantität des Lärms bestimmt werden, sind die Stressreaktionen beim wachen Menschen das Ergebnis der subjektiven Verarbeitung eines Reizes. Diese Verarbeitung hängt einmal von der Qualität des Reizes, zum anderen von der genetisch programmierten und durch Lernprozesse gebildeten Reizschwelle des vegetativen Nervensystems ab. Aufgabe der Therapie ist es, die notwendigen coping-Strategien zu entwickeln, die eine die Gesundheit nicht gefährdende Verarbeitung der Belastung ermöglichen [9].

## Literatur:

- [1] v. Eiff, A. W.: Grundumsatz und Psyche. Berlin/Göttingen/Heidelberg: Springer 1957.
- [2] v. Eiff, A. W. (Hrsg.): Essentielle Hypertonie. Stuttgart: Thieme 1967, japan. Ausgabe 1971.